De México para el Mundo

MEMORIAS DEL Primer Congreso Mundial del Amaranto

Grupo de Enlace para la Promoción del Amaranto

10-12 octubre de 2018

Cholula Puebla, México

Miembros del Comité Organizador

Comité	Integrantes
Ejecutivo	Mauricio del Villar Zamacona
	Adrián Argumedo Macías
	Sara Hirán Morán Bañuelos
	Juan Manuel Allende Carillo
	Cecilia Baginsky Guerrero
Internacional	Eduardo Espitia Rangel
	Peter Noll
	Mauricio del Villar Zamacona
Científico	María Armida Patricia Porras Loaiza
	Sara Hirán Morán Bañuelos
	Ofelia Araceli López Mejía
	Cecilia Baginsky Guerrero
	Adrián Argumedo Macías
	Enrique Ortiz Torres
	Eduardo Espitia Rangel
	María Cristina Mapes Sánchez
	Juana Cervantes Vargas
	Laura Elena Martínez Salvador
	Aquiles Carballo Carballo
	María Elena Ramírez
	Luz María Ramírez Vázquez
	Judith Coyotl Huerta
	Carmen Sáenz
	Gabriel Alejandre Iturbide
	Fernando Mazo Ramos
	Verónica Cepeda Cornejo
	Alma Velia Ayala Garay
	Elena Villacrés
	Jesús García
	Ana María Velasco Lozano
	José Sergio Barrales Domínguez

Comité	Integrantes
Difusión	María Armida Patricia Porras Loaiza Mauricio del Villar Zamacona Adrián Argumedo Macías Sara Hirán Morán Bañuelos Arturo Díaz Mata Luz María Ramírez Vázquez Stan Pedro Cruz Juan Manuel Allende Carillo José Sergio Barrales Domínguez Verónica Cepeda Cornejo Josefina Consuelo Morales Guerrero
Editorial	Eduardo Espitia Rangel Diana Escobedo López Alfredo Meza Hernández Patricia Rivas Valencia
Campo	Juana Cervantes Vargas José Sergio Barrales Domínguez Adrián Argumedo Macías Enrique Ortiz Torres Raúl Hernández Garciadiego José Sergio Barrales Domínguez
Intercambio de Saberes	Valiana Alejandra Aguilar Hernández Ángel Rapahel Kú Dzul Mauricio del Villar Zamacona
Huauhtlicalco	Adrián Argumedo Macías María Armida Patricia Porras Loaiza David García Rojas José Merced Mejía Moñoz
Cultura y Turismo	María Armida Patricia Porras Loaiza Diego Manrique de Lara

Comité	Integrantes
Actividades Generales	Arturo Dimas González
	Arturo Díaz Mata
	Apolo Franco Xolalpa
	Diego Manrique de Lara
	José Sergio Barrales Domínguez
	Juan Manuel Allende Carrillo
	Perfecto Barrales Domínguez
	Luisa Fernanda Sesma Hernández
	Miriam Gabriela Valverde Ramos
	Marco Antonio Bravo Vázquez
	Manuel Martínez Sotelo
	Marco Antonio Molotla Jiménez
	José Antonio Villavicencio
	Norma Vázquez Mata
	David García Rojas
	Lizbeth Maricela Espinoza Díaz
	Agileo Vázquez Gutiérrez

Organizaciones Convocantes

1. Grupo de Enlace para la Promoción del Amaranto en México
2. Colegio de Postgraduados Campus Puebla
3. Universidad Autónoma Chapingo
4. Universidad de las Américas Puebla
5. Puente a la Salud Comunitaria AC
6. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala
7. Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile
8. Secretaría de Relaciones Exteriores de México a través de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID)
9. Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile a través de la Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID)
10. Fondo de Cooperación México-Chile
11. Ministerio de Agricultura de Chile
12. Ministerio de Salud de Chile
13. Fundación para la Innovación Agraria (FIA)
14. Red de Amaranto de la Mixteca
15. Red de Amaranto de los Valles Centrales
16. San Miguel de Proyectos Agropecuarios
17. Utopía Huixcazdhá A.C.
18. Amarantmex
19. Sistema Producto Amaranto de la Ciudad de México
20. Sistema Producto Amaranto de Morelos
21. Consejo Estatal de Productores de Amaranto de Morelos
22. Talleres Comunitarios Familiares de Huazulco
23. Consejo Estatal de Productores del estado de Tlaxcala
24. Alianza por la Salud Alimentaria
25. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
26. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán
27. Universidad de la Tierra Oaxaca
28. Centro de Orientación Alimentaria
29. Red de Sistemas Agroalimentarios Localizados México
30. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
31. Alternativas y Procesos de Participación Social A.C.
32. Federación de Pueblos Rurales
33. Instituto Politécnico Nacional CIIDIR Unidad Durango
34. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
35. Fundación Chapingo A.C.
36. Amaranth Institute
37. Productos Nutritivos de Amaranto, Sierra Mixe
38. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
39. Ayuntamiento de San Pedro Cholula
40. Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Iztapalapa

Presentación

Este trabajo cuenta parte de la historia y presente de un cultivo ancestral que podría representar un alimento estratégico para contribuir de manera importante a nivel mundial.

El amaranto tuvo una relación estrecha con las comunidades prehispánicas de Mesoamérica que lo consideraban como un alimento sagrado y fundamental en la dieta cotidiana, por lo que tenía su lugar junto al maíz y al frijol. En lengua originaria se le llamaba huautli, queriendo decir la más pequeña dadora de vida. Al igual que los pueblos originarios de México, el amaranto continúa "luchando" para mantenerse vivo en las comunidades, resistiendo los embates culturales que lo prohibieron desde la época colonial hasta la dominación de esta nueva forma de vida que pretende homogenizar al mundo.

A lo largo de las últimas décadas se ha contado con personas persistentes que han venido impulsando el Amaranto como lo fueron el Dr. Alfredo Sánchez Marroquín y el Dr. Benito Manrique de Lara, al igual que organizaciones como la Red Amaranto del SINAREFI, sin dejar de reconocer a los cientos de productores, transformadores, investigadores y consumidores de este grano que día con día le dan vida en las diversas comunidades y países donde lo podemos encontrar.

Este primer Congreso Mundial del Amaranto surge a partir de la concepción del Amaranto como algo colectivo. Es así cuando a finales de 2013 nació el Grupo de Enlace para la Promoción del Amaranto en México, que representó el momento cuando la voluntad de productores, transformadores, instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil y promotores del amaranto se unieron para integrar una nueva comunidad alrededor de este pequeño grano que nos permitiera compartir conocimientos y experiencias. Por medio de la iniciativa "Caminos del Amaranto" se visitaron las diferentes comunidades donde la planta está presente: Desde Tulyehualco, en Xochimilco, al oriente de la Ciudad de México, hasta las faldas inferiores de la Sierra Nevada en San Juan Amecac, en el estado de Puebla. Desde los caminos andados por Emiliano Zapata en Huazulco, Morelos, el sol siguió su camino hasta los Valles Centrales de Oaxaca. Desde Tochimilco, en las faldas del volcán Popocatépetl, en el estado de Puebla, hasta el "lugar de los montes" en Cuapiaxtla, Tlaxcala. Desde la nación Ñuu Savi en la mixteca oaxaqueña hasta el valle de Huizcazdha, en Hidalgo…

Posteriormente, en agosto del 2014 organizamos el Primer Congreso Nacional del Amaranto en México, que se realizó en la Universidad Autónoma Chapingo, donde expusieron diversos especialistas nacionales e internacionales. Como parte fundamental de la declaratoria, se enfatizó la necesidad de fortalecer la organización de los productores, diseñar una estrategia en materia de política pública, generar una nueva forma de vinculación con instituciones de investigación, innovar productos, capacitar para transferir tecnología, implementar una estrategia de difusión y, finalmente, aprovechar los beneficios del amaranto para reducir las desigualdades entre las comunidades urbanas y rurales de México.

Para septiembre del 2015 se celebró el Primer Encuentro Nacional de Productores de Amaranto, como parte de una propuesta que hicieron los campesinos que pertenecen al Grupo de Enlace, con el propósito de que intercambiaran experiencias en torno al cultivo. El evento tuvo lugar en San Juan Amecac y en las instalaciones del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. En el encuentro –cuyo lema fue "Por el derecho a seguir siendo campesinos y campesinas"– participaron más de 500 productores de amaranto de ocho estados de la República que unieron sus voces para manifestar:
"Debemos sentirnos dignos de producir teniendo la capacidad de sentirnos orgullosos de ser campesinos y contagiar e invitar a sumarse a no dejar el campo, por ser un privilegio ser campesino, empezando con nuestras familias. Recuperar y cambiar el aprendizaje en los niños y enseñarles la agricultura y la importancia de ésta. El amor por el cultivo de nuestra siembra de nuestro campo es puro amaranto". En dicho encuentro es cuando se propone la realización del Primer Congreso Mundial del Amaranto.

El Día Nacional del Amaranto se celebró en octubre del 2016 a los pies del Monumento a la Revolución; fue un evento organizado conjuntamente por la Secretaría de Desarrollo Rural y Equidad para las Comunidades (Sederec), del gobierno de la Ciudad de México, y por representantes del Sistema Producto Amaranto, quienes son miembros del Grupo de Enlace. En dicho espacio se unieron diferentes voces con el propósito de dar a conocer las iniciativas alrededor del amaranto y promover su consumo.

En febrero de 2017 se realizó en el Palacio Legislativo de San Lázaro el Segundo Congreso Nacional del Amaranto, titulado “Generando políticas públicas”, al cabo del cual se declaró el amaranto como un alimento estratégico en México y se enfatizó la urgencia de legislar a su favor, tomando como sustento jurídico el artículo cuarto de la Constitución, que mandata al Estado para que garantice el derecho de toda persona a una alimentación nutritiva, suficiente y de calidad.

Y gracias a este caminar hoy nos encontramos ante este Primer Congreso Mundial del Amaranto que tiene como visión ser un espacio permanente de comunicación a nivel mundial para promover el amaranto como un alimento estratégico, en consideración a los contextos históricos y culturales de los pueblos del mundo, con respeto a la madre tierra. Este esfuerzo también ha sido posible gracias al Fondo de Cooperación México-Chile que impulsa el proyecto bilateral: “Fomento al Cultivo y Consumo de Amaranto: Potenciación Chile-México”.

El Congreso abre la posibilidad de generar un diálogo de saberes, avances en la investigación técnica-científica; conocer los sistemas de producción, transformación mercadeo y consumo de amaranto en su dimensión cultural y socioeconómica; difundir sus bondades, fortalecer cadenas de valor para consolidar su desarrollo y presencia como un cultivo estratégico en el mundo. Además nos permite identificar los elementos clave para el diseño de políticas públicas regionales, nacionales y locales que lo consideren como un alimento estratégico que aporte a la nutrición de la población en especial aquella con pobreza alimentaria, así como para definir una agenda internacional que mantenga el diálogo entorno al amaranto.

Es momento de que el amaranto retome el lugar de importancia que ocupaba en la época prehispánica y que se le reconozca como un alimento y un cultivo estratégico que puede contribuir a mejorar las condiciones agrícolas, alimentarias y de salud por las que atraviesan distintos países del mundo. Como Grupo de Enlace, seguiremos caminando para fortalecer esta comunidad alrededor del amaranto y para contar con un conocimiento ilimitado basado en la complementariedad y la integralidad de lo que representa esta pequeña gran semilla.

Mauricio del Villar Zamacona

Coordinador del Grupo de Enlace para la Promoción del Amaranto en México

ÍNDICE

1. Recursos genéticos y resguardo comunitario.

Colecta y caracterización del germoplasma. Conservación y Mejoramiento. Bancos de semillas. Nuevas variedades

RECOLECCIÓN DE PARIENTES SILVESTRES DE AMARANTO (*Amaranthus* sp.) EN EL ESTADO DE DURANGO • *Alejandre Iturbide Gabriel, Rojas López Marlon, Ramírez Noya David* 18-21

POTENCIAL DE MEJORA DE GERMOPLASMA DE AMARANTO ***(Amaranthus cruentus*** L.) EVALUADAS BAJO CONDICIONES DEL NORESTE DE MEXICO • *Alejandre Iturbide Gabriel, García Pereyra Jesús* 22-25

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE AMARANTO EN LOS VALLES ALTOS DEL CENTRO DE MÉXICO • *Valverde Ramos M. G., Espitia Rangel E., Sesma Hernández L. F., González Molina L., Rivas Valencia P., Escobedo López, D. y A. V. Ayala Garay* 26-29

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE AMARANTO (*Amaranthus* ssp.) COLECTADO EN LA REGIÓN ANDINA DE ECUADOR • *Delgado Pilla H; Tapia Bastidas C.G; Naranjo Quinaluisa E.J; Borja Borja E.J y Martín Clemente J.P* 30-34

CARACTERIZACIÓN Y USO DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) COMO VERDURA EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA, MÉXICO • *C. Mapes; Peralta, R. L.; Díaz Ortega, A. y Blancas V. J.* 35-38

DESARROLLO DE VARIABILIDAD GENÉTICA DE *Amaranthus* sp MEDIANTE INDUCCIÓN DE MUTACIONES PARA SU EMPLEO EN PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO • *Gómez Pando L., Ibáñez Tremolada M., Deza Montoya D.* 39-42

ESTUDIO MORFOLÓGICO Y MOLECULAR DEL DESARROLLO DE LA SEMILLA EN *Amaranthus hypochondriacus* L. • *Barrales López A.; Guevara Olvera L., Acosta García G., Espitia Rangel E., González Chavira M.M., Huanca Mamani W., Aguilar Delgado M.* 43-46

MANEJO DE PLANTA Y SEMILLA DE AMARANTO EN ZONAS PRODUCTORAS DE TOCHIMILCO, PUEBLA • *Ramírez Pérez A.R, Ortiz Torres E., Argumedo Macías A., De la O Olán M., Jacinto Hernández C., Ignacio Ocampo Fletes.* 4749

EVALUACIÓN DE COLECTAS DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) • *Bernal Muñoz R.; Ortíz Torres E., Cantú López E., Rosas Morales V., Castellón Gómez J.J. y Ramírez Vázquez M.L.* 50-54

VARIABILIDAD GENÉTICA Y CRITERIOS DE SELECCIÓN EN AMARANTO (*Amaranthus* spp.) • *Espitia Rangel E., M. J. Aguilar Delgado, M. G. Valverde Ramos, L. F. Sesma Hernández y D. Escobedo López* 55-58

***Amaranthus* COMO VERDURA: DIVERSIDAD, USO Y MANEJO DE LOS QUINTONILES EN MÉXICO** • *Basurto Peña, Francisco, Mapes Sánches, Cristina y Martínez Moreno, David* 59-60

CAPACIDAD DE REVENTADO DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) CONTRASTANTE EN LA COMPOSICIÓN DE ALMIDÓN • *Espitia Rangel E., Lozano Grande A., Rivas Valencia P., Escobedo López D. Valverde Ramos M. G. y L. F. Sesma Hernández* 61-65

VALIDACIÓN Y SELECCIÓN DE GENES DE REFERENCIA PARA RT-QPCR EN *Amaranthus hypochondriacus* • *Vera Hernández Pedro Fernando, Martínez Núñez Marcelino, Ruiz Rivas Magali, Martha Dolores Bibbins Martínez, Tellez Valerio Eduardo, Luna Suárez Silvia, Rosas Cárdenas Flor de Fátima* 66-69

PROTEÓMICA COMPARATIVA PARA EL MEJORAMIENTO DIRIGIDO DE CULTIVOS DE AMARANTO • *Bojórquez-Velázquez E., Barrera-Pacheco A., Herrera-Estrella A., Espitia-Rangel E. y Barba de la Rosa A.P.* 70-71

2. Agronomía, agroecología y ecofisiología.

Prácticas de manejo. Tecnologías de producción. Fisiología del cultivo. Alternativas al Cambio climático. Modelos de producción comunitaria.

HONGOS PATÓGENOS ASOCIADOS A SEMILLAS DE GENOTIPOS DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) NATIVAS DE PERÚ • *Rosillo-Sánchez J.L.; Encarnación-Calva P.; Rivas-Valencia P.; Espitia-Rangel E.; Leyva-Mir S.G.; Sánchez-Alonso M.G.; Robles-Yerena L.* 73-75

RESPUESTA DEL CULTIVO DE AMARANTO A LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS, EN HUZULCO MORELOS, MEXICO • *Bahena-Galindo Maria Eugenia, Villalba-Santamaria Veronica, Oliver Guadarrama Rogelio, Granjeno-Colin Andrea Elizabeth Y Vidal-Caporal Mario.* 76-78

ADAPTACIÓN DE GENOTIPOS DE AMARANTO (*Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus*) PARA PRODUCCIÓN DE GRANOS EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE • *Cubillos Daniel, Silva Paola, Baginsky Cecilia.* 79-83

FITOTOXICIDAD DE CLOMAZONE EN POST EMERGENCIA DE AMARANTO (*Amaranthus cruentus* L.) • *Díaz, V.; Catrileo, L. ; Nilo, D. ; Meza, C., Baginsky, C.* 84-87

EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE AMARANTO • *Romero Romano Carlos Osvaldo; Ocampo Mendoza Juventino; Sandoval Castro Engelberto; Navarro Garza Hermilio; Franco Mora Omar; Calderón Sánchez Francisco.* 88-91

TENDENCIAS DE LOS CAMBIOS DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) POR EL MODELO ROTHC • *González-Molina L.; Espitia-Rangel E.; Muñiz-Reyes E. y Ayala-Garay A.* 92-94

PROGRAMA ECO AMARANTO: MANEJO AGROECOLÓGICO DEL AMARANTO PARA UN SISTEMA ALIMENTARIO SOSTENIBLE • *Karina A. Bautista González.* 95-97

ANÁLISIS DE LA CROMATOGRAFÍA COMO UNA HERRAMIENTA PARA MONITOREAR Y EVALUAR EL PROCESO DE RECONVERSIÓN PRODUCTIVA AGROECOLÓGICA A TRAVÉS DE LA ADOPCIÓN DEL CULTIVO DE AMARANTO EN OAXACA • *Yescas Jarquín César, López Hernández Gerardo Iliel, Cruz Vásquez Martín Benito, Heras Sanchez Luz María, Martínez Rafael Sandra Patricia* 98-100

CURVA DE EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL EN AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) VARIEDAD NUTRISOL • *González-Molina L.; Espitia-Rangel E., Guadalupe Maldonado Meneses; Muñiz-Reyes E., Ayala Garay, A.V.* 101-103

ESTUDIOS PARA OPTIMIZAR LA COSECHA DE HOJAS DE AMARANTO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE DOBLE USO DE HOJAS VERDES Y GRANOS • *Natalie Hoidal, María Díaz Gallardo, Sven-Erik Jacobsen, y Gabriela Robles.* 104-106

ESTUDIO COMPARATIVO DE BACTERIAS ASOCIADAS A LA RIZOSFERA DE AMARANTO Y SU EFECTO EN EL ÍNDICE DE GERMINACIÓN, PROCEDENTES DE TOCHIMILZOLCO, PUEBLA • *Sánchez García, M. M., Islas Ordoñez K., Hernández Sánchez I., Cantú Pérez I. M., Márquez Osorio, P., Ortiz Torres E., Milflores Flores L., Molina Romero D., Venegas Meneses B. y Cepeda Cornejo V.* 107-108

MORFOLOGÍA Y DIFERENCIACIÓN MERISTEMÁTICA EN *Amaranthus hypochondriacus* L. • *Aguilar Delgado M J, Guevara Olvera L, Acosta García G; Espitia Rangel E, González Chavira M.* 109-111

EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE MICROONDAS EN LA GERMINACIÓN DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) • *Cano García Gloria Virginia, Salazar Cano Juan Ramón, Salazar Cano Juan Alfredo, Vázquez Domínguez Laura Patricia.* 112-113

EFECTO DE SILICIO EN EL DAÑO POR BARRENADOR DE TALLO DE AMARANTO (*Amauromyza abnormalis* Malloch) • *Muñiz-Reyes, E., Espitia Rangel, E., Martínez Alavez, T.L., González Molina, L., Ayala Garay, A.V.* 114-116

PERFIL DE NÚMERO DE HOJAS, ÁREA FOLIAR Y RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA EN EL DOSEL DE AMARANTO • *Escalante-Estrada J.A.S.; Rodríguez-González M.T.; Díaz Ruiz R y Escalante-Estrada Y.I.* 117-121

RETAINING SOIL NUTRIENTS WITH CHARRED AMARANTH CHAFF • *Sharma, Priyanka; Sumner, Walton; Bardhan, Sougata.* 122-123

RENDIMIENTO Y VOLUMEN DE EXPANSIÓN DE GRANO DE VARIEDADES MEJORADAS DE AMARANTO PARA VALLES ALTOS DE PUEBLA • *Ortiz-Torres E., Argumedo-Macías A., García-Perea H., Meza-Varela R., Bernal-Muñoz R. y Taboada-Gaytán O. R.* 124-125

ABONOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y DESARROLLO DEL AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) EN EL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO, PUEBLA, MEXICO • *Oliver Guadarrama, R.; Granjeno-Colín, A. E.;, Bahena Galindo M. E.; Ariza Flores B. F. y Vásquez Ortiz R.* 126-129

EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL INTERCAMBIO GASEOSO, RELACIONES HÍDRICAS Y RENDIMIENTO DE *Amaranthus cruentus* L. ESTABLECIDO EN CHILE CENTRAL • *Flores Martín, Márquez Juan, Silva Herman, Silva Paola, Baginsky Cecilia* 130-134

ESTUDIO COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE AMARANTO, UTILIZANDO COMO FUENTE DE NITRÓGENO ABONO ORGÁNICO E INORGÁNICO, EN PUEBLA, MÉXICO • *Granjeno-Colín, Andrea Elizabeth; Oliver-Guadarrama, Rogelio y Pastrana-Torres Lucio* 135-138

AGRO-ARMONÍA PARA LA SOBERANIA ALIMENTARIA EN LA REGIÓN CHINANTLA BAJA, OAXACA, MÉXICO • *Carrillo-Mariano R.C.* 139-141

3. Innovación, tecnología de transformación y agregación de valor.

Técnicas tradicionales de transformación de la semilla. Innovación en la industria alimentaria.

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE PASTAS GELATINIZADAS DE HARINA Y SEMOLA DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) • *Ancco Vizcarra T.; Mamani Miranda M.; Quispe Quispe R.; Arone Palomino, H.D.* 143-146

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA EXTRACCIÓN EFICIENTE DE PROTEÍNAS EN LA SEMILLA DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*) • *Morales Olán G.; Rojas López M., Luna Suárez S.* 147-149

CARACTERIZACIÓN SENSORIAL Y NUTRIMENTAL DE UNA BEBIDA A BASE DE HARINA DE AMARANTO Y MUICLE • *Calvario Palma, A., Cruz Hernández, J* 150-152

EFECTO DE SOLUTOS EN LA CLASIFICACIÓN POR ÍNDICE DE FLOTACIÓN DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) • *Doris Nuñez-Limón1, Enrique Ortiz-Torres, Mirna López-Espíndola, Josafhat Salinas-Ruiz, José Andrés Herrera-Corredor* 153-155

CALIDAD GALLETERA DE HARINA INTEGRAL DE AMARANTO Y REFINADA DE TRIGO • *Martínez Cruz E., Espitia Rangel E., Morales Guzmán Víctor, Lozano Grande A., Valverde Ramos M G. y L. F. Sesma Hernández* 156-158

DESARROLLO DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO WEIZEN ELABORADA CON AMARANTO DE LA ESPECIE *A. hypochondriacus* • *Calderón Caballero M.C., López López J.E., González Miguel M. E., Loreto Gómez G. y Zavala Aranda S. D.* 159-163

BARRAS DE AMARANTO Y NOPAL PARA USO TERAPÉUTICO •T*inajero Fonseca Diana Gabriela, Córdova-Aguilar., M.S., Martínez-Arellano, I.* 164-166

CABEZAL ADAPTABLE A TRACTOR AGRÍCOLA CONVENCIONAL PARA LA COSECHA DIRECTA DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) • *Vargas Sállago J. M.; Reyes Amador A., Gutiérrez Martínez J. O.; Jiménez Regalado R.; Cervantes Osornio R., Tavitas Fuentes L.* 167-170

BARRA DE AMARANTO Y MIEL DE ABEJA • *Biviano-Pérez C., Chávez-Puentes A., Aguirre-García, M.* 171-174

SOPLADORA PARA LA LIMPIEZA DE SEMILLA DE AMARANTO • J*iménez Regalado Ramón, Gutiérrez Martínez Juan Oliver, De la O Olán Micaela, Vargas Sállago José Manuel* 175-176

HIDROLIZADOS PROTEÍNICOS DEL GRANO DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*) OBTENIDOS MEDIANTE FERMENTACIÓN SUMERGIDA QUE PRESENTAN ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA • *Jiménez Ramos, B. J.; Lopez Diaz, K. A. y Reyes Bautista, R.* 177-179

COLORANTE ALIMENTARIO DE PANOJAS DE AMARANTO • *Sáenz C., Apablaza E., Baginsky C.* 180-182

SQUALENE EXTRACTION FROM AMARANTH SEEDS USING MICROWAVE ASSISTANCE • *Lozano-Grande M.A., García-Dávila J., Ríos-Cortés G., Dávila-Ortiz G., Espitia-Rangel E., Martínez-Ayala A.L.* 183-186

DESARROLLO DE UNA BARRA DE AMARANTO COMO SNACK SALUDABLE PARA NIÑOS • *Bonilla Fernández J.; Jiménez Serna A., Córdova Aguilar M.S. y Nava Arenas, D.* 187-191

DESARROLLO DE UNA GALLETA DE AMARANTO, ENERGÉTICA Y NUTRITIVA PARA CORREDORES *RUNNERS* • *Pulido Pérez Castro J. A.; Jiménez Serna A. y Nava Arenas A.* 192-195

TRILLADORA DE AMARANTO, DE FLUJO AXIAL, ACCIONADA POR LA TOMA DE FUERZA DEL TRACTOR AGRÍCOLA • *Jiménez Regalado Ramón, De la O Olán Micaela, Gutiérrez Martínez Juan Oliver.* 196-197

DIÁLOGO DE SABERES Y PROCESOS DE INNOVACIÓN APLICADOS AL REVENTADO DE AMARANTO • *Argumedo-Macias A., Ortiz-Torres E.* 198-201

GRUPO COOPERATIVO QUALI Y AGUA PARA SIEMPRE - SISTEMA ALIMENTARIO DE AMARANTO ORGÁNICO COMO MODELO INNOVADOR DE DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE DE AGRICULTURA FAMILIAR PARA SUPERAR LA POBREZA • *Hernández Garciadiego, Raúl.; Herrerías Guerra, Gisela.* 202-204

EXTRUSION DE KIWICHA (*Amarathus caudatus*) VARIEDAD CENTENARIO • *Basilio-Atencio Jaime, Condezo-Hoyos Luis, Repo-Carrasco-Valencia Ritva* 205-208

INCREMENTO DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE SEMILLAS DE AMARANTO CON EL HONGO MEDICINAL *GANODERMA LUCIDUM* • *Mitzi Dávila V., Sobal Cruz M., Morales Almora P., Martínez Carrera D. C. y Tello Salgado I.* 209-214

SOLUCION DE SACAROSA PARA EL DESARROLLO DE PALANQUETAS DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) REDUCIDAS EN AZUCAR • *Martínez García N; Herrera Corredor J. A.; Ortega de Jesus B.; Servín Juarez R.; Lopez Espindola M. y Ramirez Rivera de J. Emmanuel* 215-217

CAMBIOS EN LAS FORMAS DE PROCESAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DEL HUAUHTLI EN TULYEHUALCO • *Bravo Vázquez Carlos* 218-222

CULTIVO *IN VITRO* DE AMARANTO, GENERACIÓN DE CALLOS Y PLÁNTULAS Y SU ACLIMATACIÓN A CONDICIONES DE INVERNADERO • *Ruíz Rivas M1, Martínez Núñez M, Vera Hernández P. F, Téllez Valerio E. C, Sotelo Rodríguez A, Rosas Cárdenas F. F, Martínez Romero E.* 223-225

CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DEL GRANO DE AMARANTO REVENTADO DE LAS VARIEDADES YEZTIC Y CALYECAC DE SANTIAGO TULYEHUALCO, CDMX, CON PERSPECTIVA A LA OBTENCIÓN DE UNA DENOMINACIÓN DE ORIGEN • *Guerrero Jacinto Maira Itzel* 226-230

ADAPTACIÓN DEL CONOCIMIENTO TRADICIONAL COMO ESTRATEGIA EN LABORES CULTURALES: ESTUDIO DE CASO EN EL SISTEMA DEL CULTIVO DE AMARANTO EN SAN MATÍAS TLALANCALECA, PUEBLA • *Sánchez Olarte Josset; Hernández Ruiz Haydee Margarita y Argumedo Macias Adrián* 231-233

ANÁLISIS *IN-SILICO* DEL GENOMA DE *AMARANTHUS HYPOCHONDRIACUS* PARA LA IDENTIFICACIÓN DE miRNAs Y GENES BLANCO • *Martínez Núñez, M., Ruíz Rivas M., Vera Hernandez P. F., Téllez Valerio, C. E., Rosas Cárdenas, F. de F.* 234-236

4. Alimentación, hábitos de consumo, nutrición, salud y gastronomía.

Aprovechamiento de compuestos bioactivos. Programas de alimentación en niños. Experiencias comunitarias.

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y FUNCIONAL DE HOJAS DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) PARA CONSUMO HORTÍCOLA • *Dias, Alejandra; Baginsky, Cecilia; Saenz, Cármen* 237-239

CALIDAD NUTRITIVA DE AMARANTO COMO VERDURA DE POBLACIONES DE LA SIERRA NORTE Y DE VALLES ALTOS DE PUEBLA, MÉXICO • *Salvador-Martínez Guadalupe, Ortiz-Torres Enrique, Guerrero-Rodríguez Juan de Dios, Taboada-Gaytan Oswaldo Rey, Herrera-Corredor José Andrés, Gómez-Aldapa Carlos Alberto.* 240-242

AMARANTO Y EL USO DE PESTICIDAS: CASO TOCHIMILCO, PUEBLA • *Romero Romano Carlos Osvaldo; Ocampo Mendoza Juventino; Navarro Garza Hermilio; Sandoval Castro Engelberto; Calderón Sánchez Francisco; Franco Mora Omar.* 243-246

BARRA DE AMARANTO, ELABORADA ARTESANALMENTE, FORTALECIDA CON NUTRACEÚTICOS NATURALES • *López-Méndez, O.X., Calvo-Morales, O.R. & Calvo-Carrillo, M.C.* 247-251

DETERMINACIÓN DE PERFILES SENSORIALES DEL GRANO REVENTADO DE AMARANTO DE LAS VARIEDADES YEZTIC Y CALYECAC, ORIGINARIAS DE SANTIAGO TULYEHUALCO, D. F. • *Guerrero Jacinto Maira Itzel y Viesca González Felipe Carlos* 252-256

COMPORTAMIENTO DEL EFECTO DE CONSUMO AMARANTO EN EL SERVICIO DE COMIDA DE UN GRUPO DE PACIENTES CON DIABETES MELLITUS 2 EN SAHUAYO, MICHOACAN, MEXICO • *Flores-Anaya, S; Ochoa Ocaña, MA y Carrillo Cázares, Y.* 257-260

EVALUACIÓN SENSORIAL A UNA LECHE VEGETAL, A BASE DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*, VAR. GABRIELA) Y AJONJOLÍ (*Sesamum indicum L.*), ADCICIONADA DE JARABE DE Agave *salmiana,* VAR. PÚA LARGA • *Meneses Cahuatzi B., Flores-Morales A., Mendoza Medina L.A., Sánchez-Contreras A.* 261-263

EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AMARANTO EN PUEBLA • *Moreno Cortez, K., Bonilla Gasca, V., Saucedo Sánchez, C., Porras-Loaiza, P.* 264-267

EFECTO DEL AMARANTO (*Amaranthus* spp.) EN EL CRECIMIENTO DE RATAS WISTAR • *Carmona M., Medel J., Sánchez D.* 268-269

ELABORACIÓN DE UN ALIMENTO FUNCIONAL CONGELADO CON BASE EN EXTRACTO PROTEICO DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) Y CHÍA (*Salvia hispanica* L.) • *Jordán Pérez C.J., Nava Arenas D. y Jiménez Serna, A.* 270-274

ELABORACIÓN DE PAN DE CAJA A PARTIR DE MEZCLAS DE HARINA: ARROZ, MAÍZ Y AMARANTO • *Morales Guerrero J.C., Sánchez Vargas P.E.* 275-278

PASTAS SIN GLUTEN COMO ALTERNATIVA SALUDABLE EN LA DIETA DE PACIENTES CON ENFERMEDAD CELIACA • *Morales Guerrero J. C; Vázquez Mata N y García Zepeda, R.A* 279-282

CONTENIDO DE AMINOACIDOS DEL AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*) VARIEDAD ARELI CULTIVADA EN CUAPIAXTLA TLAXCALA • *Pro Martínez A., Santiago Gómez R., Hernández Marín J. A., Martínez Ortega L. T., Martínez Ortega A., Gamboa Ramírez C. y Bárcena Gama R.* 283-285

MICRORECETARIO DIGITAL DE AMARANTO: IDEAS PARA FOMENTAR SU CONSUMO Y FORTALECER EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN FAMILIAR EN CHILE • *Ortega-Sepúlveda A.* 286-290

COMPROBACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL AMARANTO ORGÁNICO PARA SUPERAR LA DESNUTRICIÓN INFANTIL DE 0 A 5 AÑOS Y MÁS DE 5 A 12 - CICLOS 2015-2017 • *Hernández Garciadiego, Raúl; Herrerías Guerra, Gisela; Márquez Bazán, Jorge; Eugenio Morales, Pánfilo.* 291-294

PROGRAMA PUEBLA NUTRIDA CASO DE ÉXITO EN LA DIFUSIÓN DEL CONSUMO DE AMARANTO EN PUEBLA • *Gallegos Carmona Paola.* 295-298

DESARROLLO DE UNA GALLETA DE AMARANTO PARA LA DIETA DE LA MADRE EN PERIODO DE LACTANCIA • *Peláez Castañeda A.E.,González García A.F. , Mejía Garibay B. y Porras-Loaiza P.* 299-302

AMARANTH HIGHLIGHTS FROM THE 2018 DRYLAND FARMING CONFERENCE IN ARUSHA, TANZANIA • *Sumner, Walton* 303-306

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CONSUMO HABITUAL DE AMARANTO EN INDICADORES BIOQUIMICOS Y ANTROPOMETRICOS DE UN GRUPO DE PACIENTES CON DIABETES MELLITUS 2 EN MICHOACAN, MEXICO • *Ochoa Ocaña, María Antonieta, González Mendoza, Olivia y del Ángel Escalona, Andrés* 307-311

ACEPTABILIDAD DEL AMARANTO REVENTADO EN ESCOLARES CHILENOS • *Bustos Nelly; Baginsky Cecilia, Leytón Barbara; Rossi Natalia.; Cuevas Carla.* 312-314

CONOCIMIENTO DE LA CULTURA ALIMENTARIA LOCAL PARA INCORPORAR A LA DIETA ALIMENTOS ENRIQUECIDOS CON AMARANTO • *Calderón Martínez M. E., Taboada Gaytán O. R., Argumedo Macías A., Ortiz Torres E., López P. A., Jacinto Hernández C.* 315-318

5. Sociocultura y Arqueología.

Evidencias arqueológicas. Revaloración del patrimonio biológico y cultural. Nuevos hallazgos.

PROPUESTA PARA LA AUTOGESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL AMARANTO: PROTAGONISMO DEL AMARANTOCULTOR (A) • *Bohórquez Tascon Gerardo* 320-321

¿TIENE EL AMARANTO EL POTENCIAL AGRONÓMICO PARA SER UN FENOMENO MUNDIAL COMO LA QUINUA? • *Sesma Hernández L. F., Espitia Rangel E., Valverde Ramos, M. G., Rivas Valencia P., Escobedo López, D. y A. V. Ayala Garay* 322-326

6. Mercado del amaranto (Oferta-demanda, análisis de precio, tendencias, entre otros).

Dinámica de oferta-demanda. Inestabilidad del precio. Modelos de comercialización. Exportación.

PERCEPCIÓN, OPINIÓN Y ACTITUD DE LOS PRODUCTORES DE AMARANTO EN TORNO A PROCESOS DE AGREGACIÓN DE VALOR EN EL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO, PUEBLA • *Jaramillo Villanueva José Luis, Corona González Noemí Alejandra* 328-332

RENTABILIDAD ECONÓMICA Y SOCIAL DEL AMARANTO (*AMARANTHUS* SPP.) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN, CONVENCIONAL Y ORGÁNICO EN TOCHIMILCO, PUEBLA • *Corona González N. A. y Jaramillo Villanueva J.L.* 333-335

EL CONSUMO DE AMARANTO *(Amaranthus spp)* **EN EL CENTRO DE MÉXICO** • *Ayala-Garay A. V., Espitia Rangel E., Altamirano-Cárdenas R., Ireta-Paredes A. R., González-Molina L., Muñiz-Reyes E.* 336-339

RENDIMIENTO ESTIMADO DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) DEL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO, PUEBLA • *Cervantes Vargas, J., Ortiz Torres E. y Argumedo Macías A.* 340-342

7. Políticas públicas y financiamiento.

Experiencias locales y regionales. Vínculos gubernamentales.

OPORTUNIDADES DEL PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR CHILENO PARA LA INSERCIÓN DEL AMARANTO COMO ALIMENTO ANCESTRAL • *Bustos Nelly; Candia Eduardo; Coloma Rodrigo; Baginsky Cecilia* 344-346

8. Experiencias locales, organización social y soberanía alimentaria.

Creación de redes y organizaciones comunitarias para producir, transformar y comercializar productos.

RELACIONES SOCIALES ENTRE EMPRESAS FAMILIARES Y CONEXION CON INSTITUCIONES • *Méndez Bautista C, L. Manzo-Ramos F* 348-352

PROMOTING PRODUCTION AND CONSUMPTION OF AFRICAN INDIGENOUS VEGETABLES (AIVS) IN UGANDA THROUGHGOOD SEED INITIATIVE • *Otim Alfred Okiro, Idd Ramathani, Ogose Maureen* 353-359

NIÑOS SALUDABLES Y FUTURO SALUDABLE AMARANTO • *Kuri, Muru, Duy Quizhpilema Lucinda; Pichazaca Mayancela Nicolás* 360-361

AMARANTO NÄNÄ HAI: ACCIONES PARA EL DESARROLLO SOCIAL • *Jiménez Hurtado Vianney y Pastrana Trejo Fredy* 362-367

CARACTERIZACIÓN DEL VALOR DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN TORNO AL CULTIVO DE AMARANTO EN TOCHIMILCO, PUEBLA • *Cruz López Vianii, Ocampo Fletes Ignacio, Juárez Sánchez José Pedro, Argumedo Macías Adrían, Castañeda Hidalgo Ernesto* 368-372

PUENTE Y EL AMARANTO EN EL CONTEXTO OAXAQUEÑO, QUINCE AÑOS DE PERSPECTIVA • *Noll, Pete* 373-374

AGISTRALES EXPERIENCIA DE LOS MÓDULOS DE ABONOS PARA LA PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA EN LA MIXTECA OAXAQUEÑA • *Puente a la Salud Comunitária AC.* 375-376

COMPROBACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL AMARANTO ORGÁNICO PARA SUPERAR LA DESNUTRICIÓN INFANTIL DE 0 A 5 AÑOS Y MÁS DE 5 A 12 - CICLOS 2015-2017 • *Hernández Garciadiego, Raúl; Herrerías Guerra, Gisela; Márquez Bazán, Jorge; Eugenio Morales, Pánfilo.* 377-380

FORTALECIENDO LA ECONOMÍA SOLIDARIA POR MEDIO DEL AMARANTO • *del Villar Zamacona Eduardo Mauricio* 381-385

ESTRATEGIA MUNICIPAL PARA CULTIVAR Y CONSUMIR AMARANTO (*Amaranthus* spp.) EN HUAYACOCOTLA, VERACRUZ, MÉXICO • *Cuenca Badillo, J. A.; Martínez Barragán A. Y.; Morán Bañuelos, S.H. y Barrales Domínguez, J.S.* 386-389

10. PONENCIAS MAGISTRALES

FOOD AND ECONOMIC IMPORTANCE OF AMARANTH FOR AREAS WITH HIGH DROUGHT CASES IN KENYA • *Mashua Leyian Elvis* 391-394

PROPIEDADES NUTRITIVAS Y NUTRACÉUTICAS DE LA SEMILLA DE AMARANTO • *Barba de la Rosa A. P.* 395-398

EL AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L.) EN BOLIVIA • *Fuentes Fernández W. y Calle Cruz C.* 399-410

SITUACION ACTUAL DEL CULTIVO DE LA KIWICHA (*Amaranthus caudatus* L.) EN EL PERÚ • *Mujica Sánchez A.; Perales, N.; Moscoso, G.; Chuquimia, D.; Chura, E.; Pocco, M.; Apaza, J, Calandri, E.* 411-416

OPORTUNIDADES Y RETOS DEL CULTIVO DEL AMARANTO EN LA REPÚBLICA DE CUBA • *Alexander Miranda Caballero C., Y. Valle Fernández, B. Benítez Fernández y M. Porr.* 417

AGROBIODIVERSIDAD Y COSMOVISIÓN ANDINA • *Grimaldo Rengifo Vásquez* 418-427

AMARANTO PARA NUTRIR A MÉXICO UN ALIMENTO ESTRATÉGICO • *Ponce Sánchez J.* 428-430

CHROMOSOME-SCALE ASSEMBLY OF AMARANTH (*A. HYPOCHONDRIACUS*) PROVIDES INSIGHT INTO CHROMOSOME EVOLUTION • *D.J. Lightfoot, D.E. Jarvis, T. Ramaraj, R. Lee, E.N. Jellen, P.J. Maughan.* 431-437

"EL AMARANTO COMO SOLUCIÓN NUTRICIA PARA UNA DIETA SIN GLUTEN BIEN EQUILIBRADA" • *Ana María Calderón de la Barca* 438-439

CONSTRUIR AUTONOMÍA BAJO LA TORMENTA • *Gustavo Esteva* 440

GRAIN AMARANTH DEVELOPMENTS: OPTICAL GRAIN SORTING, GEOSMIN FLAVOR, AND MALE STERILITY • *Brenner, David M.* 441-442

CONSERVACIÓN, ESTUDIO Y USO DE GERMOPLASMA PARA EL MEJORAMIENTO GENETICO DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) EN MÉXICO • *Espitia Rangel E., D. Escobedo López, A.V. Ayala Garay, P. Rivas Valencia, M.G. Valverde Ramos y L.F. Sesma Hernández* 443-456

1. Recursos genéticos y resguardo comunitario

Colecta y caracterización del germoplasma. Conservación y Mejoramiento. Bancos de semillas. Nuevas variedades.

GRUPO DE ENLACE PARA LA PROMOCIÓN DEL AMARANTO EN MÉXICO

RECOLECCIÓN DE PARIENTES SILVESTRES DE AMARANTO (*Amaranthus* sp.) EN EL ESTADO DE DURANGO

Alejandre Iturbide Gabriel[1]* ,Rojas López Marlon[2]
Ramírez Noya David[3]

[1]Instituto Politécnico Nacional CIIDIR Unidad Durango, Av. Sigma 119, Fracc. 20 de nov. II, Durango, Dgo.C.P.34220, correo electrónico: ghiturbide@hotmail.com; [2] Instituto Politécnico Nacional CIBA Tlaxcala, Tepetitla, Tlaxcala; [3] Instituto Politécnico Nacional CIIDIR Unidad Durango

Eje temático: 1
País: México
Palabras clave: Durango, quelite, quintonil, germoplasma, recolección

INTRODUCCIÓN

El amaranto silvestre, quintonil o quelite en el estado de Durango reviste una gran importancia ya que hay regiones donde abundan numerosas poblaciones naturales, que crecen bajo diferentes condiciones ecológicas, es una maleza que se utiliza para alimentar cerdos en algunos poblados del estado. Sin embargo son escasos los estudios sobre amaranto silvestre así como de la recolección de semillas, en su mayoría se han realizado exploraciones enfocadas a estudios taxonómicos, como es la recolección de material vegetativo como ejemplares de herbario, como los realizado por Chetham *et al*., (1995), así como diversos estudios genéticos llevados a cabo por Williams y Brenner,1995. Por ello la recolección sistemática y dirigida hacia las especies silvestres dentro del estado de Durango es de gran relevancia para fines de conservación de la variabilidad genética de éstos parientes silvestres. Al estar emparentado con los amarantos cultivados tiene gran importancia como fuente de genes, ya que se podrán incorporar características genéticas a la especies cultivadas mediante programas de mejora genética convencional es decir a través de selección o mejora asistida por marcadores moleculares. El objetivo del presente estudio fue recolectar el germoplasma disponible de especies silvestres de amaranto en el estado de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

La recolección de las especies silvestres de amaranto se inició durante el año 2014.Se reviso la bibliografía pertinente, se visitaron lugares después del inicio de las lluvias, principalmente en los municipios de Durango, Nombre de Dios, Poanas, Súchil, Pánuco de Coronado y Vicente Guerrero. En dichos sitios se realizaron recorridos durante el transcurso del año para detectar la presencia de amaranto silvestre, se visitó en época de floración, para después regresar en época de cosecha o época en que las panojas estuvieran maduras fisiológicamente para poder recolectar la semilla. En la época e cosecha comprendida de septiembre a octubre se procedió a iniciar los viajes de recolección de panojas .Las panojas maduras fueron recogidas en bolsas grandes de papel y en ocasiones en costales de plástico y costales de manta. Posterior a esto. las semillas se llevaron al laboratorio para desgranarlas y secarlas bajo la exposición al sol durante el día. Se

realizó el pesado de semilla, de aproximadamente 10 gramos y se llevó a cabo un conteo de semillas, con el propósito de precisar el numero de semillas en un gramo, esto debido a que SINAREFI SNICS solicita de un numero especifico de semillas que se tienen salvaguardar en el banco de germoplasma, las cuales son de aproximadamente 10 gramos. Durante el año de colecta de 2014, en el mes de noviembre, se presentaron lluvias poco comunes durante una semana. Dichas lluvias causaron muchos problemas a la población en general, desde luego que afectó a la agricultura de temporal, ello ocasionó que se localizaran nuevos sitios de colecta. Los datos que se colectaron en campo fueron las coordenadas, altitud, nombre del sitio, municipio. Además e estos datos se cumplimentó un base de datos. Los datos de pasaporte se llenaron en la base de datos llamada Germocalli proporcionada por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos del SNICS(Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas) dependiente de la SAGARPA. Cada una de las colectas se colocaron en bolsas de papel con su etiquetado y su base de datos cumplimentada y se entrego en las oficinas del SINAREFI-SNICS–SAGARPA Cd. De México, para su envío y resguardo al banco de germoplasma designado para tal efecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron veinte accesiones de semillas de amaranto silvestre en los municipios de: Panuco de Coronado, Durango, Nombre de Dios, Poanas, Súchil y Vicente Guerrero. Cuadro 1,Cuadro 2.

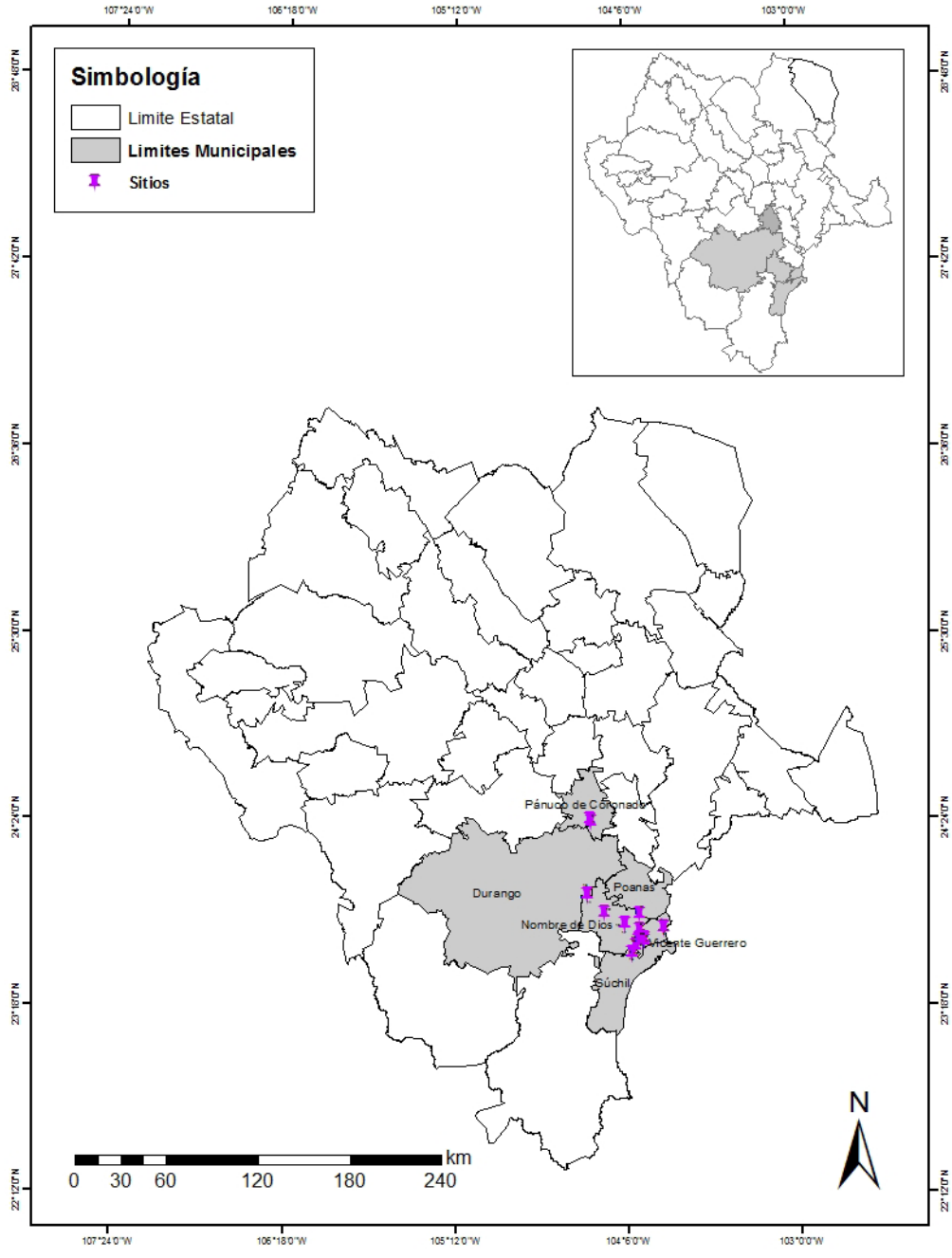
Cuadro 1. Colectas de amaranto silvestre (***Amaranthus sp***.) en el estado de Durango.

Colecta	Localidad	Municipio	altitud	latitud	longitud
AIG197	Fco.I. Madero	Pánuco de Coronado	1976	24° 23’48”	104° 19’ 15”
AIG 198	Fco.I. Madero	Pánuco de Coronado	1976	24° 24’21”	104° 19’ 46”
AIG 199	El Ancón	V. Gro.	1914	23° 45’10”	104° 00’ 43”
AIG 200	Vicente Guerrero	V. Gro.	1914	23° 46’06”	103° 51’ 35”
AIG 201	San Pedro-Soledad	V. Gro.	1987	23° 39’28”	104° 02’ 22”
AIG 202	Vicente Guerrero	V. Gro.	1914	23° 46’06”	103° 51’ 35”
AIG 203	San José Molino	V. Gro.	1947	23° 41’21”	103° 59’ 01”
AIG 204	San José Molino	V. Gro.	1928	23° 42’01”	103° 59’ 20”
AIG 205	La Michilia	Súchil	2007	23° 37’08”	104° 03’ 40”
AIG 206	La Michilia	Súchil	2007	23° 37’03”	104° 03’ 38”
AIG 207	La Joya /Villa Union km 2	Poanas	1897	23° 50’56”	104° 00’ 43”
AIG 208	Nombre de Dios	Nombre de Dios	1731	23° 51’09”	104° 14’ 39”
AIG 209	La Peña (Km252) Carr. Dgo-N.Dios	Durango	1950	23° 57’60”	104° 21’ 05”
AIG 210	La Peña (Km 252) Carr. Dgo-N. Dios	Durango	1950	23° 57’60”	104° 21’ 05”
AIG 211	La Michilia	Súchil	2006	23° 37’13”	104° 03’ 46”
AIG 212	N.Dios/V, Gro.	V. Gro.	1934	23° 47’30”	104° 06’ 24”
AIG 213	N.Dios/V.Gro.	V. Gro.	1934	23º 47’30”	104º06’ 24”
AIG 214	San Isidro (Posta)	V. Gro.	1934	23° 42’02”	104° 00’ 53”
AIG 215	San Pedro	V. Gro.	1956	23° 41’11”	104° 01’ 19”
AIG 216	San Fco.Javier	V. Gro.	1934	23° 42’41”	104° 00’ 20”

En relación a los sitios de colecta, estuvo determinado por la recolección de semillas disponible, las condiciones de lluvias anormales que se presentaron en la primera semana de noviembre del año 2014. Durante el verano ya se habían determinado los sitios para recoger las semillas, debido a las lluvias intensas se pudrió la semilla y se desgranó la panoja por lo que no fue posible obtener semilla, debido a esta razón se escogieron otros sitios donde se pudiera obtener semilla suficiente.

Todas las colectas corresponden a la especie botánica de amaranto (*Amaranthus hybridus* la morfología del amaranto silvestre en cuanto a color de hoja y tallo, son todas similares presentaron hojas y tallos de color verde, la altura de planta varió de un metro a un metro sesenta cm en promedio. Con respecto a la variabilidad de color de grano, en los amarantos silvestres sólo se tienen semilla de color negro. El ciclo de crecimiento del amaranto silvestre comprende los meses de junio, generalmente el inicio de lluvias de temporal en el estado de Durango, completando 120 a 150 días de ciclo desde germinación en el suelo hasta madurez de grano, la maduración de la semilla de amaranto silvestre

Cuadro 2. Sitios de colecta de amaranto silvestre en el estado de Durango.



ocurre durante los meses de septiembre y octubre, durante el mes de octubre casi la mayoría de las plantas presentan sus panojas secas, por lo cuál es la época mas conveniente para cosechar panojas de amaranto silvestre. Los quelites generalmente se desarrollan en suelos profundos y de topografía plana, es muy raro encontrar poblaciones de quintonil prosperando en las laderas, generalmente las semillas pueden durar varios años en el subsuelo y hasta que se presentan las condiciones adecuadas de humedad todo el banco de semillas presentes en el área germinan y crecen en manchones. Aunque también es común encontrar los amaranto silvestres creciendo en áreas perturbadas. Las características genéticas principales que es posible explotar en los parientes silvestres son la tolerancia a factores bióticos y abióticos, así como tamaño de grano.

CONCLUSIONES

Se recolectaron veinte accesiones de amaranto silvestre (*Amaranthus hybridus L.)* en los sitios que corresponden a los municipios de :Panuco de Coronado, Nombre de Dios, Súchil y Vicente Guerrero. En los amarantos silvestres las semillas son de color negro, a diferencia de las especies cultivadas las cuáles presentan diferente coloración de acuerdo a la especie y la variedad.

REFERENCIAS

Cheatham, Scooter, Marshal C. J. and Lynn Marshal. (1995).The useful wild plants of Texas. The southeastern and southwestern United States, Southern Plains, and Northern Mexico. Useful wild plants Inc. Austin Texas. pp 255-287.

Williams, J. T. and D. Brenner.(1995). Grain amaranths *In*: Cereals and Pseudocerals. Chapman and Hall. pp. 129-186.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de recogida de germoplasma de amaranto silvestre se realizó con el apoyo financiero de COFUPRO-SNICS-SINAREFI-SAGARPA durante los años 2013-2014. Los autores Gabriel Alejandre Iturbide, Marlon Rojas López David Ramírez Noya agradecen al Instituto Politécnico Nacional y la Comisión de Apoyo y Fomento de las Actividades Académicas del IPN (COFAA) la beca de exclusividad otorgada.

POTENCIAL DE MEJORA DE GERMOPLASMA DE AMARANTO (*Amaranthus cruentus* L.) EVALUADAS BAJO CONDICIONES DEL NORESTE DE MEXICO

Alejandre Iturbide Gabriel[1] * García Pereyra Jesús [2]

[1]* Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. Avenida Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, CP. 34220, Durango, Durango, México. Correo Electrónico, ghiturbide@hotmail.com.
[2]Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, Tecnológico Nacional de México. Durango, Dgo.

Eje temático: 1
País: México
Palabras clave: *Amaranthus cruentus* L., heredabilidad, respuesta a la selección.

INTRODUCCIÓN

El amaranto es un cultivo que se siembra en pequeña escala en los estados de Guerrero, Morelos, estado de México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Nayarit, Veracruz y D. F; y en huertos familiares, en la zona serrana de Sinaloa, Sonora, Chihuahua y Durango. Recientemente, ha resurgido el interés por el consumo de este grano, debido sus propiedades nutritivas (Paredes-López, 1994; Senft, 1979); por lo cual, se prevé que en el futuro se incrementará la demanda de este cultivo para comercializar su grano. Para enfrentar esta situación, es probable que su cultivo se extienda a otras áreas agrícolas del país como pueden ser el norte y noreste, para lo cual será importante disponer de material uniforme adaptado a estas regiones. En estudios previos, García *et al* (2002) encontraron *que Amaranthus cruentus* es la especie de amaranto con mayor adaptación en el noreste de México, en siembras del ciclo temprano y tardío y *Amaranthus. hypochondriacus* se adapta mejor al ciclo tardío en el noreste de México. Por lo anterior, once colectas de *Amaranthus cruentus*, provenientes de diversas localidades del centro ,estado de Morelos, Puebla y sur del país ,estado de Guerrero, se introdujeron a Marín N. L., con la finalidad de determinar su potencial de producción de grano y de mejora genética mediante selección, determinando la variabilidad genética disponible dentro de cada una de ellas. Al respecto, varios autores han evaluado la variación genética existente en variedades criollas de amaranto (Hauptli y Jain, 1984; Vaidya, 1984; Kulakow y Jain, 1987) encontrando una alta variación entre y dentro de ellas; en el presente caso, se espera que dado que las once colectas de amaranto introducidas provienen de localidades con condiciones agroecológicas disímiles, presenten marcadas diferencias entre ellas y variabilidad genética dentro de las mismas. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue: determinar para rendimiento de grano dentro de cada una de las once coletas de *Amaranthus cruentus* L., su potencial de producción, su variabilidad genética, la heredabilidad en sentido amplio y la respuesta promedio a la selección individual y familial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se estableció en Marín, N. L., México. Durante el mes abril de 2003, se sembraron en suelo húmedo cubriéndose con una capa ligera de tierra once colectas de *Amaranthus cruentus* L.

Las once colectas fueron consideradas como tratamientos incluyendo tres testigos: Colecta 33, Huazulco y Acapetlahuaya y el compuesto balanceado de las colectas para hacer un total de 14 tratamientos. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con dos repeticiones. La unidad experimental fue de un surco de 5 x 0.8 m. Se realizaron deshierbes manuales y un raleo a 0.1m entre plantas cuando estas alcanzaron una altura de 0.4 m. Se suministraron tres riegos de auxilio. Se cosecharon plantas con competencia, desgranándolas individualmente para medir el rendimiento de grano. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico de Olivares (1994). Para cada colecta, se efectuaron análisis de varianza, bajo el diseño completamente al azar y con las esperanzas de cuadrados medios de tratamientos y del error experimental bajo el modelo II (Steel y Torrie, 1980); se estimó la varianza genética total como: [$\sigma^2_t = \sigma^2G = (CMT - CME)/r_0$], donde $r_0 = (\sum r_i - \sum r^2/\sum r_i)\ 1/t - 1$; la heredabilidad en sentido amplio como $H^2 = \sigma^2G/CMT$ (Cornide *et al* 1985). Dado que el amaranto es una especie monoica con autogamia parcial (Vaidya y Jain 1987), las accesiones se consideraron como familias de medios hermanos maternos (MHM) y considerando una intensidad de selección de i = 1.4, correspondiente a una presión de selección del 20%, se estimó la respuesta absoluta a la selección individual como $RSI = i.H^2\sigma_F$ (Falconer, 1981) y la respuesta a la selección familial como $RSF = i1/4\sigma^2_A/\sigma_f$ MHM (Márquez, 1985), donde $1/4\sigma^2_A$ es un cuarto de la varianza genética aditiva que se estima con su equivalencia de σ^2G entre familias de MHM y σ_f MHM es la desviación estándar fenotípica entre familias de MHM, la cual se estima como $\sqrt{CMT}$, por lo que la RSF se calculó como $1.4(\sigma^2G)/\sqrt{CMT}$. Así mismo, se midió la respuesta a la selección para el rendimiento de grano por planta (R), considerando el diferencial de selección (D) para cada colecta, estimado como la diferencia entre la media de las dos familias seleccionadas (M_{rg} Fms Sel) respecto a la media de las diez ensayadas que representó la media de la colecta (M_{rg} Col.), siendo D multiplicado por la heredabilidad en sentido amplio (H^2), así: $R = D.H^2$ (Márquez 1985). Con lo anterior, se procedió a identificar las colectas que presentaron el mayor potencial de mejora para rendimiento de grano, considerándolo como una alta respuesta esperada a la selección bajo los tres métodos de estimación conjuntamente con una alta varianza genética.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 11 colectas, la colecta 3 presentó bajo establecimiento en campo; la 2, 9 y 11 fueron sensibles al fotoperiodo, crecimiento vegetativo predominante, altura de 1.8 a 2.2 m, maduración tardía a los 150 días, panículas muy pequeñas y rendimiento de grano muy bajo, por lo que se consideraron sin adaptación al ambiente de prueba.

Las siete colectas restantes se seleccionaron como se indica en el Cuadro 1, donde se aprecia que su ciclo varió de 80 a 120 días. La variedad 1 Santiago Xochistlahuaca, fue la más precoz con 80 días de siembra a cosecha, en tanto que las otras tuvieron de 110 a 120 días, resultado similar al encontrado por García (2002) para la colecta #33 de *Amaranthus cruentus*. El análisis de varianza mostró que no hubo diferencia significativa entre las medias de las colectas ni entre los dos bloques, por lo que se procedió a analizar cada experimento, bajo un diseño completamente al azar utilizando como repeticiones para cada accesión el número de plantas cosechadas con competencia completa. En el Cuadro 2, se observa que en las siete colectas seleccionadas, se detectaron diferencias significativas entre accesiones, lo cual indica que existe variabilidad fenotípica dentro de cada variedad.

Cuadro 1. Colectas de *Amaranthus cruentus* L. y su ciclo de cultivo.

Colecta	Lugar de procedencia	Días de siembra a cosecha
1	Santiago Xochistlahuaca, Gro.	80
2	Morelos Morada	120
3	Morelos Cuarteada	110
4	Morelos Rosada	120
5	Morelos Anaranjada	115
6	Morelos Amarilla	120
7	Santiago Tetla, Puebla	115

Cuadro 2. Varianzas: fenotípica (σ^2_F), genética (σ^2_G), ambiental (σ^2_E), heredabilidad en sentido amplio (H^2), para rendimiento de grano por planta para un ciclo de selección.

Colecta	σ^2_F	σ^2_G	σ^2_E	H^2 %
3	1032.5	159.8	17.6	15.4
2	228.7	34.5	29.8	15.0
7	297.3	43.0	31.0	14.4
6	89.4	10.6	15.8	11.8
4	143.1	16.6	12.5	11.6
5	281.7	30.5	42.0	10.8
1	2875.7	201.3	526.1	7.0

Considerando lo anterior, se calcularon los parámetros genéticos para cada colecta, mostrando sus valores en el Cuadro 2, donde se aprecia que los valores de heredabilidad más altos, hasta del 15.4 %, se presentaron para las colectas 3, 2, y 7, al respecto, Vaidya y Jain (1987), estimaron heredabilidad realizada del 9 % y otros autores han encontrado valores más altos (Joshi, 1986; Hauptli y Jain, 1984). La variedad criolla 1 fue la que presentó la mayor varianza genética y la mayor varianza ambiental, seguida por la variedad criolla 3.

En cuanto al potencial de mejora éste se da en el Cuadro 3., en el cual los incrementos esperados por selección más altos en las medias de rendimiento de grano serían para las variedades 1, 5 y 3; sin embargo, considerando que un alto valor de varianza genética permitiría efectuar más ciclos de selección, las colectas que podrían ser utilizadas para obtener resultados a corto y mediano plazo son 1, 3, 7 y 5. Los resultados de la respuesta a la selección (R) dentro de cada colecta se dan en el Cuadro 4, y se observa que las colectas 3, 7, 1 y 2 registraron los mayores valores para R.

Cuadro 3. Media de rendimiento de grano en g planta^{-1} (M_{rg}), respuestas esperadas a la selección individual (RSI) y familial (RSF) y promedio. Marín N. L.

Variedad criolla	M_{rg} actual	RSI	RSF	Media RSI y RSF	M_{rg} esperada
1	51.00	5.25	5.25	5.25	56.25
5	38.40	2.34	2.55	2.34	40.74
3	28.90	6.74	6.96	6.85	35.75
6	32.50	1.45	1.56	1.50	34.00
7	26.00	3.37	3.49	3.43	29.43
4	24.00	1.84	1.94	1.89	25.89
2	21.00	3.17	3.19	3.18	24.18

Cuadro 4. Cuadro 4. Estimación de la respuesta a la selección dentro de colectas con dos familias seleccionadas de 10 (p = 20%). Marín N. L.

Colec	M_{rg} FS 1	M_{rg} FS 2	M_{rg} Fms Sel.	M_{rg} Col.	D	H^2	R
3	61.5	35.8	48.7	28.9	19.8	0.154	3.04
7	38.2	36.5	37.4	26.0	11.4	0.144	1.64
1	82.5	65.8	74.2	51.0	23.2	0.070	1.62
2	33.9	29.5	31.7	21.0	10.7	0.150	1.60
5	48.5	48.3	48.4	38.4	10.0	0.100	1.00
4	29.6	28.6	29.1	24.0	5.1	0.110	0.56
6	37.2	35.8	36.5	32.5	4.0	0.118	0.47

C=Colecta, M_{rg} FS1 y M_{rg} FS2 = media de rendimiento de grano g. planta^{-1} de las familias seleccionadas 1 y 2 respectivamente, M_{rg} Col. = Media de rendimiento de grano de la colecta, D = diferencial de selección, H^2 = heredabilidad en sentido amplio y R = respuesta a la selección.

Considerando la magnitud de la varianza genética (Cuadro 2) y las tres estimaciones de respuesta a la selección que se calculó en cada colecta (Cuadros 3 y 4) se deduce que las colectas 1 y 3 fueron las que se mantuvieron en el grupo superior en cada una de las cuatro estimaciones.

CONCLUSIONES

Las colectas de amaranto procedentes del sur del estado de Guerrero fueron altamente sensibles a las condiciones de fotoperiodo de Nuevo León, sin embargo las colectas del estado de Morelos y Puebla mostraron excelente adaptación agronómica, longitud del día y condiciones altas de temperatura
Las coletas en cuanto a rendimiento de grano y con mejor potencial de mejora a corto plazo son la 1 (Santiago Xochistlahuaca) y 3 (Morelos cuarteada) y las colectas 7, 2 y 5, respectivamente Santiago Tetla, Morelos morada y Morelos anaranjada, podrían considerarse para su mejora a mediano plazo

Las colectas 4 y 6, respectivamente Morelos rosada y Morelos amarilla son las de menor potencial de mejora.

AGRADECIMIENTO

El autor Gabriel Alejandre Iturbide agradece al Instituto Politécnico Nacional y la COFAA del IPN por la beca de exclusividad otorgada. A la EDI. Secretaria Académica del IPN

BIBLIOGRAFIA

Cornide M T, H Lima, G Gálvez y A Sigarroa(1985) Genética vegetal y fitomejoramiento, Editorial Científico. La Habana, Cuba.

Falconer D S (1981) Introduction to quantitative genetics. Longman Group Limited. London.

García P J, C G S Valdés L, E Olivares S, H Bernal B, I. Mata E, H Medrano R y Gabriel Alejandre Iturbide (2002). Rendimiento de grano y forraje de amaranto en Marín, N. L. Memoria del XVII Ciclo de Seminarios de Otoño. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Agronomía U.A.N.L. Marín, N.L.

Hauptli H y Jain S K (1984). Genetic structure of landraces population of the new world grain amaranths. Euphytica, 33, 857-84.

Joshi B D(1986) Genetic variability in grain amaranth. Indian Journal of Agric. Science.56, 574-6.

Kulakow P and S Jain (1986) Genetics of grain amaranths. 4. Variation and early generation response to selection in*Amaranthus cruentus* L. Theoretical Applied Genetics. 74:113-120.

Márquez S F (1985) Genotecnia vegetal. Tomo I. A.G.T. Editor S.A. México, D.F.

Olivares S E (1994) Paquete de diseños experimentales FAUANL, versión 2.5.Facultad de Agronomía. U.A.N.L.,Marín, N.L.

Paredes L O (1994) Amaranth: biology chemistry and technology. CRC. Press Boca Raton, Fla.

Steel R G D and J H Torrie (1980)Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. McGraw Hill. Second Edition. U. S.A.

Vaidya K R, Jain S K (1987) Response to mass selection for plant height and grain yield in amaranth (*Amaranthus* spp.) 3. Plant Breeding.

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE AMARANTO EN LOS VALLES ALTOS DEL CENTRO DE MÉXICO

Valverde Ramos M. G. [1], Espitia Rangel E.* [1], Sesma Hernández L. F. [1], González Molina L. [1], Rivas Valencia P. [1], Escobedo López, D. [1] y A. V. Ayala Garay[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Km.13.5 de la Carretera los Reyes-Texcoco, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México, 56250, México. Autor de correspondencia: espitia.eduardo@inifap.gob.mx

Eje temático: 1
País: México
Palabras clave: rendimiento, estabilidad, variedades.

INTRODUCCIÓN

El amaranto es un nuevo cultivo con potencial para aumentar la diversidad de cultivos sembrados comercialmente y de hacer una contribución importante en la producción de alimentos en el mundo. A nivel mundial son pocas las variedades mejoradas obtenidas por los programas de mejoramiento. Generalmente se ha seleccionado y uniformizado cultivares nativos tanto por sus características agronómicas, período vegetativo, rendimiento de grano y otras de importancia; las cuales debidamente seleccionadas y estabilizadas han sido difundidas como variedades mejoradas. En México se tienen las variedades mejorada Revancha, Nutrisol y Rojita; la primera corresponde a *Amaranthus hypochondriacus* y derivada de la raza Mercado (Espitia, 1991, Espitia 1994), cuyas principales características son: alto potencial de producción de grano (4518 kg/ha), precoz con 131 días de período vegetativo, altura de planta adecuada para la mecanización del cultivo (137 cm) y uniformidad de maduración, además de otras características importantes como color verde de la planta, panoja erecta con pocas ramificaciones cortas, grano de color blanco y adaptación en zonas templadas de 1400-2400 msnm. Nutrisol es más tardía y es adecuada para sistemas de producción convencional; mientras que Rojita por su precocidad es adecuada para regiones de estación corta de crecimiento y con bajas precipitaciones (Espitia y Toledo 2006). Existen otras variedades mejoradas por ejemplo se reportan Mariel y Frondosa del Colegio de Postgraduados, Laura y Gabriela del Instituto Tecnológico del Altiplano, Areli de la Universidad Autónoma Chapingo y Yestic, Calyecac y Cazadora del Sistema Producto Amaranto del Distrito Federal; invariablemente todas estas variedades son selecciones a partir de poblaciones nativas.

Se ha demostrado que, dependiendo de la especie y la raza, los diferentes materiales tienen adaptación específica para los diversos climas y sistemas de producción, por ejemplo *A. cruentus* en general presenta mejor adaptación a condiciones semitropicales (transición), mientras que *A. hypochondriacus* se adapta mejor a condiciones templadas propias de valles altos. Esto hace necesario que se evalúen las variedades y líneas avanzadas disponibles con el fin de identificar las de mejor comportamiento en las diversas condiciones agroecológicas, ya sea para su recomendación para su registro y liberación (Espitia 1992, Espitia 1994). El objetivo de la presente investigación fue evaluar los genotipos generados por el programa de mejoramiento de amaranto del INIFAP, en las zonas productoras convencionales del centro del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los genotipos de amaranto utilizados fueron Nutrisol, Revancha, AG-67, Cruza, AGIM, L-145, Determinada, Areli, L-4 y L-50 de la especie *A. hypochondriacus*; de la especie *A. cruentus* se incluyeron Amaranteca y Benito. Los ambientes de prueba fueron Santa Lucía de Prias en dos fechas de siembra en 2016 y 2017 y Boyeros en el Estado de México y Cuapiaxtla, Tlax. Los genotipos se sembraron en bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluó aparición de inflorescencia (API), días a madures (MAD), periodo de llenado de grano (PLLG), altura de planta (ALT), longitud de inflorescencia (LIN), diámetro de la inflorescencia (DIN), peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PHE), rendimiento por día (RPD) y rendimiento de grano (REN). Para el análisis estadístico se utilizó PROC GLM del SAS y para la comparación de medias la prueba de Tukey (0.05). Se realizó un análisis de la estabilidad del rendimiento mediante una regresión de las medias de los genotipos sobre las medias de los ambientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias altamente significativas en la mayoría de las variables para Ambiente, Genotipo y para interacción Ambiente x Genotipo, excepto en esta última fuente de variación para peso de mil granos, rendimiento por día y rendimiento (Cuadro 1). Lo que indica una respuesta diferencial de los genotipos a través de las condiciones prevalentes en los ambientes en los que estas se evaluaron, excepto en los conceptos antes indicados.

En el Cuadro 2 se presenta la comparación de medias entre genotipos. Para las variables fenológicas son los genotipos de la raza Azteca (L-50, Areli de UACH, L-145, L-4 del ITAT y Determinada) los que presentan los valores más altos, todos con más de 75 días a emergencia de la inflorescencia y más de 148 días a madurez. En el grupo intermedio se encuentran Nutrisol, AG-67, AGIM, Amaranteca y Benito, este grupo presentó emergencia de inflorescencia de 64 a 73 días madurez de 131 a 136. El periodo de llenado de grano varió de 61 a 76 días, siendo Revancha la que presentó el periodo más corto. El grupo más precoz conformado por los genotipos Revancha y Cruza son los más precoces en todas las variables fenológicas. En las variables de tamaño también fueron los genotipos de la raza Azteca los de mayor altura, longitud de inflorescencia y diámetro de tallo; lo mismo sucedió con las variables de semilla. En el rendimiento fue el genotipo L-50 el que presentó en mayor rendimiento por día y el mayor rendimiento de grano, superando al testigo de este grupo de madurez que es Areli. En el grupo de maduración intermedia AG-67 y AGIM superaron en rendimiento al testigo Nutrisol. En el grupo más precoz Revancha rindió más que el genotipo Cruza, por lo que sigue siendo una variedad con muy buen comportamiento.

Cuadro 1. Cuadrados medios para las variables estudiadas entre genotipos evaluados en seis ambientes de los Valles Altos del centro de México. P-V 2017.

Variables/Fuentes de variación	Amb	Rep(Amb)	Gen	Amb*Gen	Error
gl	5	15	11	46	129
Emergencia de inflorescencia (días)	200.74**	3.27	1282.83**	54.44**	2.59
Días a madurez	4104.72**	4.27	2755.57**	101.45**	2.94
Periodo de llenado de grano	4611.45**	5.08	541.52**	105.49**	4.88
Altura de planta (cm)	66739.99**	435.19	13804.14**	509.61**	194.82
Longitud de la inflorescencia (cm)	1820.18**	25.68	255.40**	65.36**	25.59
Diámetro de inflorescencia (cm)	548.11**	2.46	48.09**	5.82**	3.71
Diámetro de tallo (mm)	548.11**	2.46	48.09**	5.82**	3.71
Peso de mil granos (g)	0.04**	0.04	0.13**	0.02NS	0.02
Peso hectolítrico (kg)	10.94**	2.00	12.44**	3.42**	2.31
Rendimiento por día (kg)	601.49**	61.72	357.64**	47.83NS	41.19
Rendimiento (kg ha^{-1})	17586947.3**	1241128.6	11911806.2**	1081117.9NS	834360

**, NS diferencias altamente significativas y diferencias no significativas.

Cuadro 2. Comparación de medias de variables estudiadas entre genotipos evaluados en seis ambientes de los Valles Altos del centro de México. P-V 2017.

Genotipo	API	MAD	PLLG	ALT	LIN	DIN	PMG	PHL	RPD	REN
L-50	76.6bc	151.2b	66.9c	206.3b	55.1bc	19.3ab	0.912a	82.0a	28.5a	4357.3a
Areli	75.7cd	149.6bc	73.8b	170.4c	50.2cd	19.5ab	0.879ab	81.0ab	25.0ab	3707.3ab
L-4	78.1ab	154.7a	76.6a	163.4c	47.7d	17.2bc	0.716cd	81.3ab	23.6abc	3690.8ab
L-145	79.6a	151.6b	64.2de	217.3b	55.1bc	20.4a	0.871ab	81.4a	23.8abc	3681.6ab
Determinada	79.0a	148.0c	57.2f	245.4a	67.7a	21.6a	0.879ab	81.8a	24.4abc	3658.0ab
AG-67	64.2fg	131.3f	61.7e	163.2c	55.7bc	17.0c	0.661d	81.1ab	24.5abc	3225.0bc
Nutrisol	73.9d	136.8d	55.6fg	204.1b	56.3b	20.9a	0.714d	81.2ab	21.5abc	2953.6bcd
AGIM	66.8e	134.3e	62.4e	170.6c	56.4b	17.9bc	0.745bcd	80.4abc	21.0abc	2833.9bcd
Revancha	61.3h	119.1g	51.3h	159.2c	47.6d	17.1c	0.868abc	79.5bc	20.7bc	2447.4cde
Amaranteca	66.0ef	135.3de	63.8de	161.6c	54.4bc	18.1bc	0.731bcd	80.3abc	16.8cd	2272.0cde
Cruza	51.9i	115.0h	53.9g	131.1d	50.4cd	16.2c	0.738bcd	80.3abc	18.5bc	2109.8de
Benito	64.0g	134.2e	65.4cd	171.1c	50.0cd	18.0bc	0.781abcd	78.6c	10.7d	1442.5e
DSH	1.87	1.996	2.572	16.25	5.891	2.244	0.153	1.883	7.739	1101

Medias en hileras con las mismas letras son estadísticamente iguales

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan en cuanto a potencial de rendimiento concuerdan con los reportados anteriormente (Espitia 1994, Mujica et al., 1997). Los genotipos L-50 del grupo tardío, AG-67 y AGIM del grupo intermedio podrían ser propuestos para su registro y liberación. El genotipo Cruza resultó ser el más precoz hasta ahora (115 días a madurez), podría ser utilizado en cruzamientos como fuente de precocidad en mejoramiento genético. Como muestran los resultados, los genotipos derivados de la especie *A. hypochondriacus* raza Azteca son los que presentan las plantas de mayor tamaño, las más tardías y las de mayor rendimiento; de hecho, tal vez sean los genotipos de mayor potencial rendimiento a nivel mundial. Estos son los de las zonas productoras de Ciudad de México, Tlaxcala, Puebla; sin embargo, por la talla y ciclo no pueden ser utilizados en sistemas de producción más intensivos o en zonas donde el periodo de crecimiento es menor. Para estas condiciones podrían funcionar AG-67, AGIM y Cruza.

En la Figura 1 se presenta la estabilidad de las nueve variedades evaluadas en los seis ambientes, las cuales fueron agrupadas por su ciclo de cultivo. Del grupo de variedades tardías (A) L-145 resultó con mejor respuesta en buenos ambientes y L-50 como variedad estable, además esta última presentó el mayor rendimiento de todas las variedades evaluadas, por lo que por su estabilidad y rendimiento es altamente deseable para ser liberada. En el grupo de las precoces la variedad Revancha resultó como variedad estable (*bi*= 0.68) tal y como ya había sido reportada (Espitia 1991), sin embargo, en esta evaluación presentó una tendencia de comportarse mejor en ambientes desfavorables. Por su parte Cruza también resultó estable, aunque es de menor rendimiento, esta maduró en 115 día en promedio. Ambas variedades funcionan bien en siembras de invierno donde no hay heladas. En el grupo de genotipos de maduración intermedia destacan los genotipos AG-67 y AGIM que resultaron como estables y de mayor rendimiento que el testigo Nutrisol. En este mismo grupo se encuentran Benito y Amaranteca que son variedades de la especie A. cruentus, resultaron con rendimientos bajos, sin embargo, cabe aclarar que estas están mejor adaptadas a regiones semitropicales que no fueron representadas en los ambientes de prueba de esta evaluación

CONCLUSIONES

El genotipo L-50 del grupo de materiales tardíos fue estable y de alto rendimiento. En el grupo de madurez intermedia los genotipos AG-67 y AGIM resultaron estables y con alto rendimiento. Estos tres materiales por su estabilidad y rendimiento son altamente deseables, por lo que pueden ser propuestos para su registro y liberación. En el grupo precoz Revancha resultó estable y de buen rendimiento.

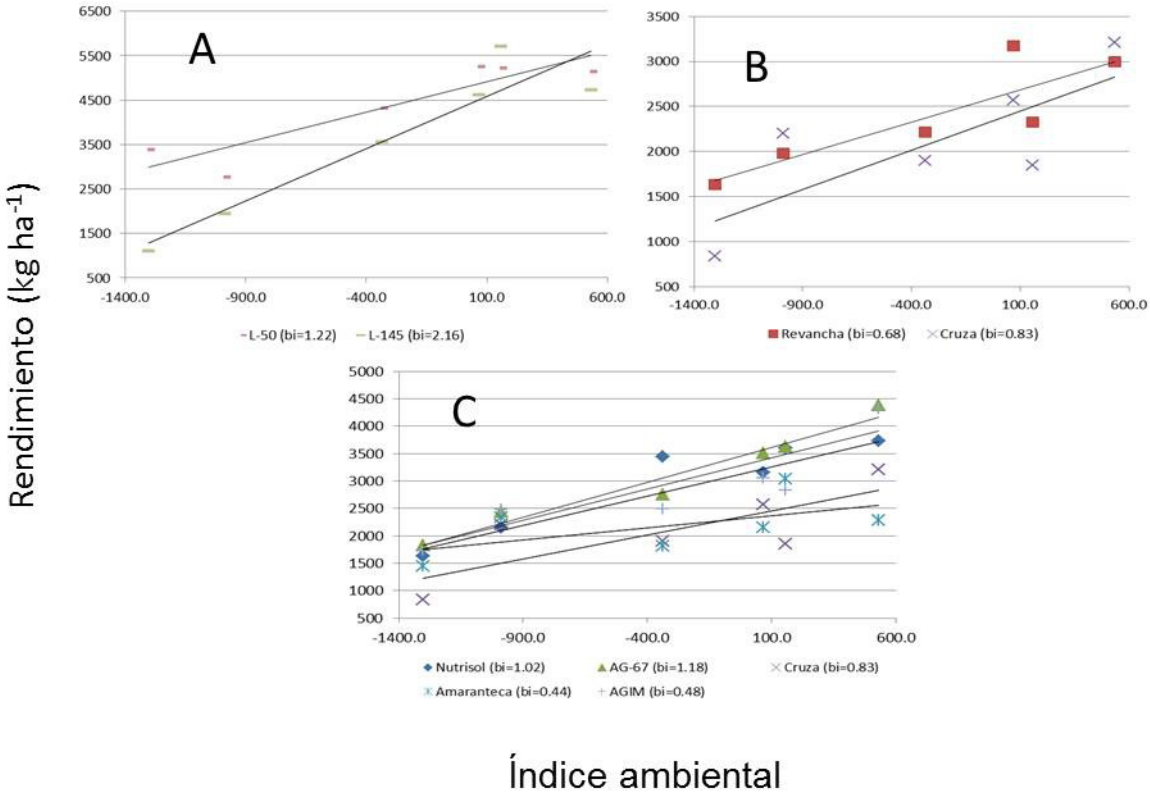


Figura 1. Estabilidad de las variedades evaluadas agrupadas por A) tardías, B) precoces y C) intermedias entre paréntesis se presenta el *bi* de cada variedad.

LITERATURA CITADA

Espitia R E. 1991. Estabilidad del rendimiento en amaranto. *En*: Primer Congreso Internacional del Amaranto, Oaxtepec, Morelos, 22-27 sep. México, pp:65.

Espitia R E (1992) Amaranth germplasm development and agronomic studies in México. Food reviews International 8(1) 71-86.

Espitia Rangel E. y P. Toledo Reyes. 2006. Catálogo de productos y servicios de la Región Centro. SAGARPA INIFAP CIRE. 160 pp.

Espitia Rangel, E. 1994. Breeding of grain amaranth. pp. 23-38. *In*: PAREDES-LÓPEZ, O. (ed.) Amaranth: biology, chemistry and technology. CRC press, Boca Raton, USA.

Mujica, Sánchez A., Berti Díaz M. and J. Izquierdo. 1997. El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.): producción mejoramiento genético y utilización. FAO Roma Italia. 145 pp.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE AMARANTO (*Amaranthus* ssp.) COLECTADO EN LA REGIÓN ANDINA DE ECUADOR

*Delgado Pilla H[1]; Tapia Bastidas C.G[2]; Naranjo Quinaluisa E.J[2]; Borja Borja E.J[2] y Martín Clemente J.P[1]

[1]Universidad Politecnica Madrid, E.T.S de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Departamento de Biotecnología-Biología Vegetal. Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España.
*Correo-e: angelica.delgado.pilla@alumnos.upm.es; juanpedro.martin@upm.es,
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Santa Catalina, Panamericana Sur Km. 1 vía Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, Ecuador.
Correo-e: cesar.tapia@iniap.gob.ec; edwin.naranjo@iniap.gob.ec; bbenkas@yahoo.com

Eje temático: 1
País: Ecuador
Palabras clave: *biodiversidad, caracterización, razas locales.*

INTRODUCCIÓN

El género *Amaranthus* L. contiene más de 70 especies, de las cuales la mayoría son nativas de América y sólo 15 provienen de Europa, Asia, África y Australia (Robertson, 1981). Históricamente, el origen y domesticación del amaranto (*Amaranthus* spp.) se ha ubicado en el Centro-Norte de América (Guatemala y México) y Sudamérica (Ecuador, Perú y Bolivia). Junto con el maíz (*Zea mays* L.) y el fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), fue uno de los principales productos para la alimentación de las culturas prehispánicas (Peralta *et al.,* 2008). A partir de la década de los 80, el amaranto cobra mayor importancia, debido a su alto valor nutritivo y a su amplio rango de adaptación a ambientes desfavorables, como sequía, altas temperaturas y suelos salinos, limitantes para otros cultivos de interés (Horto, 2014). En Ecuador, el amaranto es conocido como ataco o sangorache, y suele estar asociado con otros cultivos, como tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.), tuna (*Opuntia tuna* L.), babaco (*Carica pentagona* H.), ají (*Capsicum annuum* L.) o maíz (*Zea mays* L.), entre otros. Su inflorescencia se utiliza para la elaboración de colorantes o como aditivo nutricional y aromatizante en varias preparaciones de bebidas y comidas tradicionales, como horchata, colada morada, chicha y morcilla. Los granos también son utilizados para obtener harina. Las hojas tiernas se usan como verdura para sopas, de forma similar a la espinaca (Patrimonio Alimentario del Ecuador, 2016). En el presente trabajo se ha llevado a cabo la caracterización de la diversidad morfológica y agronómica de razas locales de ataco colectadas durante 2014-2015 en las tres provincias de la sierra ecuatoriana con mayor producción de este cultivo (Imbabura, Tungurahua y Cañar).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se han utilizado 92 accesiones de *Amaranthus* spp. conservadas en el Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIIAP), que fueron colectas entre octubre de 2014 y noviembre de 2015 en la región andina de Ecuador, en altitudes comprendidas entre los 2700 y 3200 msnm (Tabla 1).

Se sembaron parcelas con 14 plantas/accesión/surco a distancias de 0,80 m entre plantas y 0,70 m entre surcos; como barrera viva se sembró centeno (*Secale cereale* L.). Las prácticas agronómicas se

Tabla 1. Número de accesiones estudiadas de *Amaranthus* spp., colectadas en tres provincias de la región andina de Ecuador.

Provincia	Nº de accesiones (código)
Imbabura	30 (i1-i30)
Tungurahua	33 (t1-t33)
Cañar	29 (c1-c29)
TOTAL	92

llevaron a cabo de una manera uniforme para todas las parcelas. Los datos se tomaron de 10 plantas por accesión. Para la caracterización agromorfológica se utilizaron 30 descriptores desarrollados por Sumar *et al*. (1986), 11 variables cuantitativas (D1-D11) y 19 cualitativas (D12-D30). Se realizó un análisis descriptivo para los datos cuantitativos, obteniendo para cada uno de ellos valores de la media, rango, desviación estándar y coeficiente de variación. Para las variables cualitativas se calcularon los coeficientes de contingencia de Cramer (Kendall & Stuart, 1979) y de Pearson (Pearson, 1922), con el objetivo de detectar las variables más discriminantes. Para describir las relaciones entre el germoplasma caracterizado se llevó a cabo un análisis de agrupamientos, mediante el método jerárquico de aglomeración de la suma incremental del método cuadrado (Ward, 1963), utilizando una matriz de distancias de Gower (Gower, 1967). Finalmente, para determinar las variables cuantitativas más significativas en la diferenciación de los distintos grupos que se obtuvieron en el dendrograma, se realizó un análisis de la varianza y un test LSD de Fisher (Fisher, 1936). Todos estos análisis se hicieron con el programa InfoStat (Di Rienzo *et al*., 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los resultados del análisis estadístico descriptivo para las variables cuantitativas. El rendimiento de grano por planta fue la variable que presentó el mayor valor de coeficiente de variación (CV = 57,2%); mientras que, el número de días a la madurez fisiológica fue la variable más homogénea (CV = 2,17%).

Unícamente 7 de las 19 variables cualitativas analizadas presentaron variabilidad y sólo 5 de ellas fueron significativamente discriminantes (Tabla 3).

En el dendrograma (Figura 1) se muestran las relaciones obtenidas con los datos de caracterización agromorfológica para las 92 accesiones estudiadas. Se diferencian claramente dos grandes grupos,

Tabla 2. Estadística descriptiva de las 11 variables cuantitativas analizadas en las 92 accesiones de *Amaranthus* spp estudiadas.

Código descriptores	Variable cuantitativa	Media	CV(%)	Mín	Máx
D1	Días a la emergencia	6,2	16,7	6,0	13,0
D2	Días hasta la formación del botón floral	73,4	8,2	65,0	105,0
D3	Días a la floración	90,4	8,3	71,0	140,0
D4	Días a la madurez fisiológica	170,4	2,2	168,0	176,0
D5	Altura de la planta (cm)	172,8	12,4	96,0	218,0
D6	Largo de la hoja (cm)	15,2	12,1	10,0	20,7
D7	Ancho de la hoja (cm)	9,0	13,1	6,0	12,4
D8	Longitud del peciolo (cm)	13,6	11,9	7,4	16,2
D9	Tamaño de la inflorencencia terminal (cm)	56,9	12,0	35,0	73,5
D10	Tamaño de la semilla (mm)	1,1	11,5	1,0	1,9
D11	Rendimiento de grano por planta (g)	194,8	57,2	12,0	771,3

Tabla 3. Análisis de contigencia de las variables cualitativas estudiadas en las 92 accesiones de *Amaranthus* spp. Los valores significativos de *p* (<0,05) se muestran en negrita.

Código	Variable	Coeficiente Cramer	Coeficiente Pearson	*p*-valor
D13	Índice de ramificación	0,09	0,12	0,2307
D15	Pigmentación del tallo	0,16	0,22	**0,0336**
D18	Color de la hoja	0,15	0,20	**0,0336**
D24	Forma de la inflorescia terminal	0,37	0,47	**<0,0001**
D25	Tendencia de la inflorescencia	0,59	0,64	**<0.0001**
D27	Color de la inflorescencia	0,16	0,22	**0,0336**
D30	Resistencia al vuelco	0,09	0,02	0,3990

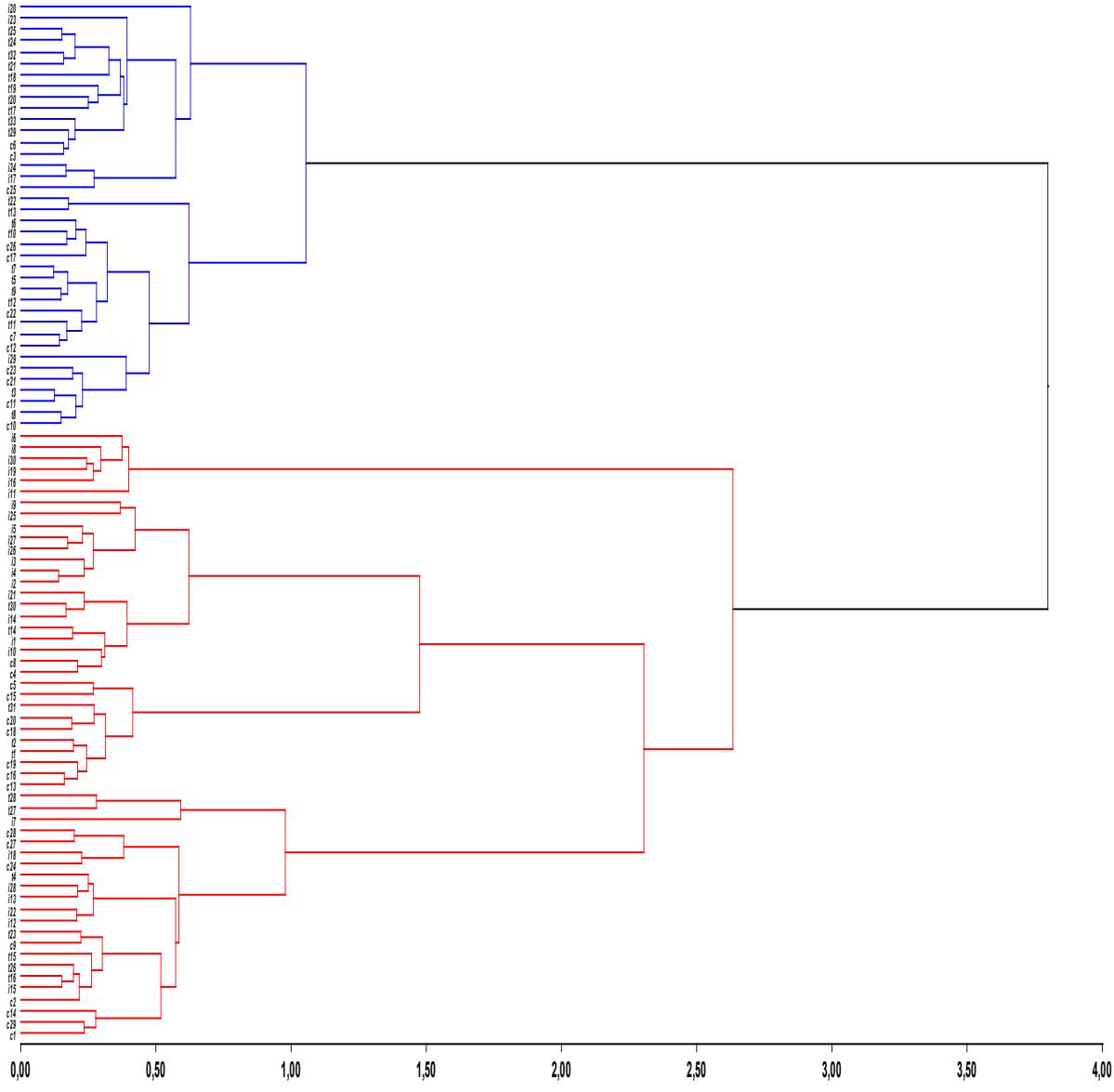


Figura 1. Dendrograma obtenido por el método de agrupamiento jerárquico de Ward mediante las distancias de Gower para las 92 accesiones de ataco estudiadas.

separados a una distancia de 3,80. En el Grupo I se ubican 38 accesiones, agrupadas a una distancia de 1,06 y caracterizadas por presentar todas ellas color púrpura en tallo, hojas e inflorescencia, además de ser resistentes al vuelco y presentar un mayor rendimiento de grano por planta; quedando en el Grupo II las 54 accesiones restantes, agrupadas a una mayor distancia (2,67) y que se caracterizan por presentar las plantas de mayor altura y un indice de ramificación con muchas ramas cerca de la base del tallo.

Con respecto a las variables cuantitativas, se detectaron diferencias significativas para altura y rendimiento de grano entre los dos grupos de accesiones. Por otra parte, considerando las variables cualitativas, se indentificaron dos tipos de ataco, en el primero, las plantas presentaron pigmentación rosada del tallo, hojas de color verde e inflorescencia también rosada; mientras que el segundo, contenía materiales con pigmentación en tallo, hojas e inflorencencia de color púrpura. Estos resultados concuerdan con lo reportado previamente por Peralta *et al*. (2008).

CONCLUSIONES

Sólo cinco de los 19 descriptores cualitativos analizados resultaron ser significativamente discriminantes, pero permitieron distinguir dos tipos de ataco en cuanto a la pigmentación en tallo, hojas e inflorescencia, esencialmente plantas de color rosado y plantas de color púrpura. En el análisis de agrupamientos se diferenciaron dos grandes grupos de accesiones, con diferentes características agromorfológicas y diferencias significativas para las variables cuantitativas de altura de la planta y rendimiento de grano por planta. Estos resultados pueden ser de gran utilidad para futuros estudios de caracterización morfológica y, a su vez, podrían justificar la implementación de un programa de conservación en la región andina de Ecuador, mediante el establecimiento de colecciones nucleares (¨core collections¨) y estudios de erosión genética, que ayudasen a generar estrategias de gestión para este germoplasma de alto valor nutricional.

REFERENCIAS

Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M. & Robledo, W. (2016). InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar

Fienberg, S. (1977). The analysis of crossclassified data. Cambridge. Massachusetts: MIT Press.151 p.

Horton, D. (2014). Investigación Colaborativa de Granos Andinos en Ecuador. Fundación McKnight y Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias: Quito, Ecuador. 74 p.

Gower, J.(1967). A comparison of some methods of cluster analysis. Biometrics, 23: 623-627.

Kendall, M. and Stuart, A. (1979). The advanced theory of statistics. New York, USA. Volumen 2: Macmillan Publishing Company, Inc.

Legaria Solano, J. P. (2010). Diversidad genética en algunas especies de amaranto (*Amaranthus* spp.). Revista Fitoteccnia Mexicana, 33: 89-95.

Pearson, K. (1922). On the x^2 testo f goodness of fit. Biometrika, 14: 186-191.

Peralta, E., Villacrés, E., Mazón, N., Rivera, M. & Subía, C. (2008). El ataco, sangorache o amaranto negro (*Amaranthus hybridus* L.) en Ecuador. Publicación Miscelánea N° 143. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. INIAP. Quito, Ecuador. 71 p.

Peralta, E. (2012). El amaranto en Ecuador, “Estado del Arte”. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. INIAP. Quito, Ecuador. 43 p.

Patrimonio alimentario. 2016. Consultado el 11-05-2018. Disponible en: http://patrimonioalimentario.culturaypatrimonio.gob.ec/wiki/index.php/Ataco

Robertson, K. (1981). The Genera of Amaranthaceae in the Southeastern United States. Journal of the Arnold Arboretum, 62: 267-313.

Sumar, K.; Blanco, G., y Pacheco, N. (1986). Desriptores para *Amaranthus* (con orientación para *Amaranthus caudatus* L.). Tercera edición, corregida y aumentada. Programa de Investigaciones de *Amaranthus*. Reporte 86-3. Programa Nacional de la Kiwicha, Universidad del Cusco, Perú. 20 p.

Ward, J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association, 58: 236–244.

CARACTERIZACIÓN Y USO DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) COMO VERDURA EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA, MÉXICO

C. Mapes[1]; Peralta, R. L.[1]; Díaz Ortega, A.[1] y Blancas V. J.[2]

[1] Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior s/n. Ciudad Universitaria. Delegación Coyoacán, C. P. 04510. CDMX. México. cmapes@ib.unam.mx
[2] Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC) - Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad No. 1001, Col Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. C.P. 62209.

Eje temático: 1
País: México
Palabras clave: recursos fitogenéticos, verdura, Sierra Norte de Puebla.

INTRODUCCIÓN

La región de la Sierra Norte de Puebla es una de las áreas de México donde el uso del amaranto como verdura ha tenido un papel muy importante, las hojas son consumidas en una amplia gama de platillos. Las especies que se encuentran presentes son *A*. *hypochondriacus*, *A*. *cruentus*, *A*. *hybridus* y *A*. *spinosus*. La diversidad de especies y razas tiene una estrecha relación con los principales sistemas agrícolas, las características que las plantas presentan, la época de aprovechamiento y el manejo que reciben. El germoplasma disponible muestra una gran diversidad morfológica por lo que este estudio tuvo como objetivo hacer una caracterización de los materiales colectados en esta zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se evaluaron 28 colectas en el ciclo agrícola Primavera-Verano 2013 en un terreno localizado en San Francisco Zacapexpan, Zacapoaxtla Puebla. La caracterización morfológica se realizó con base en la clasificación de Grubben y Van Sloten (1981). Los caracteres considerados se evaluaron durante la floración, después de la floración y durante la madurez y los registros de campo se realizaron en diez plantas marcadas en cada unidad experimental.

Para el análisis de los datos se construyó una matriz de datos la cual se analizó mediante el programa NTSYS-PC (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System versión 2.2, Exeter Software). Con las variables cuantitativas y cualitativas multiestado se obtuvo un fenograma el cual se construyó mediante una matriz de similitud usando el coeficiente de correlación momento- producto de Pearson y la técnica de ligamiento media aritmética no ponderada (UPGMA, “unweighted pair-group method using arithmetic averages”).

Adicionalmente y para complementar el análisis de agrupamiento se hizo un análisis de componentes principales (PCA) mediante el mismo programa mencionado anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el fenograma (Figura 1) se pueden apreciar dos grandes grupos:

El primero contiene a las colectas 1235, 1431,1381, 1370,1262,1263, 1392,1193 y 1221 que corresponden a *A*. *hybridus*.

El segundo grupo contiene a las colectas 1432, 1425, 996, 1204, 1433, 1300, 1203, 1170, 1005, 1184, 1200 1437,1171, 1289, 1423, 1270,1343, 1340 y 1272 que corresponden a *A*. *hypochondriacus* razas Azteca y Mixteca.

El modelo que se elaboró para representar las afinidades de las colectas y la relación que guardan en un arreglo bidimensional (Figura 2). Se puede apreciar que como parte del componente principal 1 se vuelven a formar los dos mismos grupos mencionados anteriormente en el fenograma. Mientras que para el componente principal 2 no se forman grupos definidos.

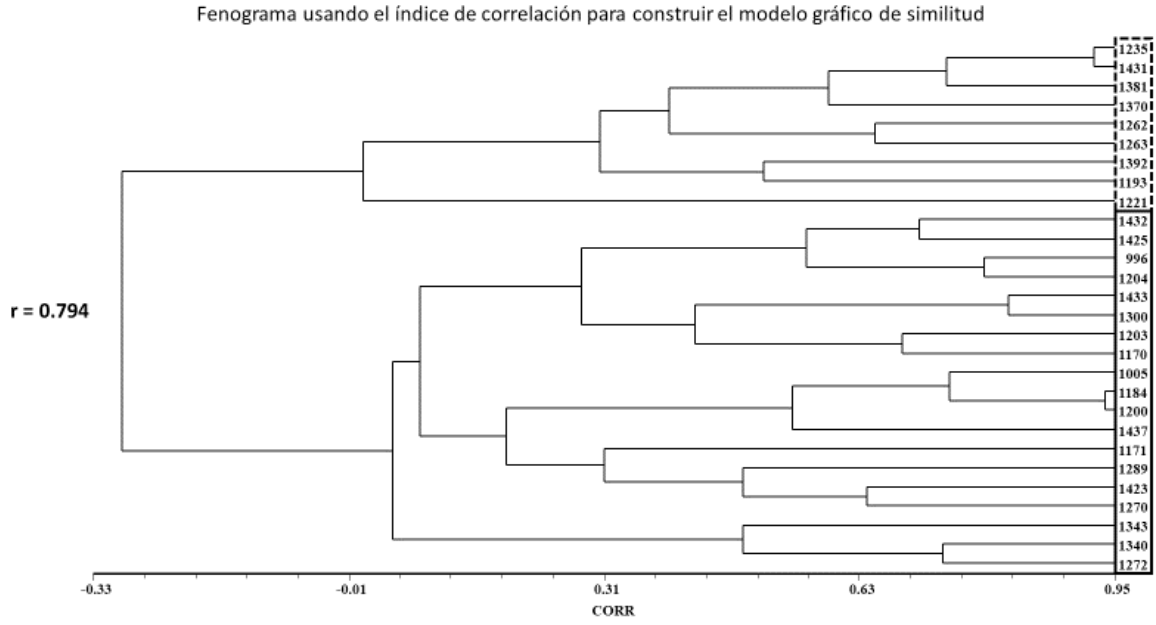


Figura 1. Fenograma usando el índice de correlación para construir el modelo gráfico de similitud.

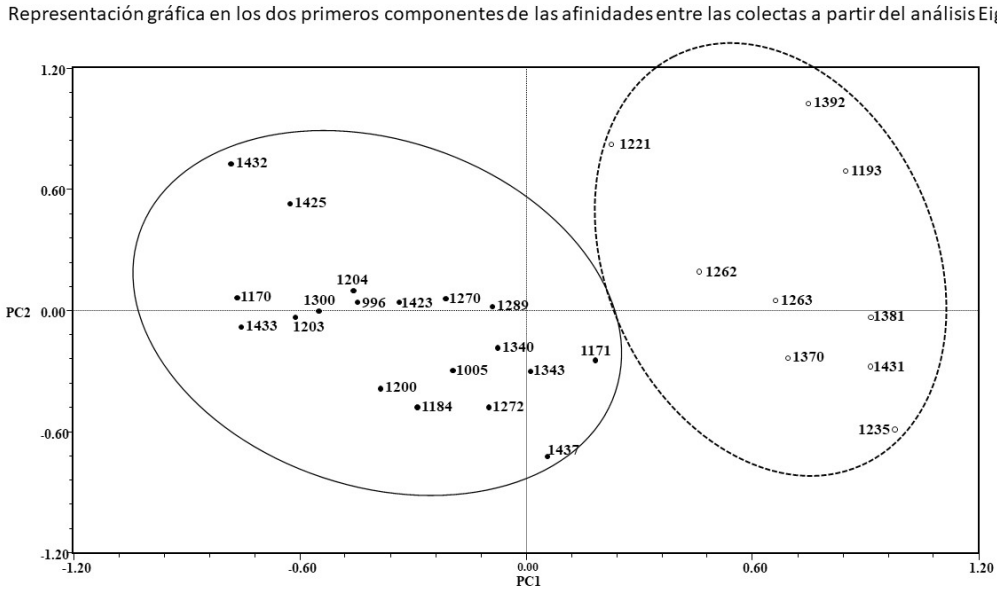


Figura 2. Representación gráfica en los dos primeros componentes de las afinidades entre las colectas a partir del análisis Eigen.

En el cuadro 1 se puede apreciar el peso que poseen las variables y la relación que guardan con el arreglo bidimensional (Figura 2). Se observa que hasta el componente principal tres representa el 60% de la variación explicada. El restante 40% se debe al azar.

En el cuadro 2 se puede apreciar el peso que poseen las variables y la relación que guardan con el arreglo bidimensional.

Las variables más importantes (en negritas) en el primer componente principal (CP1) de mayor a menor son: ancho de la hoja (ANHO), densidad de la inflorescencia (DEIN), forma de la inflorescencia (FOIN) y color de la inflorescencia (COIN). Todas tienen una correlación positiva. En el caso del componente principal 2 (CP2) las variables más importantes de mayor a menor son: diámetro del tallo (DITA), altura de la planta (ALP), largo del pecíolo (LP) y rendimiento (REIN). Todos los datos tienen correlación negativa. En el componente principal 3 (CP3) las variables más importantes de mayor a menor: son color de la hoja (COHO) y color de la inflorescencia (COIN).

CONCLUSIONES

El germoplasma de amaranto usado a manera de verdura en la Sierra Norte de Puebla presenta mucha variabilidad. Esta última se puede utilizar de manera ventajosa a partir de las características del tallo, hojas e inflorescencias así como caracteres cuantitativos como son la altura de la planta, la cantidad de hojas producidas y el período de floración.

Cuadro 1. Resultados del análisis Eigen, generado a partir de una matriz de similitud usando el coeficiente Varianza-Covarianza.

Componente	Eigen valor	Porcentaje	% Acumulado
1	5.2291	32.68	32.68
2	2.9369	18.35	51.03
3	1.6757	10.47	61.51
4	1.383	8.644	70.15
5	1.12	7.01	77.16
6	0.96	6.05	83.22

Cuadro 2. Resultados del análisis, generado a partir de una matriz de similitud usando el coeficiente Varianza-Covarianza, donde se aprecia el peso que tienen las variables.

Variables	CP1	CP2	CP3
FOIN	**0.8446**	0.3616	0.0662
RALAT	0.6953	0.0333	-0.0289
COIN	**0.8339**	0.1533	0.0729
COTA	-0.2663	0.2847	-0.1408
FOHO	0.3611	0.1449	0.3331
COHO	0.0417	0.2417	**0.7219**
COIN	-0.2526	-0.1974	**-0.5829**
DEIN	**0.8769**	-0.2989	0.022
LOIN	0.066	0.3677	-0.1949
DIIN	-0.763	-0.2204	0.1285
ALP	0.0219	**-0.7213**	0.4146
DITA	0.2265	**-0.755**	0.4527
LOHO	0.7535	-0.492	-0.1804
ANHO	**0.8912**	-0.3518	-0.0901
LP	0.4373	**-0.6619**	-0.4484
REIN	-0.3309	**-0.6441**	0.0027

En la Sierra Norte de Puebla se reconocen dos subregiones: tierra fría y tierra caliente. En el primer caso predomina la especie *A*. *hypochondriacus* mientras que en el segundo caso *A*. *hybridus*. Esta última especie se caracteriza por presentar floración muy tardía, poca producción de inflorescencias, muy alta producción de hojas con colores rojos muy intensos, carácter que es muy apreciado por la gente.

REFERENCIAS

Mapes S. C., A. Díaz O., J. Blancas. (2012). Caracterización de germoplasma de amaranto (*Amaranthus* spp.) para verdura. *In*: Espitia Rangel E. (ed.). Amaranto: Ciencia y Tecnología. Libro Científico No. 2. INIFAP/ SINAREFI. México, pp.163-201.

Grubben G.J. H, D. H. Van Sloten. (1981). Genetics resources of amaranths. International Board for Plant Genetic Resources, Rome. Italy. 57 pp.

AGRADECIMIENTOS

Al sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (SINAREFI) y al Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM por el apoyo y financiamiento de esta investigación.

DESARROLLO DE VARIABILIDAD GENÉTICA DE Amaranthus sp MEDIANTE INDUCCIÓN DE MUTACIONES PARA SU EMPLEO EN PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

Gómez Pando L.*[1], Ibáñez Tremolada M.[1], Deza Montoya D.[2]

[1] Programa de Cereales y Granos Nativos, Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina s/n, La Molina, Lima - Perú. * luzgomez@lamolina.edu.pe, pcereal@lamolina.edu.pe
[2] Alumna Post-grado Universidad Nacional Agraria La Molina

Eje temático: 1
País: Perú
Palabras clave: Fenotipo, kiwicha, caracterización, germoplasma, descriptor.

INTRODUCCIÓN

La lucha contra la desnutrición es una labor constante en el Perú. Para ello se requiere producir alimentos con mayor calidad nutritiva. El cambio climático puede afectar la producción de los cultivos, por lo que las investigaciones se han orientado a rescatar y revalorar las especies nativas capaces de prosperar en condiciones marginales. La kiwicha (*Amaranthus caudatus*) es una alternativa valiosa para combatir la desnutrición en el sector rural, debido a su valor nutritivo y su tolerancia al calor y la sequía. Además de la kiwicha, otras especies de amarantos han sido introducidas a Perú, para evaluar su grado de adaptación y su potencial agronómico.

Las variedades tradicionales producto de la evolución genética natural y la selección realizada por los agricultores tienen que ser adaptadas a una agricultura comercial con mayores exigencias y satisfacer la demanda de la industria. La inducción de mutaciones es un método que permite mejorar una o pocas características en las variedades tradicionales, incrementando su potencial agronómico (Singh *et al*., 1980; FAO/IAEA, 1991; Gramatikova, 2005a; 2005b; Hamid *et al*., 2006: Adamu y Aliyu, 2007; Dyulgerova, 2008; Tomlekova, 2010; Verma *et al*., 2018). Las mutaciones son al azar y su valor dependerá de los cambios producidos en la morfología y fisiología de las plantas, que repercuten en forma favorable en el rendimiento y calidad (Shuet *et al*., 2012). Los cambios observados, por efecto de la aplicación de agentes mutagénicos, están generalmente relacionados con macro o micromutaciones y dependiendo de los caracteres involucrados, pueden tener importancia en los programas de mejora.

De acuerdo al Organismo Internacional de Energía Atómica, hay más de 3275 variedades mutantes superiores de 224 especies (https://mvd.iaea.org/#!Home). En *Amaranthus* se informa el registro de la variedad mutante Sterk oficialmente liberada en 1992, en Rusia, de semillas tratadas con un mutagénico químico de la cruza *A. paniculatus* x *A. nutans* y las características más importantes mejoradas fueron tolerancia a sequía y a baja temperatura. La variedad mutante New Asuteka, de *Amaranthus* sp, liberada oficialmente el 2006 en Japón, obtenida empleando rayos gamma con una dosis de 500 Gray, las características mejoradas fueron precocidad y reducción de altura de planta. Otra variedad mutante es Centenario, liberada el 2006 en el Perú,

fue obtenida mediante la aplicación de rayos gamma con una dosis de 400 Gray y las características mejoradas de importancia son el rendimiento y componentes (https://mvd.iaea.org/#!Home).

La presente investigación tuvo como objetivos: identificar el espectro de mutaciones y su frecuencia en la generación M_2 y M_3 e identificar mutantes, con valor agronómico en la generación M_4, de una población desarrollada de la accesión de *Amaranthus* sp., denominada Huacho, empleando radiación gamma con la dosis de 400 Gray.

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Material genético – *Amaranthus* sp. Accesión Huacho

Fue colectada en campo de agricultor en Huacho, creciendo como maleza en un suelo arenoso y salino. Planta con tallos purpura con estrías verdes, hojas verde-purpura, panoja purpura de tipo intermedio y densidad intermedia y granos negros, con una altura de 200 cm aproximadamente y tardía. Una porción de 250 g de semillas con 12% de humedad fueron irradiadas con rayos gamma en el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN). La dosis de irradiación seleccionada fue 400 Gray. Igual cantidad de semillas sin irradiar fue empleada como testigo referencial para los procesos de evaluación.

2.2. Metodología y evaluación

Los ensayos de campo se realizaron en La Molina (costa central del Perú, 242 msnm). El manejo de las poblaciones M_1, M_2, y M_3 siguió los protocolos establecidos para este tipo de experimentos. La generación M_4 se sembró y estudió bajo un sistema de parcelas de observación, sin repeticiones. Las parcelas consistieron de cuatro surcos de 4 m de largo, la distancia entre surcos fue de 0.8 m, dejando un surco libre entre parcelas. Se emplearon prácticas culturales adecuadas a un campo comercial de kiwicha. En las generaciones M_2 y M_3 se trabajaron 45807 y 30922 plantas, respectivamente; y se evaluó el tipo y frecuencia de mutaciones en caracteres morfológicos, ciclo de vida y altura de planta empleando los descriptores de *Amaranthus* del IPGRI (1981). En la generación M_4 se evaluaron 475 mutantes y se determinó el rendimiento preliminar, la altura de planta, duración del ciclo de vida y el peso de mil granos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mutaciones en la generación M_2 y M_3 fueron identificadas mediante la caracterización fenotípica de las plantas. Para caracteres morfológicos se observaron cambios en el color (tallos y estrías, hojas, peciolo, inflorescencias y granos), hábitos de ramificación, manchas en hojas, en morfología de inflorescencias (tipo, densidad y posición). Se identificaron mutaciones de altura de planta y ciclo de vida. Se observaron las mismas mutaciones en las M_2 y M_3, a excepción de las manchas de hojas relacionadas con clorofila que solo se observaron en la generación M_2. La frecuencia de las mutaciones fue mayor en la generación M_3 para la mayor parte de las características evaluadas, probablemente debido a que en la M_3 se empleó el material seleccionado como mutantes candidatos en la M_2, observándose segregación en la progenie de las plantas por el sistema de reproducción de los amarantos, el cual se caracteriza por su alta polinización cruzada, aun en material con aislamiento.

Las plantas muy ramificadas pueden dificultar la cosecha mecanizada y en el experimento se identificaron plantas sin ramificación con una frecuencia de 0.0175 y 0.323 en la generación M_2 y M_3: respectivamente. Mutaciones morfológicas relacionadas a cambios en el patrón de ramificación e inflorescencia fue informado por Deshmukh y Malode (2018); y Verma *et al*., (2018).

Una mutación de color de importancia en esta investigación es el cambio de color de semillas de negras, del material parental, a color guinda, marrón oscuro, marrón claro y crema. Esta última es muy importante y tuvo una frecuencia de 0.0502 y 0.550 en la generación M_2 y M_3, respectivamente. El color es un factor importante relacionado con el uso que le da el agricultor, el mercado y el precio del producto. Algunos caracteres relacionados con la densidad de panoja, también son importantes, por su relación directa con el rendimiento, tamaño de grano y el número de granos por planta. Muchos investigadores informan de este tipo de mutaciones (Nasare, 2011; Aslam *et al*., 2018; Addai y Salifu, 2018).

En la M_4 se evaluaron mutantes promisorios, seleccionados por su comportamiento superior en la generación M_3. Los caracteres observados en esta fase fueron rendimiento de grano, peso de mil granos, altura de planta y ciclo de vida. La evaluación del rendimiento permitió determinar una alta variación

para esta característica, con un rango de rendimiento de 302 a 1628 kg ha^{-1}. El material parental rindió 625 kg ha^{-1} y fue superado por la mayoría de los genotipos mutantes seleccionados. Existen investigaciones que informan del mejoramiento del rendimiento en otras especies (Nasare, 2011; Aslam *et al*., 2018; Yunus *et al*. 2018).

La altura de planta varió entre 95 a 330 cm, con el testigo con valor de 209 cm, permitiendo seleccionar 25 genotipos con una altura de planta que varía de 95 a 150 cm. La duración del ciclo de vida varió de 120 a 160 días, con un material parental de 158 días, seleccionándose 33 genotipos con un ciclo apropiado para la costa peruana menor de 140 días. Para incremento de altura de planta la frecuencia fue igual a 0.0327 y 0.0323 para la M_2 y M_3; respectivamente. Por otro lado, para incremento de altura la frecuencia fue de 0.0633 para la M_2 y de 0.0808 para la M_3.

El peso de mil granos varió entre 0.32 a 0.97 g indicando también una alta variación. Se seleccionaron 15 mutantes con un peso mayor de 0.48 g.

CONCLUSIONES

1.- Las dosis de 400 Gray de rayos gamma indujo mutaciones de caracteres morfológicos y fisiológicos en la accesión Huacho de *Amaranthus caudatus*.

2.- Se identificaron mutaciones útiles como reducción de potencial de rendimiento, altura de planta, precocidad, peso de mil granos y color de granos.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada por: Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Proyecto RLA/5/068 (RLA 2014030) y Consorcio Interuniversitario Flamenco (VLIR), Convenio IUC-Vlir-UNALM Proyecto 2.

REFERENCIAS

Adamu, A.K.; Aliyu, H. (2007). Morphological effects of sodium azide on tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Science World Journal 2(4)*: 9-12.

Addai, I.K.; Salifu, B. (2018). Response of pearl millet (*Pennicetum glaucum* L.) to experimental mutagenesis in the Guinea Savannah agro-ecology of Ghana. *Ghana Journal of Development Studies,15*: 22-36 p.

Aslam, M.; Haq, M. A.; Bandesha, A. A.; Haidar, S. (2018). Niab-777: An early maturing, high yielding and better quality cotton mutant developed through pollen irradiation technique-suitable for high density planting. *The Journal of Animal & Plant Sciences, 28(2)*: 636-646.

Deshmukh, P.D.; Malode S.N. (2018). Effects of gamma radiation on seed germination, plant survival and growth characteristics in *Dianthus caryophyllus* var. Chabaud. *Journal of Global Biosciences. 7(3)*: 5403-5410.

Dyulgerova, B. (2008). *Biological and economic characters of multi-row mutant lines of winter barley*. Proceedings of International Scientific Conference, 5-6 June. Stara Zagora.

Gramatikova, M.; Dyulgerova, B.; Dimova, A. (2005). *Mutations in genetic and breeding program in Karnobat*. Proceedings “Balkan Scientific Conference, Karnobat”, 80-84 p.

Hamid, M.A.; Azad, M.A.K; Howlider, M.A.R. (2006). Development of three groundnut varieties with improved quantitative and qualitative traits through induced mutation. *Plant Mutation Reports 1(2)*:14-16.

Maluszynski, M.; Ahloowalia, B.; Ashri, A.; Nichterlein, K.; van Zanten, L. (1999). Induced mutations in rice breeding and germplasm enhancement. Plant Breeding and Genetic Sections, Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Vienna, Austria, 23 p.

Nasare P.N. (2011). Characterisation of Induced Morphological Mutants in *Ocimum sanctum* Linn. *Online International Interdisciplinary Research Journal 1(2)*:14-28.

Singh, D.; Behl, R. K.; Singh Dihindsa, K.; Sareen, P. K. (1980). Inflorescence mutant in barley. *Current Science 49(3)*: 120-122 p.

Shu, Q.Y.; Forster, B.P.; Nakagawa, H. (2012). Plant mutation breeding and biotechnology. CAB International and FAO.

Tomlekova, N. (2010). Induced Mutagenesis for Crop Improvement in Bulgaria. Plant Mutation Reports, Vol. 2, No. 2, June: 4-27.

Yunus, A.; Parjanto, Nandariyah, Wulandari, S. (2018). *Performance of Mentik Wangi rice (Oryza sativa L.) M_2 generation from gamma ray irradiation*. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 142 012050: 1-8 p.

Verma, A.K.; Dhanasekar, P.; Choudhary, S.; Meena, R.D.; Lal, G. (2018). Estimation of induced variability in M_2 generation of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 7(1)*: 430-436p.

ESTUDIO MORFOLÓGICO Y MOLECULAR DEL DESARROLLO DE LA SEMILLA EN *Amaranthus hypochondriacus* L

Barrales López A.[1]*; Guevara Olvera L.[1] Acosta García G. [1] Espitia Rangel E. [2] González Chavira M.M. [3] Huanca Mamani W. 4 Aguilar Delgado M.[1]

[1] Departamento de Bioquímica. Instituto Tecnológico de Celaya. Avenida Tecnológico y Antonio García Cubas, S/N. Colonia FOVISSTE. Celaya, Guanajuato, C.P. 38010, México. *Correo-e: acilegnabl2@hotmail.com
[2] Campo Experimental Valle de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 13.5 Carretera los Reyes-Texcoco, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México, C.P. 56250, México. Correo-e: espitia.eduardo@inifap.gob.mx
[3] Campo Experimental Bajío. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 6.5 Carretera Celaya – San Miguel de Allende. Apartado Postal 112. Celaya, Guanajuato, C.P. 38110, México. Correo-e: gonzalez.mario@inifap.gob.mx
[4]Laboratorio de Biología Molecular de Plantas, Depto. Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Tarapacá, Chile. Correo-e: whuanca@yahoo.com

Eje temático: 1
País: México
Palabras clave: megasporogénesis, megagametogénesis, desarrollo embrionario, hibridación sustractiva supresiva, expresión génica.

INTRODUCCIÓN

Dentro del ciclo de vida de las plantas superiores el momento culminante es el desarrollo de su unidad reproductora que es la semilla, la cual el hombre la ha utilizado para dos propósitos: reproducción y alimento. Existen pocos estudios que describen la morfología del óvulo y el embrión en *A. hypochondriacus* (Pal *et al*., 1990; Coimbra y Salema 1999), hasta el momento se han desarrollado estudios botánicos sobre la semilla, su composición química y nutraceútica y dos trabajos sobre arabinogalactoproteinas que están involucradas en la dirección del tubo polínico al óvulo durante el proceso de fecundación (Coimbra y Salema 1994, 1997; Morales *et al*., 2009; Huerta y Barba de la Rosa 2012; Huerta *et al*., 2012); sin embargo, no existen estudios sobre los mecanismos genéticos y moleculares que regulan su biología reproductiva. Si se lograra comprender dichos mecanismos se generaría información base para poder desarrollar programas de mejoramiento genético, ya que presenta limitantes agronómicas importantes como el tamaño de la semilla, dehiscencia del fruto, baja estabilidad y homogeneidad de las variedades desarrolladas; también, dentro de los programas de mejoramiento genético se busca desarrollar cereales perennes que disminuyan erosión, que crezcan con menos fertilizantes y herbicidas, que se reproduzcan por apomixis, entre otras (Espitia *et al*., 2010).

Con base en lo anterior este trabajo tuvo como objetivo caracterizar el proceso de formación del megagametofito y del embrión en *A. hypochondriacus*, para lo cual se definieron las etapas de desarrollo a estudiar (antes y después de fecundación) para la obtención del ADNc y poder realizar estudios transcriptómicos, de expresión génica e histológicos que sirvan como base para comenzar a comprender los mecanismos genéticos y moleculares que le confieren características únicas a esta especie, dado que en la actualidad no existen trabajos detallados a nivel morfológico y molecular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudios morfológicos e histológicos. Inflorescencias de *Amaranthus hypochondriacus* L var. Revancha fueron divididas en tres secciones: basal, medio y apical, de acuerdo con el procedimiento descrito por Olufolaji y Odeleye (2011); además, dentro de cada rama se dividió a su vez en tres secciones: basal, medio y apical. Se midió la longitud del ovario, longitud del óvulo y ancho del óvulo en cada posición de la inflorescencia. Los datos fueron analizados como un diseño de bloques completamente al azar usando tres repeticiones por cada tratamiento. Se usó el procedimiento GLM de SAS, y para la comparación de medias se utilizó la diferencia significativa honesta de Tukey (DSH). Para los estudios histológicos, glomérulos fueron fijados en solución FAA (18:1:1 etanol, formaldehido, ácido acético), por 24 h a 4°C. Después de la fijación las muestras se deshidrataron en etanol (35, 50, 75, 80, 90 y 96 %), para después reemplazar gradualmente el etanol por xileno (3:1, 1:1, 1:3 v/v), hasta xileno 100% y poder ser embebidas en Paraplast (Leica) (Johansen 1940). Posteriormente se realizaron cortes con un micrótomo de 8-12 µm. La observación de los estados de desarrollo de la megasporogénesis y megagametogénesis se realizaron mediante el protocolo de clareo descrito por Salinas-Gamboa *et al*. (2016). Después de 25 días de incubación a 4°C se observaron con un microscopio Leica bajo óptica de campo claro y DIC.

Estudios moleculares. Se realizaron dos estrategias para la identificación de que genes que se expresan antes (AF) y después de fecundación (DF), se realizó un análisis *in silico*, en el cual se buscaron genes conocidos de la especie *Arabidopsis thaliana* en la base de datos del transcriptoma (Délano *et al*. 2011; 2012) y del genoma (Sunil *et al*. 2014) de *A. hypochondriacus*, para encontrar homología y diseñar oligonucleótidos específicos de algunos genes cuya función está involucrada en la gametogénesis femenina y el desarrollo embrionario. También se usó la técnica de hibridación sustractiva supresiva (HSS) para generar dos bibliotecas de ADNc en las etapas AF y DF. La síntesis de ADNc, se realizó usando el kitA PCR-Select™ ADNc Subtraction Kit #637401 (Clontech), siguiendo las especificaciones del fabricante. Para los estudios de expresión se usó como técnica RT-PCR semicuantitativo, para la cual se procedió a la síntesis de ADNc usando los reactivos de Revert Aid First Strand cDNA Synthesis Kit #K1621 (Thermo Scientific), se siguieron las especificaciones del fabricante. La síntesis de ADNc se comenzó con una concentración de ARN total de 450 nanogramos para cada uno de los diferentes tejidos evaluados (óvulos AF y DF, tallo, hoja, tépalos y gineceo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de los glomérulos se observaron flores estaminadas con 5 anteras maduras conteniendo los granos de polen, dichas flores completaron su desarrollo antes que las flores pistiladas dentro de la misma rama. Aunque el tamaño del ovario no es afectado por la posición de la rama dentro de la inflorescencia, los óvulos son más grandes cuando se desarrollan en la posición basal o media de la inflorescencia que en la parte apical. El desarrollo y forma del óvulo en la familia Amaranthaceae muestra variaciones como se ha reportado en *Celosia argentea*, *Amaranthus viridis*, *Cyathulatomentosa*, *Pupalialappacea* y *Digeria arvensis* (Kajale 1935, 1940). Se confirmó que el tipo de óvulo es campilótropo y cuando es joven se observó transitoriamente del tipo anátropo. La megasporogénesis y megagametogénesis comienza en la región apical de la nucela, la célula arquespora dará origen a la célula madre de la megaspora, después de pasa por meiosis dará origen a cuatro células haploides. Al final de la meiosis la megaspora localizada en la zona micropilar será la funcional, y no la que se encuentra en la zona calazal como se ha reportado en otras especies. La megaspora funcional pasará por divisiones mitóticas para convertirse en el gameto femenino. Después de la doble fecundación los estados iniciales son caracterizados por una rápida división celular. En la etapa embrionaria se observaron cinco etapas: proembrión, globular, corazón, torpedo y cotiledonar.

De la técnica SSH, se logró obtener 87 clonas de la etapa AF de las cuales 44 se identificaron con diversas categorías correspondientes a procesos biológicos, funciones moleculares y componentes celulares y de la etapa DF de 60 clonas, 15 de ellas se obtuvo su anotación funcional. La mayoría de las secuencias AF tuvieron alta homología con la especie *Beta vulgaris*, aunque muchas de las proteínas aún se reportan con función desconocida o posibles proteínas con función predicha. En la etapa DF la mayoría de los fragmentos tuvieron homología con la especie *Glycine max*. Resultado del análisis *in silico* e HSS se validaron por medio de expresión génica semicuantitiva a los genes *ROS1*, *AGP18* y *SPL.* El

gen *ROS1* tiene una expresión mayor en óvulos AF y DF que en tallo, hoja, tépalo y gineceo. El análisis de expresión del *AGP18* se observó únicamente en las estructuras reproductivas (gineceo, óvulos AF y DF) y no en estructuras vegetativas (tallo, hoja y tépalo). El gen *SPL* se expresó en tallo, tépalo y en óvulos AF y DF, no se expresó en hoja ni en gineceo.

CONCLUSIONES

Se confirma que el tipo de óvulo es campilótropo. Además, el tamaño del óvulo es influido por su posición dentro de la inflorescencia y existe mayor diferencia dentro de cada rama de la inflorescencia. Se lograron observar todos los estados de desarrollo del megagametofito y el embrión, desde la formación de la célula madre de la megaspora hasta el estado embrionario cotiledonar. Se observó que después de la meiosis la megaspora micropilar se diferencia en la megaspora funcional, lo cual es una variante al tipo de desarrollo del megagametofito del tipo *Polygonum*, en el cual es más común encontrar que la megaspora funcional es la calazal. Se observaron 5 estados de desarrollo embrionario: proembrión, globular, corazón, torpedo y cotiledonar. Con la técnica de hibridación sustractiva supresiva se aislaron transcritos expresados diferencialmente en las etapas AF y DF. Se encontró que la mayoría de las clonas AF presentan mayor similitud con la especie *Beta vulgaris*, y las clonas DF tuvieron mayor homología con la especie *Glycine max*; sin embargo, se encontraron varias clonas que codifican para proteínas no caracterizadas. Los genes *ROS1, AGP18* y *SPL* están involucrados en el desarrollo de la formación del megagametofito y el embrión. En los estudios de expresión génica se observó que los genes *AGP18* y *ROS1* tuvieron mayor expresión en tejido reproductivo y *SPL* se expresó en tallo y tejidos reproductivos.

REFERENCIAS

Coimbra, S.; Salema, R. (1994). Amaranthus hypochondriacus: seed structure and localization of seed reserves. *Annals of Botany* 74: 373-379.

Coimbra, S.; Salema, R. (1997). Immunolocalization of arabinogalactan proteins in *Amaranthus hypochondriacus* L. ovules. *Protoplasma* 199: 75-82.

Coimbra, S.; Salema, R. (1999). Ultraestructure of the developing and fertilized embryo sac of *Amaranthus hypochondriacus* L. *Annals of Botany* 84: 781-789.

Délano-Frier, J.; Avilés-Arnaut, H.; Casarrubias-Castillo, K.; Casique-Arroyo G.; Castrillón-Arbeláez, P.; Herrera-Estrella, A.; Massange-Sánchez, J.; Martínez-Gallardo, N.A.; Parra-Cota, F.I.; Vargas-Ortiz E.; Estrada-Hernández, M. (2011). Transcriptomic analysis of grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) using 454 pyrosequencing: comparison with *A. tuberculatus*, expression profiling in stems and in response to biotic and abiotic stress. *BMC Genomics* 12:363.

Délano-Frier, J.P.; Martínez-Gallardo, N.A. (2012). El transcriptoma de *Amaranthus hypocondriacus* L.: una poderosa herramienta para profundizar en su conocimiento y aprovechamiento. pp: 31-48. *In*: Espitia Rangel E (ed.). Amaranto; Ciencia y Tecnología. Libro Científico No. 2. INIFAP/SINAREFI. México.

Espitia, R.E.; Mapes, S.C.; Escobedo, L.D.; De la O-Olán, M.; Rivas, V.P.; Martínez, T.G.; Hernández, C. J. M. (2010). Conservación y uso de los recursos genéticos de Amaranto en México. INIFAP, Centro de Investigación Regional Centro. Celaya, Gto. Méx. 200pp.

Huerta, O.J.A.; Barba de la Rosa, A.P. (2012). Caracterización bioquímica y estructural de las proteínas de reserva de amaranto. pp: 293-302. *In*: Espitia Rangel E (ed.) Amaranto; Ciencia y Tecnología. Libro Científico No. 2. INIFAP/SINAREFI. México.

Huerta, O.J.A; Maldonado, C.E.; Barba de la Rosa, A.P. (2012). Amaranto: propiedades benéficas para la salud. pp: 303-312. *In*: Espitia Rangel E (ed.) Amaranto; Ciencia y Tecnología. Libro Científico No. 2. INIFAP/SINAREFI. México.

Johansen, D.A. (1940). *Plant microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book Co.

Kajale, L.B. (1935). The female gametophyte of *Alternanthera sessilis* R Br. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences* 2: 476-480.

Kajale, L.B. (1940). A contribution to the embryology of the Amaranthaceae. *Proceedings of the IndianAcademy of Sciences* 6: 597-625.

Morales, G.J.C.; Vázquez, M.N.; Bressani, C.R. (2009). El Amaranto, características físicas, químicas, toxicológicas y funcionales y aporte nutricio. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. 265pp.

Olufolaji, A.O.; Odeleye, F.O. (2011). Evaluation of the maturity of seeds from different sections of inflorescences of *Amaranthus cruentus* and *Celosia argentea*. *Agriculture and biology Journal of North America* 4: 459-467.

Pal, A.; Singh, R.P.; Pal, M. (1990). Development and Structure of Seeds in *Amaranthus hypochondriacus* L. and its wild progenitor *A. Hybridus*. *Phytomorphology* 40 (1-2): 145-150.

Salinas-Gamboa, R.; Johnson, S.D.; Sánchez-León, N.; Koltunow, A.M.G.; Vielle-Calzada, J.P. (2016). New observations on gametogenic development and reproductive experimental tools to support seed yield improvement in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] *Plant Reproduction* 29: 165-177.

Sunil, M.; Hariharan, A.K.; Nayak, S.; Gupta, S.; Nambisan, S.R.; Gupta, R.P.; Panda, B.; Choudhary, B.; Srinivasan, S. (2014). The draft genome and transcriptome of *Amaranthus hypochondriacus*: a C4 dicot producing high-lysine edible pseudo-cereal. *DNA Res.* 21: 585–602.

MANEJO DE PLANTA Y SEMILLA DE AMARANTO EN ZONAS PRODUCTORAS DE TOCHIMILCO, PUEBLA

Ramírez Pérez A.R[1], Ortiz Torres E.[1]*, Argumedo Macías A.[1], De la O Olán M.[2], Jacinto Hernández C.[2], Ignacio Ocampo Fletes[1].

[1]Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No.205. Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, Puebla, México. CP 72760. Teléfonos: 01 (222) 2851442, 2851445.
[2]Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco, km 13.5. A. P. 10, Chapingo, México.
*Autor para correspondencia: enriqueortiz@colpos.mx

Eje temático: 1
País: México
Palabras clave: productores, conocimiento local, selección.

INTRODUCCIÓN

Puebla es considerado uno de los principales estados en la producción de amaranto. Según datos del SIAP (2014) en el municipio que más se siembra amaranto es Tochimilco, en el Estado de Puebla con 1418 hectáreas; lo cual indica que no solo es el segundo cultivo más importante respecto a la siembra después del maíz en Tochimilco, si no que el municipio siembra el 63.4% de amaranto a nivel nacional, para su venta y consumo principalmente en palanquetas de alegría, cereal y para la industria alimentaria en la elaboración de harina. El objetivo de esta investigación fue conocer el manejo que realiza el productor a la planta y semilla de amaranto. El estudio se basó en una encuesta, utilizando un cuestionario, este instrumento se realizó bajo un diseño semiestructurado, es decir, conformado por preguntas cerradas y abiertas. El cuestionario se dividió en información general del productor, manejo de la planta de amaranto en campo y manejo de semilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el periodo de cosecha 2015. Se aplicaron 35 entrevistas a productores dedicados a amaranto. Para la selección de los productores a entrevistar se usó la técnica bola de nieve. Las comunidades visitadas fueron Santiago Tochimizolco, San Lucas Tulcingo y San Miguel Tecuanipan pertenecientes al municipio de Tochimilco, Puebla.

Los cuestionarios se aplicaron en los domicilios de los productores o en sus parcelas si estaban cortando las plantas o trillando el amaranto. Las comunidades consideradas tienen una superficie de 233.4 km^2, y está localizado en la parte centro oeste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18º 49’ 12’’ y 49 º 02’ 54’’ de latitud norte y los meridianos 98º 31’ 42’’ y 94º 43’ 00’’ de longitud occidental. Tiene una altitud promedio de 2,060 m sobre el nivel del mar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mayor porcentaje de los productores encuestados son masculinos, con edad promedio de 45 años, la edad varió de 20 a 70. El 47% de los encuestados tiene estudios de primaria y el 66 % son casados. La principal actividad es la agricultura. El 83 % de los productores encuestados cultivan solamente amaranto, el resto de los encuestados, aunque cultivan principalmente amaranto, siembran de manera complementaria maíz, frijol y aguacate, lo que concuerda con lo reportado con datos del SIAP (2014). Donde se reporta que Tochimilco es el municipio que más se siembra amaranto que en el Estado de Puebla con 1418 hectáreas y ocupa el 63.4% de la superficie de amaranto a nivel nacional. El amaranto es el segundo cultivo más importante respecto a la superficie de sembrada después del maíz. En su mayoría los productores (57 %) cultivan en tierras propias, el 17 % cultiva en tierras propias y además renta o cultiva “a medias”.

La técnica de siembra, que todos utilizan es mateado, es decir, dejar caer una pizca de semilla en la superficie del surco a cada paso. La semilla que utilizan es criolla y siempre usan la de la cosecha anterior.

EL 66 % de los productores encuestados realiza selección en campo de las plantas que le gustan para utilizar como semilla en el siguiente ciclo de siembra. La mayoría de productores manifiesta haber aprendido a realizar esta actividad solo por observación, a los demás le enseñaron sus padres, vecinos, amigos u otras personas.

La familia es quien principalmente realiza la selección de las plantas que gustan para utilizar como semilla, apartan de 45 a 50 plantas en promedio por hectárea, las dejan al final de cortar las demás plantas del terreno y luego las pasan a cosechar para llevarlas a secar en el patio o azotea de su casa para trillar manualmente pasados de 15 a 20 días que ya estén secas. El tiempo de secado de las plantas que se quedan en el terreno es de 15 a 20 días en promedio, sin embargo, pueden tardar hasta un mes porque dependen de la fecha que pase la cosechadora por sus terrenos.

Una vez que trillaron las plantas seleccionadas, en su mayoría ya no realizan otra selección en semilla, solo el 17% pasa la semilla por una criba y en algunos casos usan un ventilador, con el objetivo de quitar la basura y obtener la semilla más limpia.

El 69% de los encuestados no quitan la semilla negra de la semilla que utilizarán para siembra, el 31 % si lo hacen y coinciden ser personas que si realizan selección de plantas y eliminan las plantas que producirán semilla negra observándolas desde campo. Así mismo, apartan las plantas contaminadas con el carbón de la espiga desde el campo y no usar esa semilla para siembra.

Ninguna persona utiliza productos en su semilla para el almacenaje, porque hasta el momento no han manifestado alguna enfermedad que la eche a perder su semilla por hongos o plagas, lo principal es guardarla seca principalmente en costales de harina o azúcar limpios y mantenerla lejos de presencia de los ratones.

El 83 % de las personas utiliza su semilla para sembrar año con año, en alto porcentaje prefiere su semilla porque considera que obtiene buenos rendimientos, y en menos porcentaje porque le gusta su color, porque es la que ha tenido desde hace mucho tiempo y porque ya la considera una semilla trabajada sin semilla negra. El 17 % de la gente que no utiliza su semilla año tras año es porque quiere probar otro color de las plantas o porque su semilla ya tiene mucha semilla negra y ya la considera fea. Estas personas que no conservan su semilla coinciden ser de las que no realizan selección de plantas para semilla, solo siembran de cualquier costal de su cosecha. El día que sembrarán lo eligen de acuerdo a la humedad de la tierra proporcionada por las primeras lluvias.

CONCLUSIONES

La mayoría de los productores (66%) realiza selección en campo de las plantas que le gustan para utilizar como semilla para el siguiente ciclo de siembra, esta selección la realiza con la intención de mejorar de sus cultivos año con año.

LITERATURA CITADA

Gobierno del Estado de Puebla, Secretaría de Gobernación, Los Municipios de Puebla, México, 1988. Disponible en: http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21188a.html. Consultada septiembre 2016

Martínez, G. J. C.; Bonilla, B. J. J.; Aragón, F. A. y Arellano, H. A. 2004. Amaranto. Cadenas Agroalimentarias: el papel estratégico de la tecnología y su prospectiva en el estado de Puebla. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Puebla. Fundación PRODUCE Puebla, A. C. Puebla, Puebla. 137-143 pp.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Producción anual de amaranto para México. http:// www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/ (Acceso: Agosto 2014).

EVALUACIÓN DE COLECTAS DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.)

Bernal Muñoz R.[1]*; Ortíz Torres E.[2], Cantú López E.[1], Rosas Morales V.[1], Castellón Gómez J.J.[1] y Ramírez Vázquez M.L.[1]

[1]Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala km.7.5 de la Carretera Federal San Martín-Tlaxcala, San Diego Xocoyucan, Ixtacuixtla, Tlaxcala, 90122, México.

*Correo-e: bernalroberto@itat.edu.mx

[2]Colegio de Posgraduados Campus Puebla, km 125.5 Carretera Federal México-Puebla, 72760, Puebla, Puebla, México. Correo-e: enriqueortiz@colpos.mx

Eje temático: 1
País: México
Palabras clave: Recursos fitogenéticos, calidad agroindustrial.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del amaranto posee una enorme variación que puede ser aprovechada en el mejoramiento genético; en *Amaranthus* spp. la mayor parte de la diversidad genética detectable se encuentra dentro de las especies y razas, con una menor proporción de variación entre especies y razas (Legaria, 2010). Las especies vegetales mejoradas son el resultado de la investigación agrícola, que requiere invertir recursos materiales, humanos y tiempo con la finalidad de obtener variedades que satisfagan las necesidades de los demandantes; en este sentido, el Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala (ITAT) en conjunto con el Colegio de Posgraduados, Campus Puebla (COLPOS), establecen un Programa de Mejoramiento Genético que tiene como objetivo atender las zonas de producción con pisos altitudinales de 1 800 msnm y mayores, y en especial con el desarrollo de dos áreas productoras importantes en México: Puebla y Tlaxcala. Para coadyuvar al fin, se evaluaron 13 poblaciones colectadas en Puebla y Estado de México a fin de contar con nuevas fuentes de germoplasma que ayuden a satisfacer los requerimientos de los agricultores y de la industria de la transformación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El establecimiento del experimento se realizó durante el ciclo agrícola P/V 2015 en el ITAT ubicado a 19°18´ de latitud N y 98°22´ de longitud O a una altitud de 2 230 msnm, para ello se utilizó germoplasma de colecciones realizadas en Puebla y Estado de México en los años 2014 y 2015 y como testigos se utilizaron las variedades Laura y Gabriela generadas en el ITAT; todas pertenecen a *A. hypochondriacus* L. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones y la unidad experimental constó de cuatro surcos de 0.80 m de ancho y 5.0 m de longitud; la siembra se realizó el 26 de mayo. Se dejó una distancia entre plantas de 0.15 m y se fertilizó con la fórmula 90-60-30. Se evaluaron las variables agronómicas: días a aparición de inflorescencia (DAI), altura de planta (AP), longitud de inflorescencia (LI), acame (A), incidencia de *Phoma* sp. (IP), incidencia de *Rhizoctonia* (IR) y Rendimiento (Ren). Se determinaron variables de calidad física de la semilla: contenido de humedad (CH), peso de 1000 semillas (PMS) y peso volumétrico (PVol). Para evaluar la calidad agroindustrial, se realizó el reventado de 15 g de grano ajustado a la humedad de

12 % en una máquina con flujo de aire caliente a 220°C en las instalaciones del COLPOS y pasadas por tamices (Montinox, México) de diferentes aberturas; las variables evaluadas fueron volumen criba 8 (VolC8) cuantificado como el grano reventado retenido por el tamiz 8 (2.38 mm); volumen criba 10 (VolC10) que fue el grano reventado retenido en el tamiz 10 (2.0 mm), volumen criba 16 (VolC16) como el grano reventado retenido en el tamiz 16 (1.19 mm), volumen de grano reventado (VolRev) obtenido por la suma del volumen de grano que se retuvo en las cribas 8, 10 y 16, volumen del grano no reventado (VolNoRev) referido al grano que pasó por la criba 16; de igual forma se cuantificó el peso del grano reventado (PRev) que se obtuvo al sumar el peso grano contenido sobre las cribas 8,10 y 16 y peso del grano no reventado (PNoRev). Se determinó la eficiencia del reventado (ERev) obtenido como el cociente de VolRev entre el peso original de la muestra (15 g) y expresada en volumen de grano reventado por gramo de semilla. A las variables evaluadas se les practicó un análisis de varianza y aquellas que se expresaron en porcentaje, se realizó previo a éste, una transformación arc sen. En las variables que mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) se compararon los promedios con la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuadrados medios y significancia estadística de las variables evaluadas se presenta en el Cuadro 1. El análisis de varianza muestra que las variables agronómicas A, IR y REN presentan coeficientes de variación de 64.50, y 23.49, 21.05 %, respectivamente; esto puede deberse a la misma naturaleza del comportamiento de la variable y la necesidad de definir el tamaño adecuado de la unidad experimental en función de la variabilidad misma del material genético evaluado. En variables de calidad agroindustrial, los coeficientes de variación más altos los presentan: VolNoRev, VolC8, VolC10 y PNoRev, lo que nos puede dar un indicativo de que debemos tener un mejor control del proceso de reventado para disminuir el error experimental o considerar un tamaño de muestra mayor cuando los materiales genéticos sean variables; en este sentido Konishi *et al*., citado por Ramírez (2010) indican que el reventado de grano no solo está influenciado genéticamente y por el contenido de humedad, sino también por la humedad que hay en el medio. Los datos del Cuadro 1 sugieren que para la evaluación de la calidad agroindustrial se podrían utilizar a aquellas variables como VolRev, PRev y ERev.

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia estadística para variables evaluadas.

Variable	Tratamientos	Bloques	Error	CV (%)
LI	23.434 ns	16.626 ns	17.073	5.6
AP	441.58 **	2.108 ns	59.287	3.0
Ren	286974.73 ns	191324.3 ns	218548.61	21.0
A	483.699 ns	628.844 ns	352.439	64.5
DAI	31.467 **	2.6 ns	4.195	2.5
IP	384.647 **	17.416 ns	68.657	9.2
IR	336.733 **	37.648 ns	29.298	23.4
PMS	0.018 **	0.001 ns	0.005	8.8
CH	0.195 ns	2.883 **	0.233	4.7
PVol	0.791 **	2.676 **	0.204	0.5
VolC8	101.185 ns	681.799 **	62.932	39.9
VolC10	404.942 **	8534.376 **	125.779	24.9
VolC16	274.933 **	9295.528 **	84.506	21.2
VolRev	191.065 **	26787.85 **	61.015	7.2
VolNoRev	0.973 ns	0.852 ns	0.782	57.0
PRev	0.442 **	230.612 **	0.179	3.8
PNoRev	0.156 ns	1.96 *	0.04	24.0
ERev	11451.131 **	74.108 **	43.99	9.0

**Significativo al 0.01; * significativo al 0.05, ns: no significativo.

Cuadro 2. Comparación de medias de las variables agronómicas evaluadas.

Material genético	LI (cm)	AP (cm)	Ren (kg/ha)	A (%)	DAI (d)	IP (%)	IR (%)
Pob. 1	74.7 a	258.2 ab	2348.1 a	49.4 a	80 a	91.2 ab	8.8 cd
Pob. 2	75.2 a	259.1 ab	2168.1 a	48.7 a	77 a	100.0 a	0.0 d
Pob. 3	71.8 a	253.5 ab	2431.5 a	23.8 a	81 a	97.8 a	5.6 cd
Pob. 4	73.4 a	259.0 ab	2857.6 a	31.8 a	79 a	95.5 a	4.4 cd
Pob. 5	71.6 a	246.9 ab	1884.7 a	18.6 a	76 a	90.0 ab	19.5 abc
Pob. 6	74.0 a	265.6 a	2155.6 a	21.1 a	79 a	95.7 a	11.5 bcd
Pob. 7	73.1 a	250.5 ab	2162.7 a	30.4 a	75 a	90.3 ab	7.4 cd
Pob. 8	71.7 a	265.4 a	2711.0 a	10.8 a	81 a	100.0 a	3.2 cd
Pob. 9	72.7 a	260.2 a	2392.4 a	27.0 a	79 a	91.1 ab	10.6 bcd
Pob. 10	73.4 a	261.6 a	2451.9 a	22.0 a	77 a	87.7 ab	26.5 ab
Pob. 11	75.8 a	262.7 a	1854.2 a	16.1 a	79 a	90.8 ab	11.0 bcd
Pob. 12	70.7 a	257.0 ab	1976.4 a	17.3 a	80 a	95.0 a	7.2 cd
Pob. 13	76.5 a	248.9 ab	1994.4 a	28.4 a	80 a	97.0 a	0.7 d
Laura	72.1 a	236.5 bc	2146.5 a	47.6 a	78 a	68.7 bc	31.0 a
Gabriela	64.7 a	220.0 c	1801.6 a	43.5 a	68 b	59.4 c	33.0 a

Letras iguales en la misma columna, indica que no existe diferencia significativa ($p<0.05$) conforme a la prueba de Tukey.

En el Cuadro 2 se observa que todos los materiales genéticos fueron similares para LI. Para AP en general se observa un mayor porte en todas las poblaciones nativas respecto a las mejoradas. Cantú y Cerón (2014) reportan para las variedades 'Laura' y 'Gabriela' valores similares a los obtenidos en el presente trabajo (150 a 250 cm para ambas variedades), sin embargo, García y Meza (2015a) indican valores más pequeños para ambas con 111.4 cm y 104 .8 cm, respectivamente; lo anterior puede deberse a la interacción genotipo-ambiente y la plasticidad que tiene esta especie al adaptar su morfología a las condiciones ambientales imperantes. Para la variable Ren, no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los materiales evaluados; sin embargo, el valor numérico más alto lo obtuvo la población 4 (2857.63 kg ha^{-1}) seguida de la población 8 (2710.97 kg ha^{-1}); el rendimiento más bajo lo obtuvo 'Gabriela' (1801.64 kg ha^{-1}). Los rendimientos reportados para la variedad Laura son de 1660.7 a 1668.7 kg ha^{-1} (Ramírez, 2011), 1800 kg ha^{-1} (Flores, 2015) y 3060.4 kg ha^{-1} (García y Meza, 2015a) y para la variedad Gabriela se reportan rendimientos de 1303 kg ha^{-1} (Flores, 2015) y 2251.4 kg ha^{-1} (García y Meza, 2015). Las poblaciones evaluadas muestran bondades como fuentes para iniciar los procesos de mejora; se observa que existe oportunidad de trabajar en la sanidad del cultivo tales como *Phoma* sp. y *Rhizoctonia* que atacan respectivamente a tallo y raíz; en este sentido, las poblaciones 2 y 13 presentaron la incidencia más baja de IR con valores de 0.0 % y 0.66 %; esta resistencia se puede atribuir a que dichas poblaciones pertenecen al estado de Puebla quienes realizan sus siembras en fechas con periodos de humedad bien establecidos (a partir del 24 de junio) lo que podría a ayudar a ejercer una selección natural de las plantas con resistencia al complejo de hongos que desarrollan con altas humedades (incluyendo a *Rhizoctonia*). Bernal (1997) encuentra respuesta diferencial entre variedades a la inoculación de *Phoma* sp. (Antes *Macrophoma* sp.); reporta una disminución del rendimiento de 7.99 hasta 22.60 % siendo la fase del cultivo más sensible en llenado de grano y se afecta el peso de mil semillas conforme se incrementa la superficie afectada por *Phoma* sp.; en este sentido Wu *et al.* (2000) indican que los genotipos mejorados presentan mayor susceptibilidad a virus y enfermedades, por lo contrario, muchas especies silvestres presentan resistencia casi completa.

Cuadro 3. Comparación de medias de las variables de calidad física de la semilla.

Material genético	PMS (g)	CH (%)	PVol (kg/hL)
Pob. 1	0.84 ab	10.2 a	84.3 ab
Pob. 2	0.67 bc	9.9 a	84.0 ab
Pob. 3	0.76 abc	10.5 a	84.6 a
Pob. 4	0.93 a	10.2 a	84.9 a
Pob. 5	0.79 abc	10.5 a	84.5 ab
Pob. 6	0.77abc	10.1 a	85.1 a
Pob. 7	0.77abc	10.2 a	84.4 ab
Pob. 8	0.80 abc	9.7 a	85.1 a
Pob. 9	0.75 abc	10.1 a	84.5ab
Pob. 10	0.82 abc	9.9 a	84.0 ab
Pob. 11	0.79abc	10.1 a	84.3 ab
Pob. 12	0.78 abc	9.8 a	85.0 a
Pob. 13	0.79 abc	10.3 a	84.5 ab
Laura	0.62 c	9.8 a	84.0 ab
Gabriela	0.65 bc	9.8 a	83.2 b

Letras iguales en la misma columna, indica que no existe diferencia significativa ($p<0.05$) conforme a la prueba de Tukey.

Cuadro 4. Comparación de medias de las variables de calidad agroindustrial.

Material genético	VolRev (mL)*	VolC8 (mL)	VolC10 (mL)	VolC16 (mL)	ERev (mL/g)	PRev (g)	PNoRev (g)	VolNoRev (mL)
Pob. 1	111.0 ab	16.8 ab	47.7 abc	46.5 abc	7.4 ab	11.3 ab	0.6 a	1.1 a
Pob. 2	99.5 b	15.1 ab	31.7 abc	52.7 abc	6.6 b	10.8 ab	1.2 a	2.0 a
Pob. 3	98.8 b	19.2 ab	38.7 abc	40.9 abc	6.6 b	10.6 ab	0.8 a	1.4 a
Pob. 4	113.9 ab	25.3 ab	50.3 abc	38.2 abc	7.5 ab	11.2 ab	0.7 a	1.1 a
Pob. 5	108 7 ab	19.9 ab	47.8 abc	39.9 abc	7.1 ab	11.2 ab	2.3 a	3.1 a
Pob. 6	106.9 ab	18.9 ab	55.2 ab	40.1 abc	7.5 ab	11.1 ab	0.8 a	1.4 a
Pob. 7	127.7 a	21.9 ab	42.2 abc	42.8 abc	7.1 ab	11.1 ab	0.7 a	1.3 a
Pob. 8	127.7 a	34.5 a	59.5 a	33.7 c	8.5 a	11.6 a	0.6 a	1.1 a
Pob. 9	114.9 ab	26.1 ab	53.1 abc	35.6 abc	7.6 ab	11.1 ab	0.7 a	1.2 a
Pob. 10	107.6 ab	22.0 ab	54.9 ab	30.8 c	7.1 ab	10.9 ab	0.9 a	1.4 a
Pob. 11	104. 7 ab	14.8 ab	50.1 abc	39.8 abc	6.9 ab	11.1 ab	4.2 a	1.1 a
Pob. 12	111.3 ab	20.5 ab	47.0 abc	43.7 abc	7.4 ab	11.1 ab	0.8 a	1.4 a
Pob. 13	106.5 ab	15.2 ab	51.7 abc	39.4 abc	7.0 ab	11.4 a	0.7 a	1.5 a
Laura	95.2 b	10.3 b	20.2 c	64.7 a	6.3 b	10.1 b	1.1 a	1.9 a
Gabriela	102.7 b	17.4 ab	23.7 bc	61.6 ab	6.8 b	10.6 ab	1.3 a	2.3 a

Letras iguales en la misma columna, indica que no existe diferencia significativa ($p<0.05$) conforme a la prueba de Tukey.

En el Cuadro 3 se observa la comparación de promedios para las variables de calidad física de la semilla; al realizar un análisis de correlación se encontró que el PVol mostró correlación significativa con AP (r=0.456**), Ren (r=0.373*), DAI (r=0.418*), VolC10 (r=0.609*), VolRev (r=0.496**), PRev (r=0.496**), ERev (r=0.536**) y con el PMS (r=0.339*). Lo anterior evidencia la importancia de contar con variedades con semillas de buen peso específico ya que estas tienen efectos directos sobre la calidad del reventado.

En el Cuadro 4 se observa que existen variedades nativas con VolRev superiores y además con calidad agroindustrial considerando el tamaño de la expansión del grano al quedar una mayor proporción en la criba de mayor abertura (Vol C8); el VolC16 aporta de manera sustantiva al volumen de expansión final a pesar de que las semillas que reventaron muestran alveolos de menor tamaño; respuesta similar ocurre en el aporte que hacen el Vol C10 al VolRev. Al mostrar correlación significativa de PVol con ERev (r=0.536**), bien podría ser ocupada esta cualidad física como un indicador inherente a la calidad agroindustrial.

CONCLUSIONES

Las poblaciones sobresalientes con base en las variables sanidad, rendimiento, peso de mil semillas, peso volumétrico y volumen de reventado fueron 2, 4, 7 y 8 las que podrían ser candidatas para un proceso de mejora.

El peso volumétrico mostró correlación positiva y significativa con volumen de la criba 10, volumen de reventado, peso de reventado, eficiencia de reventado y con el peso de mil semillas por lo que podría ser ocupada esta cualidad física como un indicador inherente a la calidad agroindustrial.

REFERENCIAS

Bernal M., R. 1997. La mancha negra del tallo Macrophoma sp. sobre la calidad de semilla en amaranto. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 76 p.

Cantú L, K., y Cerón V, M. (2014) Descripción varietal de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) con fines de registro y protección. Tesis profesional, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, Xocoyucan, Tlax. 56.

Flores M., G. (2015). Evaluación de variedades de amaranto en el estado de Tlaxcala. Tesis profesional, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, Xocoyucan, Tlax. 68 p.

García P, H. y Meza V, R. (2015). Evaluación de variedades mejoradas y reventado del grano de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en tres localidades de Puebla. Tesis profesional, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, Xocoyucan, Tlax. 61 p.

Legaria S, J.P. 2010. Diversidad genética en algunas especies de amaranto (*Amaranthus* spp.) Rev. Fitotec. Mex. Vol. 33 (2): 89–95.

Ramírez V, M. L. (2010). Calidad física y fisiológica en la semilla e industrial en el grano de *Amaranthus hypochondriacus* L. en la fertilización y densidad de población. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 67.

Ramírez V, M. L., Espitia R, E., Carballo C, A. (2011). Fertilización y densidad de plantas en variedades de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2(6): 855-866.

Wu H., Sun M. and Yue S., (2000) Field evaluation of an *Amaranthus* genetic resource collection in china. Department of Botany, University of Hong Kong, Genetic Resources and Crop Evolution 47 (1): 43–53.

VARIABILIDAD GENÉTICA Y CRITERIOS DE SELECCIÓN EN AMARANTO (*Amaranthus* spp.)

Espitia Rangel E., M. J. Aguilar Delgado, M. G. Valverde Ramos, L. F. Sesma Hernández y D. Escobedo López

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Km.13.5 de la Carretera los Reyes-Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, 56250, México. Correo-e: espitia.eduardo@inifap.gob.mx

Eje temático: 1
País: México
Palabras clave: parámetros genéticos, heredabilidad, correlaciones.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la influencia de las localidades, los genotipos y su interacción sobre las diferentes variables de calidad es fundamental para el establecimiento de estrategias de mejoramiento genético, producción y comercialización. En las nuevas estrategias de mejoramiento para poder seguir teniendo avances; estos dependerán principalmente del efecto genético. Dentro de estas estrategias se menciona el estudio de los componentes del rendimiento para la implementación de esquemas de selección múltiple o selección indirecta del rendimiento. Para ello se requiere un conocimiento amplio de los componentes del rendimiento y de la variabilidad genética de los materiales o poblaciones base pues de ello depende la respuesta a la selección. Dicha variabilidad es expresada en medidas de dispersión como puede ser rango, varianzas fenotípica y genotípica; sin embargo, el coeficiente de variación genética es el mejor parámetro para tal propósito (Ehdaie y Waines, 1989). Para amaranto se han reportado Coeficientes de variación genética medios para diámetro de tallo, altura de planta y rendimiento; mientras que, para días a floración, longitud de inflorescencia, madurez y peso hectolítrico mostraron Coeficientes de variabilidad bajos (Espitia *et al.,* 1992).

La heredabilidad es un parámetro genético que determina si las diferencias entre individuos se deben a diferencias genéticas entre éstos, a diferentes respuestas a los factores ambientales. La heredabilidad se expresa en porcentaje y es estimada por varianza genética sobre la varianza fenotípica (Walde *et al*., 2016). En amaranto se encontraron heredabilidades altas para días a floración, periodo de llenado de grano, altura de planta; mientras que para rendimiento y otras características agronómicas se reportan heredabilidades medias (Espitia *et al.,* 1992).

Las relaciones existentes entre parámetros de calidad son relevantes para el fitomejoramiento, sobre todo cuando la selección está dirigida al mejoramiento simultáneo de varios factores, o al manejo de caracteres de difícil cuantificación o de baja heredabilidad. En amaranto se encontró que días a floración, diámetro de tallo, madurez y peso hectolítrico presentan correlación positiva y significativa con el rendimiento (Espitia *et al*., 1992).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los genotipos de amaranto utilizados fueron Nutrisol, Revancha, AG-67, Cruza, AGIM, L-145, Determinada, Areli, L-4 y L-50 de la especie *A. hypochondriacus*; de la especie *A. cruentus* se incluyeron Amaranteca y Benito. Los ambientes de prueba fueron Santa Lucía de Prías en dos fechas de siembra en 2016 y 2017 y Boyeros en el Estado de México y Cuapiaxtla, Tlax. Los genotipos se sembraron en bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluó aparición de inflorescencia (API), días a madures (MAD), periodo de llenado de grano (PLLG), altura de planta (ALT), longitud de inflorescencia (LIN), diámetro de la inflorescencia (DIN), peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PHE), rendimiento por día (RPD) y rendimiento de grano (REN).

Los componentes de varianza se calcularon al igualar la esperanza matemática de los cuadrados medios con los estimadores de éstos en el análisis de varianza. El coeficiente de variación genética (CVG) de todas las variables, se calculó al dividir la desviación estándar genética entre la media (CVG < 20 = variabilidad genética alta; CVG de10 a 20 = variabilidad genética intermedia; CVG > 10 = variabilidad genética baja). La heredabilidad se estimó al dividir la varianza genética entre la varianza fenotípica. Para la estimación de las varianzas para las diferentes fuentes de variación se utilizó el procedimiento VARCOMP, con la opción MIVQUE; se realizaron correlaciones de Pearson con el procedimiento CORR del SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El conocimiento de la influencia del ambiente, los genotipos y su interacción sobre las diferentes variables y el rendimiento es fundamental para el establecimiento de estrategias producción y de mejoramiento genético para cualquier cultivo. En la Figura 1 se presenta la influencia de estos factores en amaranto; donde en general el ambiente ejerció una influencia del 36.5% sobre la variación, el genotipo un 27.9% y la interacción de los mismos un 9.02%; también puede verse que el ambiente fue la mayor causa de variación en variables como el rendimiento, rendimiento de grano por día, peso de mil granos, peso hectolítrico; mientras que el genotipo ejerció mayor influencia en madurez y diámetro de tallo, sobre peso hectolítrico, aparición de la inflorescencia y longitud de la inflorescencia el genotipo ejerció un efecto medio. La interacción ambiente x genotipo ejerció mayor influencia sobre madurez, altura de planta y diámetro de tallo.

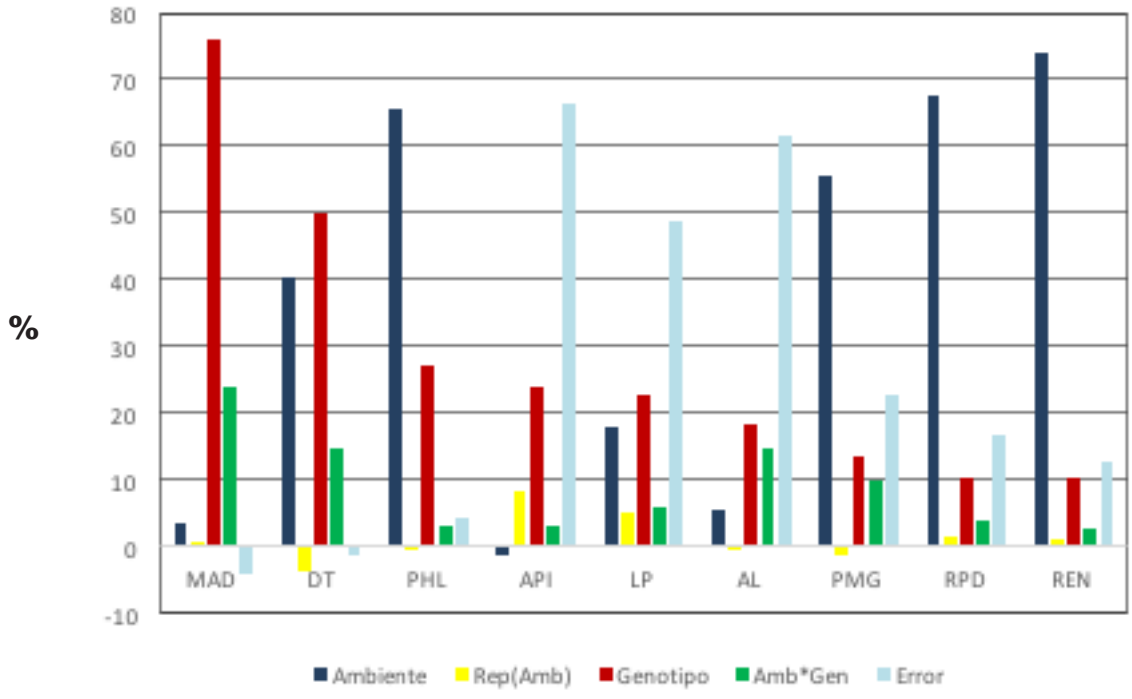


Figura 1. Proporción de la variación debida a diferentes factores de ocho variables y el rendimiento en 12 genotipos de amaranto evaluados en seis ambientes de los Valles Altos del centro de México. P-V 2016-2017.

En el Cuadro 1 se presenta la media con los valores máximos y mínimos, además de los coeficientes de variabilidad fenotípica y genética y la heredabilidad en sentido amplio. En caso concreto de rendimiento se encontraron rendimientos promedio de 2956 kg ha^{-1} con un rango de 161 a 7467 $kgha^{-1}$, esto concuerda con los rendimientos reportados anteriormente (Espitia 1994; Mujica *et al*., 1997).

En relación a la variabilidad, se obtuvieron CVP desde 1.83% hasta 41.31% para altura de planta; mientras que CVG se obtuvieron de 0.9 para peso hectolítrico y peso de mil granos hasta 21.54% para altura de planta; en general los CVP fueron más altos que los CVG en todas las variables. Entre más cercanía hay entre CVP y CVG indica menor influencia ambiental. La magnitud de CVG indica el potencial genético para realizar selección en este sentido los caracteres que potencialmente tendrían una respuesta media serían altura de planta, días a madurez y emergencia de la inflorescencia; seguidos por rendimiento, días a madurez y longitud de la inflorescencia. Con muy baja variabilidad tenemos a peso de mil granos, peso hectolítrico, diámetro de tallo; en general en este estudio se obtuvo menor variabilidad que lo reportado por Espitia *et al*. 1992, debido a que en este último estudio se incluyeron 25 genotipos de *A. hypochondriacus* de México y la India y Nepal y de *A. cruentus* originarios de México.

En cuanto a la heredabilidad en sentido amplio se obtuvieron valores altos para emergencia de la inflorescencia y días a madurez, valores medios para altura de planta, peso de mil granos y rendimiento de grano por día; el resto de las variables presentaron heredabilidades menores a 0.20, las heredabilidades de este estudio fueron menores a las reportadas anteriormente (Espitia *et al*., 1992), esto además del número de genotipos incluidos puede deberse a que en el presente estudio se incluyeron seis ambientes.

En el cuadro 2 se presentan las correlaciones simples entre las variables estudiadas, presentaron alta correlación con rendimiento de grano por día, altura de planta, diámetro de tallo y madurez; mientras que, longitud de panoja y peso hectolítrico presentaron una asociación moderada con el rendimiento. Periodo de llenado de grano, aunque presentó correlación significativa y positiva con el rendimiento, esta fue baja.

Considerando los genotipos estudiados y en los ambientes incluidos en este estudio la variabilidad genética, la heredabilidad y la asociación con el rendimiento las características más apropiadas para realizar selección son: emergencia de la inflorescencia, días a madurez, altura de planta, peso de mil granos y rendimiento de grano por día.

CONCLUSIONES

El ambiente ejerció un mayor efecto para rendimiento, rendimiento de grano por día, peso hectolítrico y peso de mil granos. Mientras que madurez y diámetro de tallo fueron determinados principalmente el genotipo.

Cuadro 1. Media, rango y parámetros genéticos para 12 genotipos evaluados en seis ambientes de los Valles Altos del centro de México. P-V, 2016-2017.

Variables/Parámetros genéticos	Media	Mínimo	Máximo	CVP	CVG	H^2
Emergencia de inflorescencia (días)	68.65	46.00	85.00	11.74	10.23	0.76
Días a madurez	136.58	102.00	172.00	14.83	10.48	0.50
Periodo de llenado de grano	61.63	34.00	92.00	18.07	7.05	0.15
Altura de planta (cm)	179.23	83.00	294.50	41.31	21.54	0.27
Longitud de la inflorescencia (cm)	53.89	9.00	87.50	14.02	5.11	0.13
Diámetro de tallo (mm)	18.56	8.40	29.40	10.80	3.45	0.10
Peso de mil granos (g)	0.79	0.50	0.98	1.83	0.90	0.24
Peso hectolítrico (kg)	80.76	67.67	84.07	2.12	0.90	0.18
Rendimiento por día (kg)	21.35	1.23	47.86	19.98	9.51	0.23
Rendimiento (kg ha^{-1})	2956.00	161.00	7467.00	14.86	4.74	0.10

CVP, coeficiente de variación fenotípica, CVG coeficiente de variación genética y H^2 heredabilidad en sentido amplio.

Cuadro 2. Correlaciones de Pearson para 12 genotipos evaluados en seis ambientes de los Valles Altos del centro de México. P-V, 2016-2017.

Variables	MAD	PLLG	AL	LP	DT	PMG	PHL	RPD
Emergencia de inflorescencia (días)	0.75**	0.31**	0.41**	0.16*	0.23**	0.17**	0.28**	0.28**
Días a madurez MAD		0.78**	0.61**	0.40**	0.48**	0.11NS	0.17*	0.28**
Periodo de llenado de grano-PLLG			0.25**	0.18**	0.25**	0.01 NS	-0.02NS	0.10NS
Altura de planta (cm)-AL				0.72**	0.82**	0.10 NS	0.23**	0.43**
Longitud de la inflorescencia (cm)-LP					0.62**	0.01 NS	0.30**	0.34**
Diámetro de tallo (mm)-DT						0.06 NS	0.14 NS	0.44**
Peso de mil granos (g)-PMG							0.05 NS	0.09NS
Peso hectolítrico (kg)-PHE								0.35**
Rendimiento (kg ha^{-1})	0.52**	0.29**	0.55**	0.40**	0.52**	0.12 NS	0.36**	0.96**

** significativo al 0.01, * significativo al 0.05 y NS no significativo.

La mayor variabilidad encontrada fue emergencia de la inflorescencia, y madurez: seguidos por altura de planta, peso de mil granos y rendimiento de grano por día. La mayor variabilidad fue encontrada para emergencia de la inflorescencia y madurez; seguidos por altura de planta, peso de mil granos y rendimiento de grano por día.

Las variables emergencia de la inflorescencia, días a madurez, altura de planta, peso de mil granos y rendimiento de grano por día serían los criterios de selección más adecuados para seleccionar indirectamente el rendimiento.

LITERATURA CITADA

Ehdaie B, J G Waines. 1989. Genetic variation, heritability and path analysis in landraces of bread wheat from southwestern Iran. Euphytica 41:183-190.

Espitia Rangel E., S. Miranda Colín, y F. Castillo González. 1992. Variabilidad genética e interrelaciones del rendimiento y sus componentes en alegría (*Amaranthus* spp.). Agrociencia serie Fitociencia 3 (4): 83-98.

Espitia Rangel, E. 1994. Breeding of grain amaranth. pp. 23-38. *In*: Paredes-López, O. (ed.) Amaranth: biology, chemistry and technology. CRC press, Boca Raton, USA.

Mujica Sánchez A., Berti Díaz M. and J. Izquierdo. 1997. El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.): producción mejoramiento genético y utilización. FAO Roma Italia. 145 pp.

Wolde T., F. Eticha, S. Alamerew, E. Assefa and D. Dutamo. 2016. Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and yield related traits in Durum wheat (*Triticum durum* L.) accessions. Sky Journal of Agricultural Research. 5(3): 042- 047.

Amaranthus COMO VERDURA: DIVERSIDAD, USO Y MANEJO DE LOS QUINTONILES EN MÉXICO

Basurto Peña, Francisco[1]*, Mapes Sánches, Cristina[1] y Martínez Moreno, David[2]

[1]Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México. correo-e abasurto@ib.unam.mx; cmapes@ib.unam.mx
[2] Facultad de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Ciudad Universitaria, 72592, Puebla, Puebla. correo-e davidman850@hotmail.com

Eje temático: 1
País: México
Palabras clave: biodiversidad, quelites, agricultura tradicional.

INTRODUCCIÓN

Las especies de *Amaranthus* utilizadas como verdura o quelites en México reciben en general el nombre de 'quintoniles' y son parte de las 250 especies de quelites de uso actual en el país (Basurto, 2011). Las especies de este genero son frecuentes como arvenses en diferentes agroecosistemas incluyendo milpas, chilares, frijolares y huertos familiares y son aprovechados para su consumo principalmente por recolecta, pero algunas especies en algunas regiones del país son también son fomentadas e incluso cultivadas.

Hasta doce especies de *Amaranthus* tienen reporte de uso como quelites o verduras comestibles en México, y el manejo y aprovechamiento de los mismos incluye desde la recolecta hasta el monocultivo (Mapes et al., 2012; Mapes y Basurto, 2016).

Se presentan las formas de manejo y aprovechamiento de estas plantas en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información que se presenta a sido obtenida mediante exploración etnobotánica en diversas regiones de México, revisión de la literatura pertinente y de los datos de las etiquetas de los ejemplares herborizados del genero Amaranthus que forman parte del acervo del Herbario Nacional (MEXU). En campo la información se obtuvo por medio de entrevistas abiertas y se realizaron también colectas etnobotánicas (Basurto, 2011; Basurto et al., 2011; Mapes et al., 2013)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies de *Amaranthus* utilizadas como quelites puede ser aprovechados como plántulas, pero también se aprovechan los retoños tiernos de plantas mas grandes, esto hasta antes de que los individuos comiencen a florecer. En general se comen cocido y también puede guisarse de distintas maneras.

El manejo de que son objeto incluye desde la recolecta de arvenses que crecen de manera espontanea en diversos agroecosistemas, pero también son fomentadas o inducidas e incluso cultivadas, sea en asociación con otras especies vegetales o como monocultivo, en el trabajo se dan ejemplos de los distintos modos de manejo de los quintoniles en México.

CONCLUSIONES

Los quintoniles son algunos de los quelites utilizados en México, se utilizan en diversas regiones de la geografía nacional y son en general parte importante de la dieta, principalmente en poblaciones rurales.

REFERENCIAS

Basurto, F. (2011). Los quelites de México: especies de uso actual. pp: 23-45. En: L. Mera, D. Castro y R. Bye (comp.) Especies vegetales poco valoradas: una alternativa para la seguridad alimentaria. UNAM, SNICS-SINAREFI. México, D. F.

Basurto, F., V. Evangelista, N. Molina y R. Alvarado. (2011). Frecuencia de consumo de quelites en la Sierra Norte de Puebla. pp: 61-70. En: L. Mera, D. Castro y R. Bye (comp.) Especies vegetales poco valoradas: una alternativa para la seguridad alimentaria. UNAM, SNICS-SINAREFI. México, D. F.

Mapes, C. y F. Basurto. (2016). Biodiversity and edible plants of Mexico. pp: 83-132. In: R. Lira, A. Casas and J. Blancas (eds). Ethnobotany of Mexico. Interactions of People and Plants in Mesoamerica. Springer, New York.

Mapes, C., F. Basurto y L. Bautista. (2012). Manejo y cultivo de *Amaranthus* spp. como quelite en la Sierra Norte de Puebla, México. Instituto de Biología, Universidad nacional Autónoma de México. SNICS-SINAREFI.

Mapes, C., F. Basurto y A. Díaz. (2013). Diversidad de 'quintoniles' (*Amaranthus* spp.) en la Sierra Norte de Puebla, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

CAPACIDAD DE REVENTADO DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) CONTRASTANTE EN LA COMPOSICIÓN DE ALMIDÓN

Espitia Rangel E., Lozano Grande A., Rivas Valencia P., Escobedo López D. Valverde Ramos M. G. y L. F. Sesma Hernández

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Km.13.5 de la Carretera los Reyes-Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, 56250, México. Correo-e: espitia.eduardo@inifap.gob.mx

Eje temático: 1
País: México
Palabras clave: biodiversidad, razas, recursos fitogenéticos.

INTRODUCCIÓN

En México la semilla de amaranto se ha empleado tradicionalmente en la elaboración de la golosina denominada “alegría”, que se obtiene con el grano reventado lo que contribuye a impartir sabor y aroma agradables y mejorar la relación de eficiencia proteínica (PER) así como la digestibilidad, lo que hace más nutritiva a la semilla (Tena, 1984). Se reporta que cuando el reventado se efectúa con aire caliente, la calidad proteínica del producto se incrementa (Bressani, 1984). Hay varios factores que pueden influir sobre el reventado como pueden ser factores ambientales como la temperatura del reventado, método de reventado y humedad en la semilla. Factores genéticos que pueden influir sobre la capacidad de reventado son la variedad, el tamaño de semilla y el tipo de testa de la semilla; esta última característica está relacionada con el tipo de almidón presente en la semilla, el cual puede ser aglutinante o no aglutinante, lo cual depende de la relación de amilosa y amilopectina del almidón. (Youn-Jun, 2011; Youn-Jun et al., 2014 a, b).

En México existe gran diversidad genética de amaranto, se pueden encontrar diferentes tipos de semillas por forma, tamaño, color y tipo de perispermo. Al igual que en cereales existen endospermos opacos y cristalinos (Espitia et al., 2010). Sin embargo no existe información que caractericen líneas con perispermo opaco o cristalino, tampoco existen estudios sobre el tipo de almidón de estas especies y sus funcionalidades, ya que dependiendo del tipo de almidón será el potencial de utilización del amaranto. Se tiene conocimiento tradicional que las semillas de testa o almidón cristalino no revientan bien por lo que es necesario tener información acerca de este fenómeno. Por lo anterior el objetivo de este estudio fue caracterizar germoplasma de amaranto por su tipo de almidón y estructuralmente determinar que influye en la capacidad de reventado según el tipo de almidón. De igual manera determinar la capacidad de reventado de amarantos con tipo de almidón aglutinante y no aglutinante.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado fue 50 accesiones de *A. hypochondriacus y 52 colectas de A. cruentus* L. para la parte de caracterización de germoplasma por su tipo de almidón. Para el experimento de reventado

se utilizaron líneas quasi-isogéncas de *A. hypochondriacus*, obtenidas por descendencia de una sola semilla hasta la sexta generación. La semilla de los 18 genotipos de semilla con testa opaca y 20 líneas con testa cristalina se sembraron en campo bajo un diseño de bloques al azar, el experimento se estableció bajo temporal en el Campo Experimental Valle de México con las recomendaciones del INIFAP para el cultivo. Se cosechó y se tomó una muestra de 10 g de cada parcela para realizar las pruebas de laboratorio.

La tinción de yodo fue determinada con una solución de I2/KI (0,2% y 2 % KI). La evaluación de cada accesión se realizó tanto en grano entero como en grano molido.

Se observaron las características morfológicas de una sección de granos de amaranto entero y reventado y sus gránulos de almidón aislado bajo un microscopio electrónico de barrido EVO LS10 (Carl Zeiss microscopio GmbH Jena, Alemania) para evaluar la organización interna de los granos de amaranto y establecer diferencias entre perispermo opaco y cristalino.

Las pruebas de reventado se realizaron en un mini reventador eléctrico de lecho fluidizado (Amaranta, San Miguel de Proyectos Agropecuarios, Huichapan, Hgo.). Para lo cual se prepararon 10 g de muestra y se llevaron a una humedad del 14% adicionando en agua necesaria. Se midieron las variables de peso hectolítrico, volumen de reventado, peso de grano no reventado e incremento de volumen.

Se realizó un análisis de varianza para las variables medidas utilizando GLM del SAS y se utilizó Tukey≤0.05 para la comparación de medias por tipo de almidón y para comparar las medias de los genotipos dentro de tipo de almidón.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presentan los resultados del análisis de 102 accesiones de amaranto por su reacción al I_2K, el 90.2 % accesiones presentaron reacción roja y solo el 9.8% presentaron reacción azul. Por especie en *A. hypochond*riacus el 8 % presentó reacción roja y el 16 % azul, mientras que para *A. cruentus* el 96.2% presentó reacción roja y solo el 3.8% presentó reacción azul. La reacción indica que el almidón contiene amilosa, lo que le confiere carácter no aglutinante, por el contrario, las accesiones con reacción roja presentan el carácter aglutinante debido al bajo o nulo contenido de amilosa (Youn-Jun, 2011). El carácter aglutinante con bajo o nulo contenido de amilosa es dominante (Youn-Jun et al., 2014), la pregunta que es evidente por que la gran mayoría del germoplasma (90.2%) en México es aglutinante, aun cuando es la condición recesiva. Ninguna de las variedades comerciales en México presenta almidón no aglutinante.

Los gránulos de almidón los genotipos con almidón aglutinante y no aglutinante presentan grandes diferencias estructurales. Esta diferencia se confirmó en las pruebas de microscopía electrónica de barrido (SEM), donde los gránulos de almidón de semillas vítreas (Figura 1 B) presentan menor tamaño, con formas polihédricas compactas y presencia de cuerpos lipídicos rodeando los gránulos de almidón. En tanto las semillas opacas presentan gránulos grandes con estructuras amorfas y poros hacia el interior (Figura 1 B). En cereales, las semillas vítreas presentan bajos rendimientos de reventado por contener gránulos de almidón fuertemente empaquetados que al carecer de espacios de aire entre gránulos reducen la explosión de la palomita, en *Amaranthus* se observa que los espacios entre éstos se encuentran ocupados por pequeños cuerpos lipídicos y proteicos que pueden interferir en el reventado, además de la fuerza de retención generada por la propia estructura (Figura 1D).

Cuadro 1. Germoplasma por especie evaluado para tipo de testa y reacción a la tinción de yodo.

Especie	Accesiones	Cristalinas	Opacas
A cruentus	52	2 (3.8%) azul*	50 (96.2%) rojo*
A hypochondriacus	50	8 (16.0%) azul	42 (84.0 %) rojo
Total	102	10 (9.8%) azul	92 (90.2%) rojo

Número de colectas, porcentaje y reacción al yodo respectivamente.

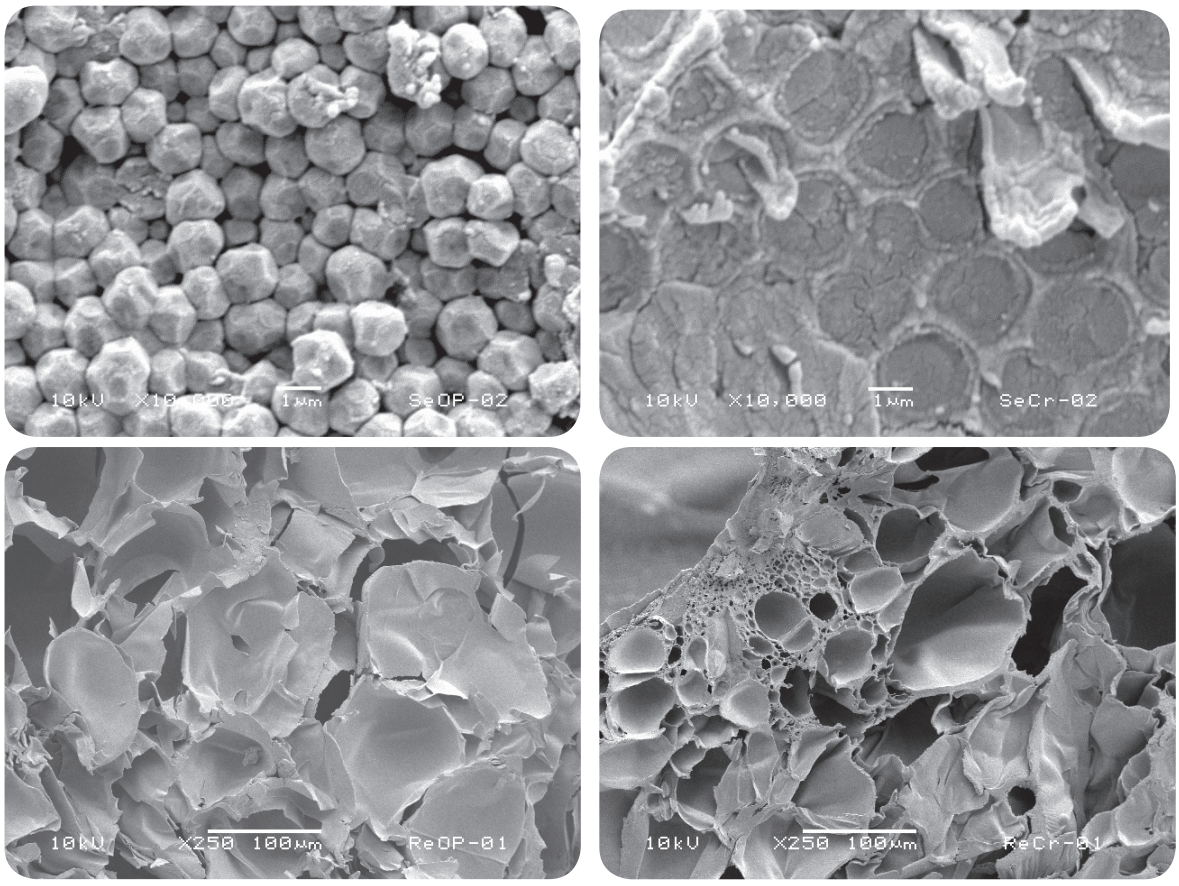


Figura 1. Vista de cortes de semilla entera y reventada. A, disposición gránulos de almidón de genotipo opaco. B, disposición de gránulos de almidón de genotipo cristalino. C, espacios generados por el reventado en semilla de testa opaca. D, espacios generados por el reventado en semilla de testa cristalina.

Los gránulos de almidón de los genotipos aglutinantes o de testa opaca presentan gránulos de almidón sueltos (Figura 1A), presentando espacios entre ellos. Estos poros u "hoyuelos" presentes en gránulos de semillas opacas facilitan la disipación del aire caliente al interior del gránulo permitiendo que la humedad de la semilla caliente exponencialmente el interior y favorezca a crear el vapor necesario para reventar el gránulo. Aunado a ello, el contenido de AM-AP de la semilla favorece la eficiencia del proceso. Los espacios generados después del reventado son mayores (Figura 1C) que los de las semillas de almidón no aglutinante.

En la evaluación de la capacidad de reventado de genotipos aglutinantes y no aglutinantes se encontraron diferencias significativas para tipo de almidón en todas las variables estudiadas (cuadro 2), lo cual indica que el tipo de almidón tienen efecto en la capacidad de reventado en amaranto. Para la fuente de variación Genotipos dentro de tipo de almidón se encontraron diferencias significativas (0.99) para todas las variables excepto para peso de grano no reventado. Dentro de los Genotipos con testa opaca, se encontraron diferencias significativas (0.99) para todas las variables excepto peso de grano sin reventar; mientras que para genotipos con testa cristalina se encontraron diferencias significativas solamente para peso hectolítrico. Esto indica que el tipo de testa si influye sobre la capacidad de reventado de la semilla además de que influye también en el contenido de amilosa y propiedades funcionales del almidón de la semilla, así mismo se sabe que modifica el desarrollo fenotípico y morfológico del endospermo (Youn-Jun, 2011; Youn-Jun et al., 2014). Esta estructura y propiedades del almidón dan como resultado que las semillas de testa opaca presenten mejor capacidad de reventado.

En el cuadro 3 se presenta la comparación de medias para las diferentes variables estudiadas, donde se puede observar que las líneas con testa opaca presentaron mayor volumen de reventado y mayor incremento de volumen y menor peso hectolítrico y peso de grano sin reventar. Las semillas con testa cristalina presentaron mayor peso hectolítrico, mayor peso de grano sin reventar y menor volumen de reventado e incremento de volumen.

Cuadro 2. Análisis de varianza para variables de reventado de genotipos contrastantes en el tipo de almidón

Fuente	DF	Peso hectolítrico	Volumen de grano reventado	Peso de grano sin reventar	Incremento de volumen
Rep	4	0.00044	1130.21	1155.43	11.2838299
Almidón	1	0.00864**	15435.19**	10876.53**	153.06**
Genotipos(Alm.)	36	0.00045**	654.24**	389.67NS	6.45**
Aglutinante	17	0.00065**	920.98**	4.28NS	9.11**
No aglutinante	19	0.00046**	476.54 NS	2.22NS	4.69 NS
Error	88	0.00016995	342.48	398.5	3.38

** y NS significativo y no significativo, respectivamente.

Cuadro 3. Comparación de medias para variables de reventado de genotipos contrastantes en el tipo de testa.

Tipo de Almidón	Peso hectolítrico (kg HI^{-1})	Volumen de grano reventado (cm^3)	Peso de grano sin reventar (g)	Incremento de volumen
Aglutinante	84.1b	46.59a	3.23b	4.63a
No aglutinante	85.5a	24.00b	5.05a	2.38b

Valores en con diferente letra en columna son estadísticamente diferentes.

El hecho de que las líneas aglutinantes hayan presentado menor peso hectolítrico indica que su semilla es de menor tamaño por lo que resulta lógico que presenten mayor volumen de reventado, ya que como lo indica Vázquez et al. (1992) que mayores volúmenes de semilla expandida se obtienen de semillas pequeñas que tiene menor volumen en crudo. El mayor valor en volumen de reventado e incremento de volumen en las semillas de perispermo y testa opaca significan que éstas presentan mejor capacidad de reventado, lo cual confirma el conocimiento tradicional de que las semillas con testa opaca son las más adecuadas para la elaboración de productos a partir de grano reventado y productos que requieran aglutinamiento. El carácter opaco es recesivo, lo cual indica que la testa cristalina es el estado normal y original de la testa de la semilla. Que en algún momento ocurrió una mutación con la que apareció el grano de testa opaca con cero o bajo contenido de amilosa. Los indígenas de esos tiempos se percataron de la mejor capacidad de reventado se fue seleccionando hacia ese carácter dando como resultado que la mayoría de los amarantos cultivados sean de testa opaca. La hipótesis de que los seleccionaron por su carácter aglutinante resulta menos explicable, ya que se menciona que los aztecas utilizaban el *huauhtli* en algunas festividades ofrecían “tortas en forma de rodajas hechas de bledo”, seguramente el antecesor de las alegrías; también el amaranto se utilizaba en forma de *tzoalli*, especie de masa de amaranto, con la cual hacían figuras de sus dioses utilizando miel (no de abeja) como agente aglutinante (Sahagún, 1938). Desde esa época hasta la actualidad, el grano reventado es la forma más común de consumir el amaranto, esto explicaría por qué en la actualidad más del 90% del germoplasma en México es del tipo aglutinante.

CONCLUSIONES

El 90 % del germoplasma de amaranto en México presenta almidón aglutinante.

Los gránulos de almidón de genotipos de amaranto con almidón no aglutinante están empaquetados en una matriz lipo-proteica que reduce drásticamente el volumen de reventado. Mientras que, los genotipos con almidón aglutinante presentan gránulos de almidón sueltos.

Los genotipos de almidón aglutinante presentan mayor volumen de reventado y mayor incremento de volumen que los genotipos de amaranto que poseen almidón no aglutinante.

BIBLIOGRAFÍA

Espitia E., Mapes S.C., Escobedo L.D., De la O M., Rivas V.P., Martínez T.G., Cortés E. L., Hernández C. J.M. 2010. Conservación y uso de los Recursos Genéticos de Amaranto en México. SINAREFI-INIFAP-UNAM, Centro de Investigación Regional Centro, Celaya, Gto. México. 201 pp.

Sahagun B. 1938. Historia general de las cosas de la Nueva España. Tomo I. Editorial Pedro Robredo, México, D. F. 498 pp.

Tena. F.J.A. 1984. Calidad de la proteína del amaranto predicha por el ensayo del C-PER. En: Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto (vol.2) Chapingo, México.

Vázquez, C.G., R.E. Espitia and S.A. Márquez. 1988. Potencial de reventado y calidad potencial del amaranto, En Investigaciones recientes sobre amaranto, Reyna T.T., Ed. UNAM., México D.F., 79 pp.

Young-Jun P., Nemoto K., Nishikawa T., Matsushima K., Minami M., Kawase M. 2014. Molecular characterization and genetic diversity of the starch branching enzyme (SBE) gen from Amaranthus: the evolutionary origin of grain amaranths. Molecular breeding 34:1975-1985.

Young-Jun P; Nemoto K; Nishikawa T, Matsushima K, Minami M; Kawase M. 2011. Genetic diversity and expression analysis of granule bound starch synthase I gene.

VALIDACIÓN Y SELECCIÓN DE GENES DE REFERENCIA PARA RT-QPCR EN *Amaranthus hypochondriacus*

Vera Hernández Pedro Fernando[1], Martínez Núñez Marcelino[1], Ruiz Rivas Magali[1], Martha Dolores Bibbins Martínez[1], Tellez Valerio Eduardo[1], Luna Suárez Silvia[1], Rosas Cárdenas Flor de Fátima[1]

[1]Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA-IPN) Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala C.P. 90700, México Tel. +52 248-48707-65.
Pedro Fernando Vera Hernandez pverah1300@alumno.ipn.mx, Tel.: +52-55-5729-6000 (ext. 87814)

Eje temático: 1
País: México
Palabras clave: RT-qPCR, genes de referencia, expresión génica.

INTRODUCCIÓN

Una gran cantidad de genes están involucrados en procesos tales como el desarrollo de la planta, la diferenciación o el montaje de respuestas que permiten la tolerancia de diferentes tipos de estrés biótico y abiótico. El amaranto ha desarrollado varios mecanismos para tolerar algunos tipos de estrés, tales como: la capacidad de aumentar la expresión de Colina monooxigenasa (CMO), que cataliza la síntesis de betainas, en respuesta a la salinidad y la sequía (Russell, Rathinasabapathi, & Hanson, 1998)Complementary</keyword><keyword>Edible Grain/*enzymology/genetics</keyword><keyword>*Gene Expression Regulation, Enzymologic</keyword><keyword>*Gene Expression Regulation, Plant</keyword><keyword>Molecular Sequence Data</keyword><keyword>Osmotic Pressure</keyword><keyword>Oxygenases/*genetics</keyword><keyword>Plant Leaves/enzymology</keyword><keyword>Sequence Homology, Amino Acid</keyword></keywords><dates><year>1998</year><pub-dates><date>Feb</date></pub-dates></dates><isbn>0032-0889 (Print; la regulación positiva de los factores de transcripción; “DNA One binding Zinc Finger 1” (DOF1) y “Mini Zinc Finger 1” (MIF1). Estos implican una respuesta coordinada que comprende la acumulación de osmolitos; la expresión de proteínas que reducen el daño por especies reactivas de oxígeno; y la regulación de los factores de transcripción relacionados con el control del crecimiento de las plantas (Huerta-Ocampo et al., 2011). Sin embargo, los mecanismos moleculares detrás de estos procesos no se comprenden del todo. El análisis transcripcional con RT-qPCR es útil para la interpretación funcional de genes y puede mejorar la cuantificación de los perfiles de expresión génica. RT-qPCR se ha convertido en el método preferido para la cuantificación de genes. Actualmente, varios estudios se centran en la selección de genes de referencia en varios organismos(Bevitori et al., 2014; Ferdous et al., 2015; Li, Zhang, Zhang, Wang, & Song, 2017; Singh, Kaul, Wadhwa, & Pati, 2015). La identificación de genes de referencia para la normalización de RT-qPCR no se había descrito en amaranto. En este estudio se evaluaron los genes de referencia más estables, así como la estabilidad del transcrito de estos genes en diferentes tejidos, etapas de desarrollo y bajo diferentes tipos de estrés en el amaranto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis de la variación de la expresión génica

El nivel de expresión de los genes en cada reacción se determinó por el umbral del ciclo Cq. Se evaluó la variación de expresión de los genes de referencia candidatos y se determinaron los mejores genes de referencia, los métodos basados en Excel; Se utilizaron GeNorm (Vandesompele et al., 2002), NormFinder (Andersen, Jensen, & Orntoft, 2004), y BestKeeper (Pfaffl, Tichopad, Prgomet, & Neuvians, 2004) y la herramienta bioinformática disponible en línea RefFinder (http://leonxie.esy.es/RefFinder). Los datos crudos se usaron directamente con los métodos BestKeeper y RefFinder, mientras que para los métodos geNorm y NormFinder, los valores Cq

Grupo	Metrodo		Ranking de estabilidad de expresión						
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	BestKeeper	Gene	*ahyMDH*	*ahyACT*	*ahyß-TUB*	*ahyEF-1α*	*ahyGAPDH*	*ahySAMDC*	*ahy18S-rRNA*
		SD value	0.729	0.814	0.826	0.902	0.977	1.336	1.707
Total	Normfinder	Gene	*ahyMDH*	*ahyGAPDH*	*ahyACT*	*ahyEF-1α*	*ahyß-TUB*	*ahySAMDC*	*ahy18S-rRNA*
		M value	0.086	0.134	0.142	0.172	0.215	0.242	0.339
	Genorm	Gene	*ahyACT| ahyMDH*		*ahyGAPDH*	*ahyEF-1α*	*ahyß-TUB*	*ahySAMDC*	*ahy18S-rRNA*
		M value	0.77		0.83	0.87	0.92	1.11	1.32
	BestKeeper	Gene	*ahyEF-1α*	*ahyß-TUB*	*ahyMDH*	*ahyACT*	*ahyGAPDH*	*ahySAMDC*	*ahy18S-rRNA*
		SD alue	0.741	0.751	0.802	0.852	1.071	1.121	1.756
Diferentes tipos de estrés	Normfinder	Gene	*ahyMDH*	*ahyGAPDH*	*ahyACT*	*ahyEF-1α*	*ahySAMDC*	*ahyß-TUB*	*ahy18S-rRNA*
		M Value	0.105	0.151	0.310	0.317	0.348	0.461	0.723
	Genorm	Gene	*ahyGAPDH| ahyMDH*		*ahyEF-1α*	*ahyACT*	*ahyß-TUB*	*ahySAMDC*	*ahy18S-rRNA*
		M value	0.597		0.827	0.872	0.997	1.16	1.353
	BestKeeper	Gene	*ahyMDH*	*ahyACT*	*ahySAMDC*	*ahyß-TUB*	*ahyEF-1α*	*ahyGAPDH*	*ahy18S-rRNA*
		SD value	0.66	0.79	0.85	0.87	1.03	1.06	1.39
Diferentes tejidos	Normfinder	Gene	*ahyMDH*	*ahyACT*	*ahyEF-1α*	*ahyß-TUB*	*ahySAMDC*	*ahyGAPDH*	*ahy18S-rRNA*
		M value	0.137	0.160	0.184	0.262	0.270	0.467	0.664
	Genorm	Gene	*ahyACT| ahyMDH*		*ahyEF-1α*	*ahy ß-TUB*	*ahySAMDC*	*ahyGAPDH*	*ahy18S-rRNA*
		M value	0.678		0.802	0.841	0.915	1.016	1.297
	BestKeeper	Gene	*ahyMDH*	*ahyGAPDH*	*ahyACT*	*ahyß-TUB*	*ahyEF-1α*	*ahy18S-rRNA*	*ahySAMDC*
		SD value	0.58	0.65	0.68	0.68	0.84	1.52	1.76
Difernetes etapas del	Normfinder	Gene	*ahyACT*	*ahyMDH*	*ahyGAPDH*	*ahyß-TUB*	*ahyEF-1α*	*ahy18S-rRNA*	*ahySAMDC*
desarrollo		M value	0.062	0.072	0.202	0.286	0.351	0.397	0.595
	Genorm	Gene	*ahyACT| ahyMDH*		*ahyGAPDH*	*ahyEF-1α*	*ahyß-TUB*	*ahy18S-rRNA*	*ahySAMDC*
		M value	0.375		0.45	0.57	0.625	0.933	1.081

Tabla 1. Estabilidad de expresión y clasificación de los genes de referencia candidatos utilizando diferentes programas para cada conjunto experimental. Los genes fueron analizados por el software original BestKeeper, geNorm y NormFinder. Los genes se clasificaron en términos de los valores obtenidos por cada algoritmo utilizado en cada grupo; M, valor de estabilidad de expresión y SD (desviación estándar). El método Normfinder y Genorm utilizó la M, mientras que Bestkeeper usó la SD.

se convirtieron en valores de cantidad relativa (RQ) mediante la fórmula $RQ = E^{-\Delta Cq}$, donde E es la eficacia de amplificación validada de cada gen, y ΔCq es la diferencia entre el valor Cq y el Cq mínimo de cada gen entre las muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La clasificación de estabilidad de los genes de referencia candidatos en 36 muestras individuales se calculó e identificó como "Total", con las 36 muestras divididas en tres grupos denominados de la siguiente manera: "Diferentes tipos de estrés"; "Diferentes tejidos"; y, "Diferentes etapas de desarrollo". Los resultados obtenidos por cada método se resumen en la Tabla 1. Como los algoritmos utilizados emplean diferentes enfoques para determinar el gen de referencia más estable, se encontró que la clasificación era diferente según el método empleado. Por lo tanto, la selección del gen más confiable para la normalización dependerá de las características de cada experimento.

CONCLUSIONES

Los resultados experimentales permiten hacer algunas sugerencias para la normalización de los datos de PCR para corregir imprecisiones, con la intención de obtener la expresión diferencial real de los genes diana en tratamientos experimentales. Para datos de PCR tomados de muestras de amaranto expuestas, en el mismo experimento, a diferentes condiciones de estrés, diferentes tejidos y diferentes etapas de desarrollo, se recomienda el uso de los cuatro genes más estables (ahyMDH, ahyGAPDH, ahyEF-1α y ahyACT).

Los datos obtenidos a partir de muestras expuestas a diferentes tipos de estrés mostraron los valores M más altos (lo que significa que son menos estables en estas condiciones). Estos hallazgos sugieren el uso de tres genes de referencia, ahyGAPDH, ahyMDH y ahyEF-1α o ahyACT, cuando se trabaja con muestras expuestas al estrés biótico o abiótico.

Finalmente, los datos analizados a partir de muestras tomadas de diferentes tipos de tejidos o diferentes etapas de desarrollo (solo una condición por experimento) mostraron valores M bajos (lo que significa que son más estables en estas condiciones). Este hallazgo sugiere el uso del par de genes ahyACT y ahyMDH como óptimos para la normalización de los datos.

Además, los resultados indicaron que ahy18S-rRNA y ahySAMDC fueron, en la mayoría de los casos, inapropiados para su uso como control en *A. hypocondriacus* y deben evitarse.

REFERENCIA

Andersen, C. L., Jensen, J. L., & Orntoft, T. F. (2004). Normalization of real-time quantitative reverse transcription-PCR data: a model-based variance estimation approach to identify genes suited for normalization, applied to bladder and colon cancer data sets. [Comparative Study.

Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Cancer Res, 64*(15), 5245-5250. doi: 10.1158/0008-5472.CAN-04-0496.

Bevitori, R., Oliveira, M. B., Grossi-de-Sa, M. F., Lanna, A. C., da Silveira, R. D., & Petrofeza, S. (2014). Selection of optimized candidate reference genes for qRT-PCR normalization in rice (Oryza sativa L.) during Magnaporthe oryzae infection and drought. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Genet Mol Res, 13*(4), 9795-9805. doi: 10.4238/2014.November.27.7.

Chan, O. Y., Keng, B. M., & Ling, M. H. (2014). Correlation and variation-based method for identifying reference genes from large datasets. *Electron Physician, 6*(1), 719-727. doi: 10.14661/2014.719-727.

Ferdous, J., Li, Y., Reid, N., Langridge, P., Shi, B. J., & Tricker, P. J. (2015). Identification of reference genes for quantitative expression analysis of microRNAs and mRNAs in barley under various stress conditions. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *PLoS One, 10*(3), e0118503. doi: 10.1371/journal.pone.0118503.

Huerta-Ocampo, J. A., Leon-Galvan, M. F., Ortega-Cruz, L. B., Barrera-Pacheco, A., De Leon-Rodriguez, A., Mendoza-Hernandez, G., & de la Rosa, A. P. (2011). Water stress induces up-regulation of DOF1 and MIF1 transcription factors and down-regulation of proteins involved in secondary metabolism in amaranth roots (Amaranthus hypochondriacus L.). [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Plant Biol (Stuttg), 13*(3), 472-482. doi: 10.1111/j.1438-8677.2010.00391.x.

Li, W., Zhang, L., Zhang, Y., Wang, G., & Song, D. (2017). Selection and Validation of Appropriate Reference Genes for Quantitative Real-Time PCR Normalization in Staminate and Perfect Flowers of Andromonoecious Taihangia rupestris. *Front Plant Sci, 8*, 729. doi: 10.3389/fpls.2017.00729.

Pfaffl, M. W., Tichopad, A., Prgomet, C., & Neuvians, T. P. (2004). Determination of stable housekeeping genes, differentially regulated target genes and sample integrity: BestKeeper--Excel-based tool using pair-wise correlations. *Biotechnol Lett, 26*(6), 509-515.

Russell, B. L., Rathinasabapathi, B., & Hanson, A. D. (1998). Osmotic stress induces expression of choline monooxygenase in sugar beet and amaranth. [Research Support, Non-U.S. Gov't

Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.]. *Plant Physiol, 116*(2), 859-865.

Singh, V., Kaul, S. C., Wadhwa, R., & Pati, P. K. (2015). Evaluation and selection of candidate reference genes for normalization of quantitative RT-PCR in Withania somnifera (L.) Dunal. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *PLoS One, 10*(3), e0118860. doi: 10.1371/journal.pone.0118860.

Vandesompele, J., De Preter, K., Pattyn, F., Poppe, B., Van Roy, N., De Paepe, A., & Speleman, F. (2002). Accurate normalization of real-time quantitative RT-PCR data by geometric averaging of multiple internal control genes. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Genome Biol, 3*(7), RESEARCH0034.

PROTEÓMICA COMPARATIVA PARA EL MEJORAMIENTO DIRIGIDO DE CULTIVOS DE AMARANTO

Bojórquez-Velázquez E.[1], Barrera-Pacheco A.[1], Herrera-Estrella A.[2], Espitia-Rangel E.[3] y Barba de la Rosa A.P.[1]*

[1]Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a Sección, C.P. 78216, San Luis Potosí, Mexico. *Correo-e: apbarba@ipicyt.edu.mx.
[2]Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad, CINVESTAV-Irapuato, Irapuato, Irapuato, Guanajuato, 36824, Mexico.
[3]INIFAP, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México, Km 13.5 Carr Los Reyes-Texcoco, C.P. 56250, Texcoco Estado de México, Mexico.

Eje temático: 1
País: México
Palabras clave: Especies de amaranto, proteómica, proteínas de reserva, proteínas tipo LEA.

INTRODUCCIÓN

El grano de amaranto contiene proteínas de calidad nutricional elevada pues presenta un balance de aminoácidos esenciales adecuado en referencia a los requerimientos de la dieta humana (Bressani & García-Vela, 1990)Amaranthus hypochondria-cus, and Amaranthus cruentus was established by the Landry and Moreaux fractionation scheme. Some of these fractions were analyzed for their amino acid content. Two extraction sequences were used, which differed in the first solvent, water in one and 0.5 M NaCl in the other. No differences were found in the protein fractions distribution between species or cultivars of the same species, independent of the fractionation sequence used. The solvent sequence resulted in differences in frac-tion I (albumin, es particularmente rico en metionina y lisina, aminoácidos que se encuentran en niveles bajos en leguminosas y cereales, respectivamente (Huerta-Ocampo & Barba De La Rosa, 2011). Mas aún, la planta de amaranto es naturalmente resistente a distintos tipos de estrés abiótico como sequía, calor y salinidad (Aguilar-Hernández et al., 2011;Huerta-Ocampo et al., 2014). El género *Amaranthus* consta de alrededor de 70 especies distribuidas en hábitats diversos respecto a condiciones climáticas y ubicación geográfica, de las cuales solo tres, *A. caudatus, A. cruentus,* and *A. hypochondriacus* se cultivan para la obtención de grano dirigido a consumo humano(Espitia-Rangel, Mapes-Sánchez, Nuñez-Colín, & Escobedo-López, 2010). Debido a la diversidad del germoplasma de amaranto, es necesario realizar estudios que evalúen las propiedades moleculares de especies silvestres para la mejora de las especies cultivadas. Por ello, en este estudio se realizó la comparación estructural de semillas de amaranto de especies cultivadas como *A. hypochondriacus* (waxy y no waxy) y *A. cruentus*, y especies silvestres como *A. hybridus* y *A. powellii*, así como la caracterización y comparación de sus perfiles de proteínas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron cortes transversales de las semillas de las distintas especies de amaranto analizadas y fueron observadas mediante estereomicroscopio y microscopía electrónica de barrido. Las proteínas fueron

extraídas con base en un enfoque de polaridad y se obtuvieron dos fracciones, hidrofílica e hidrofóbica, la cuales fueron sometidas a electroforesis desnaturalizante en geles de poliacrilamida (SDS-PAGE). Los perfiles electroforéticos se analizaron por densitometría y se consideraron como diferenciales las bandas con valores de intensidad estadísticamente significativos a $p<0.05$ mediante un ANOVA. Estas bandas fueron aplicadas a LC-MS/MS y los espectros resultantes procesados con el software MASCOT para la identificación de proteínas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron características fenotípicas propias de cada especie. Las semillas de especies silvestres presentan testa de color negro y lisa, mientras que las especies cultivadas son de tonos claros. Las imágenes de microscopía muestran estructuras contrastantes en el perisperma, las especies silvestres y la variedad no waxy de *A. hypochondriacus* presentan estructuras poliédricas, propias de almidones con alto contenido de amilosa. En la fracción de proteínas hidrofílicas se encontraron 26 bandas diferenciales y 8 en la fracción hidrofóbica. Al ser analizadas mediante LC-MS/MS en estas 34 bandas se identificaron 105 proteínas, de las cuales 62 fueron proteínas únicas. Alrededor del 70% de las proteínas identificadas están relacionadas con desarrollo/germinación de la semilla, almacenamiento de nutrientes, metabolismo de carbohidratos y respuesta a estrés. Sobresalen proteínas tipo LEA, globulinas 7S y 11S, y sintasas de almidón acopladas a gránulo.

CONCLUSIONES

El enfoque comparativo de los perfiles de proteínas del grano de distintas especies de amaranto mediante SDS-PAGE, permite identificar blancos moleculares dirigidos a la mejora nutricional del grano, tanto en su contenido de proteínas como de la composición de los carbohidratos, principalmente almidón. Además, también es posible encontrar proteínas involucradas con la capacidad de la planta para resistir condiciones de estrés.

REFERENCIAS

Aguilar-Hernández, H. S., Santos, L., León-Galván, F., Barrera-Pacheco, A., Espitia-Rangel, E., De León-Rodríguez, A., … Barba de la Rosa, A. P. (2011). Identification of calcium stress induced genes in amaranth leaves through suppression subtractive hybridization. *Journal of Plant Physiology*, *168*(17), 2102–2109. http://doi.org/10.1016/j.jplph.2011.06.006.

Bressani, R., & García-Vela, L. A. (1990). Protein Fractions in Amaranth Grain and Their Chemical Characterization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *38*(5), 1205–1209. http://doi.org/10.1021/jf00095a010.

Espitia-Rangel, E., Mapes-Sánchez, E. C., Nuñez-Colín, C. A., & Escobedo-López, D. (2010). Geographical Distribution of Cultivated Species of Amaranthus. *Revista Mexicana de Ciencias Agricolas*, *1*, 427–437.

Huerta-Ocampo, J. Á., & Barba De La Rosa, A. P. (2011). Amaranth: A Pseudo-Cereal with Nutraceutical Properties. *Current Nutrition & Food Science*, *7*, 1–9. http://doi.org/10.2174/157340111794941076.

Huerta-Ocampo, J. A., Barrera-Pacheco, A., Mendoza-Hernández, C. S., Espitia-Rangel, E., Mock, H. P., & Barba de la Rosa, A. P. (2014). Salt stress-induced alterations in the root proteome of amaranthus cruentus L. *Journal of Proteome Research*, *13*(8), 3607–3627. http://doi.org/10.1021/pr500153m.

2. Agronomía, agroecología y ecofisiología

Prácticas de manejo. Tecnologías de producción. Fisiología del cultivo. Alternativas al Cambio climático. Modelos de producción comunitaria.

GRUPO DE ENLACE PARA LA PROMOCIÓN DEL AMARANTO EN MÉXICO

HONGOS PATÓGENOS ASOCIADOS A SEMILLAS DE GENOTIPOS DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) NATIVAS DE PERÚ

Rosillo-Sánchez J.L.[1]; Encarnación-Calva P.[1]; Rivas-Valencia P.*[2]; Espitia-Rangel E.[2]; Leyva-Mir S.G.[2]; Sánchez-Alonso M.G.2; Robles-Yerena L.[2].

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Parasitología Agrícola, Km 38.5 carretera México - Texcoco, 56230 Texcoco de Mora, Méx. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Km.13.5 de la Carretera los Reyes-Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, 56250, México.
*Correo-e: rivas.patricia@inifap.gob.mx

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: identificación morfológica, secuenciación.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la semilla es indispensable para el éxito del cultivo, por lo tanto se espera que en condiciones óptimas se tenga una buena respuesta en la siembra, con el objetivo de que produzca plántulas vigorosas, para alcanzar el máximo rendimiento. Lo anterior permite sustentar las actividades agrícolas, que contribuye a mejorar su producción, en términos de calidad y rentabilidad. Para que la germinación de la semilla ocurra, deben satisfacerse condiciones específicas y especialmente las condiciones de sanidad deben ser satisfactorias (ausencia de agentes patógenos).

De acuerdo a diversos estudios realizados por instituciones como la FAO (2018) y el INIA (2008) en el cultivo de amaranto en Perú se han reportado diversos hongos fitopatógenos causando daños, entre los que se pueden encontrar los géneros: *Alternaria, Macrophoma, Esclerotinia, Cercospora, Phytium, Fusarium, Albugo, Ryzhoctonia, Choanephora, Curvularia, Oidium causado por Erysiphe* y *Volutella*.

En México, las principales enfermedades son: El tizón del amaranto; *Alternaria tenuis*, la mancha negra y mancha del tallo; *Macrophoma spp* y *Phoma longissiama*, pudrición marrón del tallo o esclerotiniosis; *Sclerotinia sclerotiorium*, carbón del amaranto; *Thecaphora amaranthi, T. amaranthicola y T. iresine* (Moreno *et al*., 2005), pudrición de raíz o Damping-off; *Phytium sp., Fusarium sp., Rhizoctonia sp*., roya blanca; *Albugo bliti* y la pudrición húmeda del tallo; *Choanephora cucurbitarum* (Rivas-Valencia *et al*., 2012; Bernal *et al*., 2000).

El objetivo de este estudio fue determinar los hongos fitopatógenos asociados a la semilla de amaranto provenientes de Puno, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó *in vitro* utilizando 65 muestras de semilla de amaranto originarias de la localidad de Puno, Perú. Se utilizó un diseño experimental al azar con ocho repeticiones.

Para la obtención de los hongos asociados a la semilla se utilizó el método de papel secante (Benetti *et al.,* 2009), una vez que se observaron estructuras de los hongos, se aislaron en medio PDA y se purificaron por el método de cultivo monospórico. Una vez que los cultivos monospóricos esporularon, se hicieron preparaciones de cada uno de los aislados y se observaron al microscopio compuesto a 40x para la identificación morfológica y se consultaron las claves de Barnett y Hunter (1998).

Para el análisis molecular de los hongos obtenidos, se transfirió una porción del crecimiento de los aislados monospóricos para realizar la extracción de ADN. Se empleó el Kit de extracción AxyPrep™ Multisource Genomic DNA Miniprep (Axygen) de acuerdo a las instrucciones del fabricante. El ADN se sometió a PCR utilizando los iniciadores enlistados en el Cuadro 1.

Las reacciones de amplificación se llevaron a cabo en un termociclador TProfessional estándar (Biometra, Alemania) en un volumen final de 25µl con los siguientes reactivos: Taq DNA Buffer PCR 1X, MgCl2 0.75 mM, dNTP's 0.2mM, Platinum Taq DNA polymerase 1U (Invitrogen, USA), 10µM de cada primer y 2µl de ADN total. El programa de amplificación fue el siguiente: 96 °C por 3 min, 35 ciclos de 95 °C por 30 s, 55 °C por 30 s y 72 °C por 45 s, seguido de una extensión final a 72 °C por 4 min. Se verificó la presencia del fragmento mediante electroforesis en geles de agarosa al 2 %, la tinción se realizó con bromuro de etidio (5 mg L^{-1}) y los geles se documentaron en el fotodocumentador Gel Doc (Bio-Rad, USA). Con las secuencias obtenidas de los aislamientos en estudio, se compararon con Blass de la base de datos NCBI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican la presencia de los géneros: *Alternaria, Aspergillus, Cladosporium, Curvularia, Epicocum, Fusarium, Mucor, Penicillium, Phragmidium, Rhizopus y Trichothecium.* Comparando resultados, nos permitió concluir que los géneros obtenidos no coincidieron en su mayoría con lo reportado. Se obtuvieron géneros que no se describen atacando la semilla del amaranto en México como en Perú.

REFERENCIAS

Barnett, H.L. and Hunter, B.B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 4th Edition, APS Press, St. Paul, 218 p.

Benetti, S.C.; Santos A.F.; Souza Medeiros A.C.; Sousa Jaccoud D. 2009. Levantamento de Fungos em Sementes de Cedro e Avaliação da Patogenicidade de *Fusarium* sp. e *Pestalotia* sp. P. 82.

Bernal-Muñoz R., Rodríguez-Vallejo J., Estrada-Gómez A., Hernández-Livera A., Gatica-Vásquez M. 2000. Micoflora asociada a la semilla

Cuadro 1. Iniciadores utilizados para la síntesis de ADN de 5 géneros de hongos fitopatógenos asociados a la semilla.

Género	Iniciadores	Cita
Penicillium *Cladosporium*	ITS 1f CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA LR5 ATCCTGAGGGAAACTTC	Gardes and Bruns, 1993; Vilgalys, 1990.
Epicocum *Aspergillus*	Btub2Fd GTBCACCTYCARACCGGYCARTG Btub4Rd CRGAYTGRCCRAARACRAAGTTGTC	Woudenberg *et al*., 2009
Fusarium	Ef1-728F CATCGAGAAGTTCGAGAAGG Ef1-986R TACTTGAAGGAACCCTTACC	Carbone and Kohn LM, 1999

de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Revista Fitotecnia Mexicana 23:109-118.

Carbone I, Kohn LM, 1999. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. Mycologia 91: 553-556.

FAO (Food and Agricultural Organization). (S/F). AMARANTO (*Amaranthus caudatus*). Agosto 3, 2018, de FAO Sitio web: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_2.htm#Top.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agrícola). 2008. Guia pratica: Plagas y Enfermedades del cultivo de Kiwicha *(Amaranthus caudatus).* Dirección de Investigación Agraria. Programa Nacional de Cultivos Andinos. Estación Experimental Andes Cusco. 36p.

Larena I and Melgarejo P. 2009. Development of a method for detection of the biocontrol agent Penicillium oxalicum strain 212 by combining PCR and a selective medium. Plant Disease 93:919-928.

Moreno V. M, Yáñez M. M.J., Rojas M. R.I., Zavaleta M. E., Trinidad S. A. y V. J.L. Arellano. 2005. Diversidad de hongos en semilla de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) y su caracterización molecular. Revista Mexicana de Fitopatología 23:111-118.

Vilgalys R, Hester M (1990) Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several Cryptococcus species. J Bacteriol 172: 4238–4246.

Woudenberg, J. H. C., Aveskamp, M. M., de Gruyter, J., Spiers, A. G., & Crous, P. W. (2009). Multiple *Didymella* teleomorphs are linked to the *Phoma clematidina* morphotype. *Persoonia*, *22*, 56–62. http://doi.org/10.3767/003158509X427808

RESPUESTA DEL CULTIVO DE AMARANTO A LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS, EN HUZULCO MORELOS, MÉXICO

*[1]Bahena-Galindo Maria Eugenia, [2]Villalba-Santamaria Veronica, [1]Oliver Guadarrama Rogelio, [1]Granjeno-Colin Andrea Elizabeth y Vidal-Caporal Mario

Av. Universidad 1001. Col. Chamilpa. C. P. 62209.
México-Correo-E: Bahenam@Uaem.mx
[1] Profesor-Investigador, [2]Estudiante. [3]Productor, [1]Centro de Investigaciones Biologicas [2]Facultad de Ciencias Biologicas, Universidad Autonoma del Estado de Morelos, [3] Presidente del Sistema Producto Amaranto en Morelos

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: presiembra, poscosecha, tenebrio, combinado, composta.

INTRODUCCIÓN

El impulsar la agricultura con abonos orgánicos brinda a los suelos la capacidad de absorber los distintos elementos nutritivos, así como reducir el uso de los insumos externos, proteger la salud del ser humano y la biodiversidad. La necesidad de disminuir la dependencia de agroquímicos en los distintos cultivos obliga a buscar alternativas fiables y sostenibles. En la búsqueda de una nueva alimentación, no se debe enfocar solamente en la producción de cultivos de la canasta básica, y de productos orgánicos de costos elevados; sino también en el rescate de cultivos que nos permiten dar una alternativa a la nutrición del ser humano y que estén libres de químicos. Una de estas la ofrece el cultivo de amaranto, que era ampliamente utilizado desde las épocas precolombinas como alimento y fuente de proteína, calcio, hierro, entre otros compuestos necesarios para la alimentación humana.

En México los estados que se dedican a la siembra de amaranto son: Distrito Federal, Estado de México, Morelos, Oaxaca, Querétaro, Tlaxcala y Puebla. Este último es considerado una de las principales entidades en la producción de amaranto con 2 510.8 toneladas, sembrando más del 50 % del total nacional. Por otra parte a pesar de que Morelos está registrado como productor, en los últimos diez años sólo se ha dedicado a la transformación de productos derivados de la semilla de amaranto, por lo que es necesario implementar proyectos que ayuden a cubrir las necesidades de la materia prima que usan los transformadores. Derivado de esto se plantea impulsar a los productores de Huazulco, Morelos a cultivar amaranto orgánico utilizando abonos tales como composta, lombricompostas, bocashis etc., que favorecen el cuidado y el manejo de sus suelos para de esta manera conservar simultáneamente a dos grandes recursos (SAGARPA, 2017); por lo que el objetivo general del presente trabajo es “Evaluar el efecto de los abonos orgánicos en la conservación de los suelos cultivados con amaranto bajo la NOM-021 Semarnat, 2000) en Huazulco, Morelos”.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la localidad de Huazulco perteneciente al municipio de Temoac, Morelos, llevado a cabo durante el ciclo primavera-verano de 2017 bajo condiciones de temporal, utilizando 2 compostas; la primera a base de desechos orgánicos y la segunda con el residuo de la alimentación de organismos conocidos como tenebrios.

Se estableció un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones de cada uno, dando como resultado12 parcelas, cada una de cinco metros de largo por tres de ancho, con un total de 180 m^2; la separación entre surcos fue de 80 cm; se colocó otra parcela de 15m^2 en la cual se aplicó fertilizante químico (urea) usados en la región para poder comparar los diferentes tratamientos. Los tratamientos a utilizados son los siguientes:

1. Testigo (T-1)
2. Composta de jardín (T-2)
3. Combinado (T-3)
4. Composta de Tenebrio (T-4)
5. Químico (T-5)

Composta de desechos orgánicos: contiene residuos de frutas, cascaras de naranja, jitomate, tortilla, ceniza, hojarasca de jardín, restos de comidas, con una maduración de 60 días.

Composta de residuos de alimentación de tenebrio: contiene residuos de la alimentación del tenebrio, avena, pan duro, maíz y harina de trigo u otros cereales, aserrín, cartón, cascara de plátano y pan.

Para llevar a cabo la evaluación del suelo se tomaron muestras antes de la siembra y después de la cosecha aplicándoles las técnicas determinadas por la NOM-021-SEMARNAT-2000.

RESULTADOS Y DISCUSION

En cuanto a resultados se observó que en la variable de la Densidad Aparente no hubo diferencias significativas entre la presiembra y la poscosecha, sin embargo en la Densidad Real de los tratamientos 2 y 4 si sufrieron modificaciones con un ligero aumento lo que nos indica que el uso de los abonos mejora la estructura del suelo y aumenta la porosidad de los

T-2	T-2	T-3	T-1	T-1	T-4
T-3	T-4	T-3	T-2	T-4	T-1
T-5					

Figura 1. Diseño experimental.

Grafica 1. Rendimiento de amaranto.

agregados variando entre un 60 y 70 de porosidad total.

Al comparar los resultados obtenidos en la presiembra y la poscosecha de los parámetros químicos se evidencia que el aporte de abonos orgánicos (compostas) al cultivo, favorece al suelo ya que la materia orgánica y el carbono se incrementan en tanto que el nitrógeno se mantiene durante el ciclo del cultivo; sin embargo el pH se ve modificado al agregar las compostas, dado que al inicio en la presiembra presenta un pH ligeramente ácido sin embargo cambian a muy ácido acentuándose más en el tratamiento tres que corresponde a la del tenebrio lo que limita la absorción de algunos nutrientes; sin embargo en los parámetros dasonómicos de las plantas no hay diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la altura de las plantas. No obstante, en el tamaño de la semilla el tratamiento tres que es el combinado resultó ser el mejor tratamiento; sin embargo el mejor rendimiento se presentó con la composta de desechos orgánicos que alcanzo 1197 kg/ hectárea (gráfica 1), seguido por el químico, el testigo y el combinado fueron muy similares.

CONCLUSIONES

El uso de abonos orgánicos en la producción de amaranto funciona a mediano plazo dado que la liberación de nutrientes es lenta y se ve reflejada en la altura de la planta y de la inflorescencia (panoja) variables asociadas al rendimiento.

En cuanto a las propiedades químicas del suelo, se recomienda aplicar otros sustratos que permitan elevar los valores de pH para no afectarlo y así tener la disponibilidad de nutrientes que mejoren los rendimientos.

ADAPTACIÓN DE GENOTIPOS DE AMARANTO (*Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus*) PARA PRODUCCIÓN DE GRANOS EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE

Cubillos Daniel, Silva Paola*, Baginsky Cecilia

Depto. Producción Agrícola, Fac. Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Casilla 1004, Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago, 8820808. Chile. Correo-e: psilva@uchile.cl

Eje temático: 2
País: Chile
Palabras clave: rendimiento, estabilidad, floración.

INTRODUCCIÓN

Dentro del género *Amaranthus* se pueden encontrar más de 87 especies, destacando *A. cruentus*, *A. hypochondriacus* y *A. caudatus* como especies cultivables para la producción de granos (Jacobsen y Sherwood, 2002). El amaranto crece y se desarrolla de mejor manera en climas cálidos, por lo que está distribuido desde el trópico hasta las regiones semiáridas (Corke y Cai, 2016). En el amaranto se ha descrito sensibilidad al fotoperiodo, donde se ha reconocido una respuesta al fotoperiodo de día corto, es decir necesita días cortos para expresar de mejor manera la floración, de no ser así la floración podría verse retrasada o simplemente no ocurrir, aunque se ha descrito que algunos genotipos requieren día largo o neutro para florecer (Barrales et al., 2010; Ramírez et al., 2010).

Es importante mencionar que tanto la diversidad genética como fenotípica varían de acuerdo a las características ecogeográficas del lugar de origen, lo que determinará una selección genética específica y, por lo tanto, al cambiarlos a un ambiente diferente cambiará el grado de expresión de los caracteres de las plantas (Curti et al., 2014). En términos generales los genotipos pueden tener adaptación específica, es decir el genotipo puede tener un rendimiento superior a otros genotipos en algún ambiente en particular (De Vita et al., 2010) o tener adaptación amplia, donde el genotipo tiene un rendimiento que no cambia mucho entre ambientes, es decir el genotipo tiene una adaptación a las diferentes condiciones ambientales (De Vita et al., 2010). La adaptación específica y amplia, utiliza como variable de estudio el rendimiento, pero también se puede entender por adaptación a la coincidencia entre la fecha de floración del genotipo y las condiciones ambientales que son favorables para el crecimiento y desarrollo del genotipo (De Vita et al., 2010). El objetivo de este estudio fue analizar la adaptación de *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus*, bajo diferentes condiciones ambientales en la Zona Central de Chile.

MATERIALES Y MÉTODO

Se utilizaron 8 genotipos de amaranto: 3 de la especie *A. cruentus* y 5 de *A. hypochondriacus* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Lista de genotipos y su respectiva especie.

Especie	Nombre del genotipo	Origen
A. cruentus	Amaranteca	México
A. cruentus	Benito	México
A. cruentus	CB-01	Chile
A. hypochondriacus	Areli	México
A. hypochondriacus	Diego	México
A. hypochondriacus	Nutrisol	México
A. hypochondriacus	PQ2	México
A. hypochondriacus	Revancha	México

Los genotipos se establecieron en un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Los experimentos fueron llevados a cabo en la temporada 2017-2018 en la Estación Experimental del Liceo Agrícola el Carmen en San Fernando (34°36'23,6" S; 70°58'41.6" O, 350 m.s.n.m.) y en el predio Chacra Dolores en Isla de Maipo (33°46'35,34" S; 70°53'53,85" O, 342 m.s.n.m.). En cada localidad se evaluaron 2 fechas de siembra: 29 de septiembre y 21 de diciembre en Isla de Maipo y 19 de diciembre y 11 de enero en San Fernando, totalizando 4 ambientes. La densidad utilizada fue de 14 plantas m^{-2}, con una distribución de 0,1 x 0,7 m. Las parcelas fueron regadas mediante un sistema de riego presurizado con un umbral de riego (UR) de 50%, la fertilización fue de 100 kg de nitrógeno ha^{-1}. Se determinó las fechas de inicio de emisión de panoja (IDP), floración (F) y madurez fisiológica (MF). Se evaluó la biomasa aérea, rendimiento en granos y sus componentes de rendimiento (número de granos m^{-2} y peso de 1000 granos), al final del ciclo del cultivo se midió la altura de la planta, el largo de la panoja y se calculó el índice de cosecha.

Se utilizó un Análisis de Varianza (ANDEVA) para un diseño en bloques completamente aleatorizado con las repeticiones anidadas en los ambientes a un nivel de significancia del 5%, con el cual se pudo identificar la magnitud y la significancia que es atribuible a cada fuente de variación: genotipo (G), ambiente (E) y GxE. Con el objetivo de determinar la estabilidad de los genotipos se realizó una regresión lineal entre el rendimiento de cada genotipo y el rendimiento promedio de todos los genotipos en cada ambiente, una pendiente de la regresión (b) < a 1, se considera un genotipo estable y > a 1 se considera inestable (Finlay y Wilkinson, 1963; Eberhart y Russell, 1966). Para explicar las diferencias entre los genotipos, respecto a todas las variables en estudio, se realizó un análisis de componentes principales (Balzarini et al., 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de los genotipos evaluados en los 4 ambientes fluctuó entre 1.869 y 3.385 kg ha^{-1}. El mayor rendimiento se observó en la primera fecha de siembra de la localidad de San Fernando, la cual

Cuadro 2. Biomasa, rendimiento, índice de cosecha, altura de plantas, largo de panojas, peso de 1000 granos y número de granos en cada ambiente estudiado.

Ambiente	Biomasa (kg ha^{-1})	Rendimiento (kg ha^{-1})	Índice de cosecha	Peso de 1000 granos (g)	N° de granos m^{-2}	Altura de plantas (m)	Largo de panojas (m)
IMPrimera	11.599a	1.869b	0,18b	0,76b	244.929b	2,26a	0,47b
IMSegunda	9.494b	1.915b	0,20b	0,81a	235.183b	2,12a	0,43c
SFPrimera	13.348a	3.385a	0,26a	0,83a	406.338a	2,14a	0,64a
SFSegunda	9.342b	2.315b	0,25a	0,82a	282.826b	2,16a	0,63a

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas con un p-valor ≤ 0,05, con la prueba DGC.

destacó por una alta biomasa, alto IC, mayor largo de panoja, mayor número de granos m^{-2} y un mayor peso de 1000 granos.

Se encontró interacción GxE en biomasa, rendimiento, IC, peso 1000 granos, altura de planta y largo de panoja ($p \leq 0,05$) y en n° de granos m^{-2} ($p \leq 0,1$). Para el caso del rendimiento la GxE explica dos veces más la variabilidad observada que G, por lo tanto esta será considerada para la selección de genotipos para la zona de estudio.

En el análisis de estabilidad, destaca CB-O1 como el genotipo de mayor rendimiento (2,717 Kg ha^{-1}) y estable (b = 0,9), seguido por Amaranteca (rendimiento = 2618 kg ha^{-1}; b=1,04). Aunque Areli y Diego tuvieron un alto rendimiento en el mejor ambiente, su rendimiento fue el más inestable de los genotipos estudiados (b= 1,63 y 1,72, respectivamente), obteniendo los rendimientos más bajos en los peores ambientes, destacando como genotipos de adaptación específica a buenos ambientes. Aunque el resto de los genotipos muestran mayor estabilidad, estos no superan en ningún ambiente a CB-01 y Amaranteca (Figura 1).

El análisis de componentes principales explica el 81,7% de la variabilidad observada, los genotipos de mayor rendimiento se ubican a la derecha del biplot destacando los de la especie *A. cruentus*: CB-01 y Amaranteca y el genotipo de *A. hypochondriacus*: Revancha. Estos genotipos tienen además el mayor IC, la menor altura y el menor largo de panoja (Figura 2).

El rendimiento promedio de los genotipos CB-01, Amaranteca y Revancha fue de 2.609 kg ha^{-1}, con un IC de 0,27, seguido por Benito con 0,23 y luego el resto de los genotipos con un IC de 0,19 (Cuadro 4). Aunque la fenología no se asoció al rendimiento (Figura 2), se observa una mayor precocidad en los genotipos de *A. cruentus*, que en los genotipos de

Cuadro 3. Porcentaje de la suma de cuadrados de cada variable medida.

Fuente de Variación	Biomasa	Rendimiento	Índice de cosecha	Peso 1000 granos	N° de granos m^{-2}	Altura de planta	Largo de panoja
Ambiente	43***	70***	33***	24***	69**	4ns	62***
Genotipo	25***	9**	39***	45***	10**	46***	13***
G x A	32***	21**	28***	31***	21ǂ	51***	25***

***Nivel de significancia ≤ 0,01. **Nivel de significancia ≤ 0,05 ǂ Nivel de significancia ≤ 0,1.

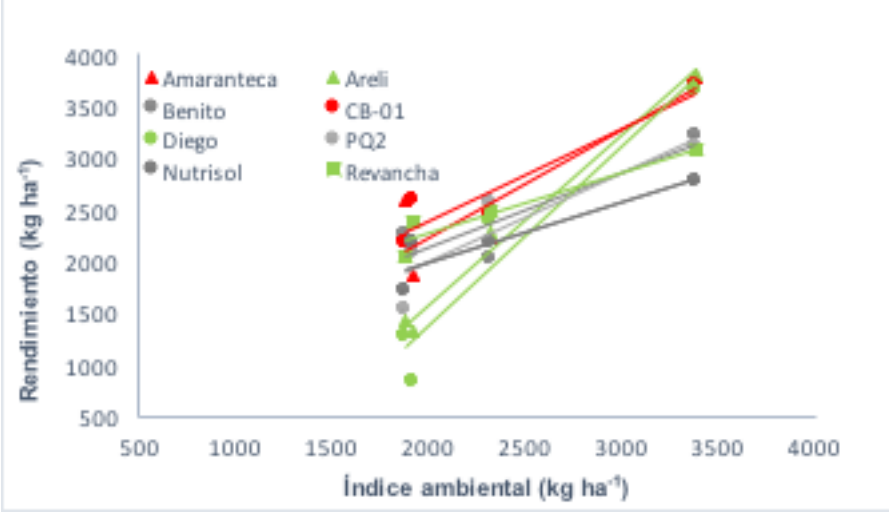


Figura 1. Análisis de estabilidad de los genotipos.

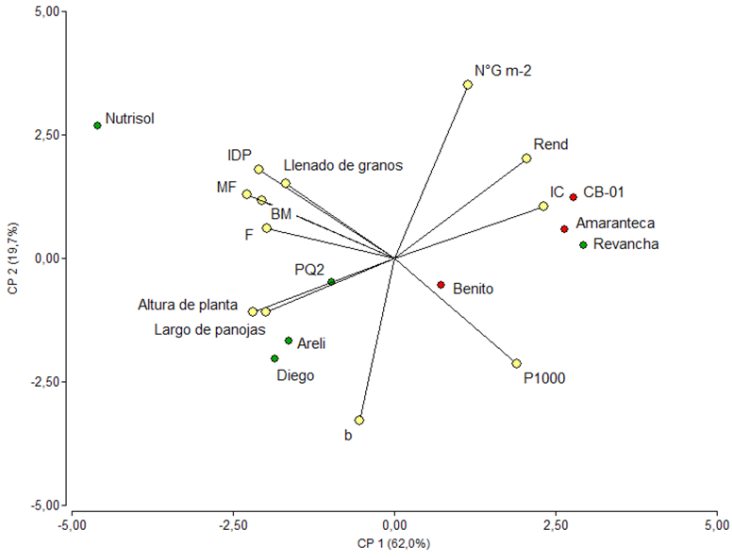


Figura 2. Análisis de componentes principales hecho con la variable de clasificación genotipo. Rend: Rendimiento. P1000: Peso de 1000 granos. N°Gm^{-2}: Número de granos m^{-2}. BM: Biomasa. IDP: Inicio de emisión de panoja. F: Floración. MF: Madurez fisiológica. Llenado de grano: largo del periodo de llenado de grano. b: estabilidad del rendimiento.

Cuadro 4. Biomasa, Rendimiento, índice de cosecha, altura de plantas, largo de panojas, peso de 1000 granos y número de granos de cada genotipo estudiado.

Genotipo	Biomasa (kg ha^{-1})	Rendimiento (kg ha^{-1})	Índice de cosecha	Peso de 1000 granos (g)	N° de granos m^{-2}	Altura de plantas (m)	Largo de panojas (m)
Amaranteca	9.948b	2.618a	0,26a	0,81a	321.726a	1,99b	0,50b
Benito	10.312b	2.397b	0,23b	0,83a	288.480a	2,28a	0,58a
CB-01	9.966b	2.716b	0,27a	0,81a	331.591a	1,98b	0,50b
Areli	11.046a	2.195b	0,20c	0,80a	270.989b	2,32a	0,59a
Diego	10.666b	2.029b	0,18c	0,80a	247.245b	2,29a	0,55a
Nutrisol	13.223a	2.206b	0,18c	0,72b	306.855a	2,36a	0,58a
PQ2	12.739a	2.312b	0,19c	0,82a	280.188b	2,26a	0,56a
Revancha	9.668b	2.493a	0,27a	0,85c	291.476b	1,88c	0,48b
A. cruentus	10.075B	2.577A	0,25A	0,82A	313.932A	2,08B	0,53A
A. hypochondriacus	11.468A	2.248B	0,20B	0,80A	279.351B	2,22A	0,55A

Letras minúsculas distintas indican diferencias con un p-valor ≤0,05, con la prueba DGC. Letras mayúsculas distintas indican diferencias con un p-valor ≤0,05, con la prueba de contrastes.

Cuadro 5. Fenología de los genotipos de amaranto en dos de los ambientes estudiados.

Genotipo	SF Primera Fecha			SF Segunda Fecha		
	IDP (dde)	F (dde)	MF (dde)	IDP (dde)	F (dde)	MF (dde)
Amaranteca	40	60	96	42	53	113
B Benito	44	57	98	42	53	113
CB-01	44	62	98	42	53	113
Areli	48	76	112	42	53	113
Diego	47	65	112	48	53	113
Nutrisol	65	71	136	48	62	113
PQ2	49	76	107	42	53	113
Revancha	40	61	96	48	53	113
A. cruentus	43	60	97	42	53	113
A. hypochondriacus	50	70	113	46	55	113

A hypochondriacus, especialmente en la primera fecha de siembra en San Fernando (Cuadro 5). La mayor variabilidad se observó en los genotipos de *A. hypochondriacus* siendo el más tardío Nutrisol y el más precoz Revancha, este último con un valor de precosidad similar a los *A. cruentus*.

CONCLUSIONES

Los genotipos con mayor adaptación a la zona central de Chile son los genotipos de *A. cruentus*: CB-01 y Amaranteca, lo cual se asocia a un mayor IC y menor altura. El genotipo Revancha de la especie *A. hypochondriacus* se comporta de manera similar a CB-01 y Amaranteca, ambos pertenecientes a la especie de *A. cruentus*. Pese a que los genotipos de *A. hypochondriacus*: Diego y Areli tienen adaptación específica a buenos ambientes, su rendimiento es muy inestable.

REFERENCIAS

Balzarini, M.; C. Bruno y A. Arroyo. (2005). Análisis de Ensayos Agrícolas Multiambientales. Ejemplos en Info-gen. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. 153p.

Barrales, J., E. Barrales y E. Barrales. (2010). AMARANTO: Recomendaciones para su producción. Fundación Produce Tlaxcala A. C. Editorial Plaza y Valdes. Tlaxcala, México. 166p.

Corke, H. and Y. Cai. (2016). The legums and pseudocereals. Amaranth: Overview. Hubei University of Technology, Wuhan, China; University of Hong Kong, Hong Kong, China. 10p.

Curti, R.; A. de la Vega; A. Andrade; S. Bramardi and H. Bertero. (2014). Multi-environmental evaluation for grain yield and its physiological determinants of quinoa genotypes across Northwest Argentina. Field Crops Research, 166: 46-57.

De Vita P.; A. Mastrangelo; L. Matteu; E. Mazzucotelli; N. Virzi; M. Palumbo; M. Lo Storto; F. Rizza and L. Cattivelli. (2010). Genetic improvement effects on yield stability in durum wheat genotypes grown in Italy. Field Crop Reseach, 119: 68-77.

Di Rienzo J., Casanoves F., Balzarini M., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). Manual del usuario InfoStat. Córdoba, Argentina. Universidad Nacional de Córdoba. 336p.

Eberhart, S. and A. Russell. (1966). Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6(1): 36-40.

Finlay, K. and G. Wilkinson. (1963). The Analysis of adaptation in plant-breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research, 14(6): 742-754.

Jacobsen S. y S. Sherwood. (2002). Cultivo de granos andinos en Ecuador: Informe sobre quinua, chocho y amaranto. Quito, Ecuador: Abaya-Yala. 89p.

Ramírez, M.; A. Carballo; A. Santacruz; V. Conde; E. Espitia y F. González. (2010). Distinción, homogeneidad y distribución mediante caracterización morfológica en variedades de amaranto. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 1(3): 335-349.

FITOTOXICIDAD DE CLOMAZONE EN POST EMERGENCIA DE AMARANTO (*Amaranthus cruentus* L.)

Díaz, V.[1]; Catrileo, L. [1]; Nilo, D. [1]; Meza, C., Baginsky, C. [1]

[1]Depto. Producción Agrícola, Fac. Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Casilla 1004, Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile. *Correo-e:mail: vdiaz@uchile.cl.

Eje temático: 2
País: Chile
Palabras clave: rendimiento, toxicidad, Benito, Amaranteca.

INTRODUCCIÓN

El amaranto (*Amaranthus* spp.) es uno de los cultivos más antiguos de América, la superficie de siembra se ha incrementado tanto por las cualidades alimenticias que posee como por su capacidad de adaptabilidad a la mayoría de las condiciones ambientales, muchas veces adversas donde otros cultivos no prosperan (Omami *et al*., 2006; Islas Gutiérrez e Islas Gutiérrez, 2001).

El rendimiento promedio que obtienen las especies comerciales establecidas en América (*A. cruentus, A. hypochondriacus* y *A. caudatus*) fluctúa entre 1.000 y hasta 5.000 kg ha^{-1} de grano, pudiendo además ser utilizada la planta entera y sus hojas tiernas como verduras frescas, así como alimento para ganado (FAO, 2000).

En las diversas zonas donde se cultiva amaranto, la tecnología utilizada es tradicional, lo cual implica el uso limitado o nulo de maquinaria e insumos que permitan explotar el potencial del cultivo y poder incrementar la producción por hectárea. Este hecho además se asocia a que en general es un cultivo con un manejo laborioso asociado a un alto uso de mano de obra y con manejos agronómicos que no se llevan a cabo en los momentos oportunos, sobre todo a aquellos relacionados con el raleo, control de malezas y cosecha. Además existe un uso inadecuado de fertilizantes, uso de semilla corriente y falta de asesoría técnica (Parra *et al*., 2012; Ayala *et al*., 2012; Escalante Escoffié, 2011).

El amaranto es un cultivo muy susceptible a la competencia por malezas, ya sea por agua, espacio, o luz en sus primeros estados de desarrollo. Según el INTA (2018) el periodo critico de competencia son los primeros 45 días después de emergencia por lo que se aconseja efectuar el primer control cuando las plántulas de amaranto tengan de 10-15 cm de altura y el segundo control, si fuera necesario, 30 días después del primero. En general son suficientes dos controles durante todo el ciclo de la planta, ya que posteriormente por su sistema de ramificación suprime el crecimiento de las malezas (FAO, 1992)

Por los antecedentes antes expuestos, es que se consideró fundamental aportar en aspectos tecnológicos que permitan disminuir la mano de obra utilizada y aumentar los rendimientos alcanzados, para ello se diseñó una investigación cuyo objetivo fue evaluar la fitotoxicidad de Clomazone, sobre

dos variedades de Amaranto. Este herbicida se caracteriza por ser selectivo de pre y post emergencia, de acción sistémica y pertenece al grupo químico Piridazinonas, Isoxazolidinona. Su mecanismo de acción se basa en la inhibición de la síntesis de clorofilas y caroteniodes en las plantas susceptibles. Una vez aplicado se adhiere moderadamente en el suelo, con persistencia de 28 a 84 días, dependiendo del contenido de materia orgánica.

Las plantas pueden absorber este plaguicida a través de las raíces y brotes. Dentro de las plantas se trasloca hacia las partes superiores por medio del xilema y se difunde hacia las hojas, pero no se mueve hacia las partes bajas, ni de hoja a hoja (Instituto Nacional de Ecología).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos independientes, cada uno de los cuales correspondió a una variedad de *A. cruentus*: Benito y CB01. Ambos cultivos se sembraron en 5 de enero de 2018 en la Estación Experimental Antumapu de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en la Región Metropolitana, Comuna de la Pintana (paralelo 33º 40' Latitud Sur y 70º 38' Longitud Oeste, a 420 msnm). El clima de la localidad, es templado cálido con estación seca prolongada de 7 a 8 meses. La precipitación anual es de 278 mm entre mayo y agosto. La temperatura media anual es de 14 ºC, siendo el mes más cálido enero y el más frío julio (Santibáñez y Uribe, 1990). Los suelos de Antumapu son de origen aluvial, perteneciente a la serie Santiago (CIREN, 1996), y según análisis químico posee un pH de 7,31 y un 2,17% de materia orgánica.

El estudio consistió en la aplicación de Clomazone, en el estado de 4 a 5 hojas e inicio de emisión de panoja (Tabla 1). El Diseño estadístico utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Aproximadamente un mes después del establecimiento y posterior raleo, se realizó la aplicación de Clomazone (7 de febrero), en el estado de desarrollo de 4 a 5 hojas (tratamientos Clomazone 1 y 2). El día 7 de marzo se realizó la segunda aplicación del herbicida cuando el 50 % de las plantas estaban en inicio de aparición de panoja y solo al tratamiento de Clomazone 2.

La aplicación se realizó con una máquina manual de herbicidas, calibrada para un mojamiento de 200 L de mezcla por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron mediciones semanales de biomasa seca total de las plantas y a la cosecha se determinó biomasa individual de panoja, tallos y

Tabla 1. Tratamientos utilizados para cada variedad en forma independiente.

Tratamientos	Dosis Ingrediente activo (gr ha^{-1})	Estado de desarrollo
Sin aplicación	0	
Clomazone 1	168	4 - 5 hojas
Clomazone 2	168 +168	4 - 5 hojas y en inicio de emisión de panoja

Tabla 2. Parámetros evaluados en cosecha de Amaranto variedad Benito.

Benito	Biomasa total kg ha^{-1}	Rendimiento kg ha^{-1}	Índice de cosecha (%)
Testigo	7.930,6 a	2.542,5 a	31,6 a
Clomazone 1	9.545,3 a	2.994,1 a	31,5 a
Clomazone 2	9.789,6 a	3.187,1 a	32,5 a

Letras iguales denotan que no existen diferencias estadísticas significativas, para la prueba de rango múltiple de Tukey con una probabilidad del 95%.

Tabla 3. Parámetros evaluados en cosecha de Amaranto variedad CB01.

CB 01	Biomasa total kg ha^{-1}	Rendimiento kg ha^{-1}	Indice de cosecha (%)
Testigo	6.821,5 a	2.332,5 a	34,2 a
Clomazone 1	7.769,5 a	2.464,7 a	32,1 a
Clomazone 2	7.362,2 a	2.562,1 a	34,8 a

Letras iguales denotan que no existen diferencias estadísticas significativas, para la prueba de rango múltiple de Tukey con una probabilidad del 95%.

granos y rendimiento en granos. Con ello se calculó el índice de cosecha. Los valores que se presentan en las Tablas 2 y 3 para las variedades Benito y CB01, respectivamente.

Como se observa en el Tabla 2, la aplicación de Clomazone, en una o dos oportunidades en el cultivo, no presentó diferencias estadísticas significativas para ninguno de los paramentos evaluados.

Al igual que para la variedad Benito, esta variedad no manifestó fitotoxicidad luego de una o dos aplicaciones de Clomazone. Es importante recordar que trabajos efectuados por De Troiani *et al*., (2008) observaron una reducción de aproximadamente un 70% en la producción de amaranto, al no controlar malezas, por tanto la posibilidad de uso de herbicidas post emergentes con un espectro de control tanto de monocotiledóneas como latífoliadas, abre una alternativa segura y real de disminuir la mano de obra para el cultivo.

CONCLUSIÓN

Clomazone, aplicado en estado de 4-5 hojas y/o inicio de panoja, no produce daños al cultivo del Amaranto para las variedades y condiciones agro ecológicas del estudio.

REFERENCIAS

Ayala, G. A. V., Escobedo, L. D., Cortés, E. L. y Espitia Rangel, E. 2012. El cultivo de amaranto en México, descripción de la cadena, implicaciones y retos, en E. Espitia Rangel (ed.), Amaranto: ciencia y tecnología (pp. 315-330). Libro científico.

CIREN (Centro de Información de Recurso naturales). 1996. Estudio agrologico Región Metropolitana. Descripción de suelos. Materiales y símbolos. Nº 115. Santiago, Chile: Ciren. Esc.1:20.000. 464 p. 2v.

De Troiani, R.M; N. Reinaudi y H. Troiani. 2008. Efecto del control mecánico de malezas en los caracteres agronómicos de tres genotipos de amaranto. Revista de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario, 11:19-30.

Escalante Escoffié, M. C. 2011. Rescate y revaloración del cultivo del amaranto. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

FAO. 1992. Manual sobre utilización de cultivos andinos subexplotados en la alimentación. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

FAO 2000. Cultivos Andinos. http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro01/Cap5.htm.

INE www.ine.gob.mx

INTA (Instituto Nicaragüense de investigaciones agropecuarias) 2018. Recomendaciones para la producción de amaranto 3p.

Islas Gutiérrez, J. e Islas Gutiérrez, F. 2001. Rentabilidad de los cultivos de amaranto y maíz para grano en la zona central de México. Agricultura Técnica en México 27(2). Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id = 60827206> ISSN 0568-2517.

Omami, E. N., Hammes, P. S. y Robbertse, P. J. 2006. Differences in salinity tolerance for growth and water-use efficiency in some amaranth (*Amaranthus* spp.) genotypes. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 34(1), 11-22.

Parra, C. F. I. y Délano, F. J. P. 2012. Uso de batearías promotoras de crecimiento vegetal para aumentar la productividad de amaranto de grano, en E. Espitia Rangel (ed.), Amaranto: ciencia y tecnología (pp. 113-127). Libro científico. Núm. 2. México: inifap/sinaref.

Santibáñez, F y J. Uribe. 1990. Atlas Agroclimático de Chile. Regiones V y Metropolitana. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago, Chile. 65p y Forestales, Santiago, Chile. 65p.

EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE AMARANTO

Romero Romano Carlos Osvaldo[1]*; Ocampo Mendoza Juventino[1]; Sandoval Castro Engelberto[1]; Navarro Garza Hermilio[2]; Franco Mora Omar[3]; Calderón Sánchez Francisco[1].

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, C.P 72760, Santiago Momoxpan municipio de San Pedro Cholula, Puebla, México. Correo-e: emails: *carlos.romero@colpos.mx; jocampo@colpos.mx; engelber@colpos.mx; fsanchezs@colpos.mx
[2]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 carretera México-Texcoco, C.P 56230, Texcoco, Estado de México, México. Correo-e: hermnava@colpos.mx
[3]Universidad Autónoma del Estado de México, Campus El cerrito, Km 15.5 carretera Toluca-Ixtlahuaca, Piedras Blancas, C.P 50200, Toluca de Lerdo, Estado de México, México. Correo-e: ofrancom@uaemex.mx

Eje temático: 2
País: Chile
Palabras clave: *Amaranthus hypochondriacus* L., itinerario técnico, plantas por mata, rendimiento, sistema tradicional.

INTRODUCCIÓN

El amaranto es reconocido a nivel internacional por ser objeto de múltiples estudios debido a sus propiedades nutracéuticas y sus cualidades agronómicas, las cuales le han conferido un potencial al cultivo para contribuir a mejorar la seguridad alimentaria mundial y la capacidad de mitigar los efectos adversos del cambio climático (Alemayehu *et al*., 2015). De acuerdo con la información presentada en el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2017), en México se siembran 3,190.95 ha^{-1} de amaranto en seis entidades federativas, siendo el estado de Puebla el principal productor con 1,975.10 ha^{-1}. A su vez, en el estado de Puebla el municipio de Tochimilco es el principal productor con 1,467.20 t^{-1}, cantidad que equivale al 56.71 % de la producción estatal y al 29.20 % de la producción nacional (SIAP, 2017). No obstante, Tochimilco tiene uno de los rendimientos promedios más bajos del país (1.31 t ha^{-1}), debido principalmente a la alta incidencia de plagas y enfermedades, y la aplicación de dosis de fertilización deficientes (Romero, 2017). Aunado a estos factores, el rendimiento de amaranto puede verse afectado por la densidad de plantas (Olofintoye *et al*., 2015), siendo este factor altamente variable debido a las características del sistema tradicional de siembra directa que es practicado por agricultores en el mismo municipio. En este sistema la siembra se efectúa por medio de la técnica de mateado en surcos de 40 cm de ancho con una separación de 60 cm entre surco; un mes después de la siembra se realiza el deshije, que consiste en dejar de tres a cinco plantas por mata (30 cm entre mata), dependiendo de la lógica productiva de cada agricultor. De tal forma que, en el sistema tradicional de siembra directa, la densidad de plantas oscila entre 156,250 y 260,417 plantas ha^{-1}. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la densidad de plantas y dosis de fertilización en el rendimiento, altura de planta, diámetro de tallo, longitud y ancho de la panoja), e índice de plantas acamadas de *Amaranthus hypochondriacus* L.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el municipio de Tochimilco, el cual se encuentra en la parte centro oeste del estado de Puebla, en la región central de México (18º 50' y 19º 02' latitud norte y los meridianos 97º 18' y 97º 27' de longitud oeste). En este municipio existen cuatro tipos de clima, siendo el clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(w1) el predominante en la comunidad de Santa Catarina Tepanapa, lugar donde se ubica la parcela del productor cooperante en la que se estableció el experimento (altitud 2,280 msnm; precipitación anual 1,100 mm; tipo de suelo *phaeozem*, con pH 5.5; contenido de materia orgánica 1.4 %; conductividad eléctrica 0.12 cmol cm^{-1}; y capacidad de intercambio catiónico 16.7 meq/100g). Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, la unidad experimental fue de tres surcos de 1.20 m de largo por 0.40 m de ancho, distancia entre surco 0.60 m (2.88 m^2), cada surco con cinco matas de plantas de amaranto raza Mercado (0.30 m entre mata). El arreglo de tratamientos consistió de un factorial 3x3x2, incluyendo tres, cuatro y cinco plantas por mata (densidades equivalentes a 156,250, 208,333 y 260,417 plantas ha^{-1}); dosis de nitrógeno: 40, 80 y 120 kg ha^{-1}; dosis de potasio: cero y 20 kg ha^{-1}; y dosis de fósforo 40 kg ha^{-1} como una constante. En total fueron 18 tratamientos evaluados. La siembra de amaranto se realizó en dos periodos: la primera corresponde al treinta de mayo de 2016, y la segunda al tres de junio de 2017. En ambos ciclos de cultivo, la primera fertilización se realizó a los 10 días después de la siembra (dds), al momento del primer aporque, con el 50 % de la dosis de N, y el 100 % de la dosis de P y K. La segunda fertilización con el resto del N (50 %) se aplicó en el segundo aporque (60 días después de la siembra). Los deshierbes fueron manuales y antes de cada aporque. No se usó ningún pesticida durante el periodo de crecimiento. El deshije de plantas se efectuó a los 30 días dds; dejando tres, cuatro y cinco plantas por mata de acuerdo con el tratamiento en estudio. La última semana de octubre, cuando más del 90 % de las plantas alcanzaron la madurez fisiológica se midió la altura de planta (cm) desde la base del tallo hasta el extremo de la panoja, con un estadal Geosurv®; el diámetro de tallo (cm) a 10 cm sobre la base del tallo, con un vernier digital Surtek®; la longitud (cm) y ancho (cm) de la panoja con un flexómetro metálico tipo 1-A, modelo: 334, ADIR; además, se contó el número de plantas acamadas (inclinación de 45° o más) y posteriormente en gabinete se calculó el índice de plantas acamadas (IPA), dividiendo el número de plantas acamadas entre el número total de plantas por mata (nueve, doce o quince de acuerdo a cada tratamiento), siendo el valor mínimo cero y el valor máximo uno. La cosecha se caracteriza por el corte de panoja, esta se realizó en la segunda semana de noviembre, etapa en que el 90 % de las plantas alcanzaron su madurez, la cual se determina por la senescencia y caída de hojas (Henderson, 1993). Las panojas se cortaron con una hoz y se colocaron sobre los surcos para que se secaran al sol. Un mes después del corte se efectuó la trilla del grano de forma manual, golpeando la panoja con varas para desprender las semillas sobre una manta. Los granos desprendidos se cernieron con un tamiz para separar el tamo. Posteriormente se pesó la semilla en una balanza electrónica Medi data® de 500 g, para cuantificar el rendimiento de grano (g) por mata. Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias para efectos individuales y de interacción con base en la prueba de Tukey ($p < 0.05$) en el software Statistical Analysis System (SAS, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables diámetro de tallo y el índice de plantas acamadas (IPA) no presentaron diferencias estadísticamente significativas. No obstante, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las variables rendimiento, altura de planta, longitud y ancho de panoja. El rendimiento máximo (1,970.24 kg ha^{-1}) que se alcanzó con aplicaciones de 120 kg ha^{-1} de nitrógeno, 40 kg ha^{-1} de fósforo, 20 kg ha^{-1} de potasio y con densidad de 260,417 plantas ha^{-1}, supera en 50.4 % al rendimiento promedio registrado por el SIAP (2017) en el municipio (1,310 kg ha^{-1}). Estos resultados confirman lo propuesto por Sánchez *et al*. (2016) quienes mencionan que rendimientos cercanos a 2,000 kg ha^{-1} son alcanzables en las condiciones ambientales de Tochimilco con la adecuada nutrición del cultivo.

Los estudios que se han realizado para determinar cuál es la dosis de nitrógeno con la que se pueden obtener mayores rendimientos son numerosos. No obstante, los resultados han sido diversos sobre este nutriente. Por ejemplo, Ramírez *et al*. (2011) obtuvieron mayores rendimientos con aplicaciones de nitrógeno de 80 kg ha^{-1}, Ansariardali y Aghaalihkani (2013) con 180 kg ha^{-1} y Ojo *et al.* (2007) con aplicaciones en el rango de 60 y 80 kg ha^{-1}. Por lo tanto, se puede decir, que

el rango de respuesta del cultivo de amaranto a la fertilización nitrogenada es bastante amplio y depende principalmente de las condiciones edáficas y climáticas del agroecosistema. Es importante mencionar que el máximo rendimiento se obtuvo en plantas de porte bajo (1.21 m), característica que es deseable en plantas de amaranto, debido a que plantas con mayor altura son más susceptibles al acame. Situación que puede incrementar las afectaciones causadas por el carbón de la espiga del amaranto en plantas, que al doblarse llegan a estar en contacto directo con el suelo. Esta enfermedad es causada por hongos del género *Thecapora* y de acuerdo con los productores locales la incidencia es recurrente y reduce considerablemente el rendimiento (Romero, 2017). En el caso del rendimiento se encontró respuesta altamente significativa ($P < 0.01$) a los factores N, K, y las interacciones N*K y N*K*D (Tabla 1), esta información es importante a la hora de generar futuras recomendaciones debido a que los productores de Tochimilco no realizan fertilización potásica en el cultivo de amaranto (Sánchez *et al*., 2015). El factor densidad no influyó por si solo en el rendimiento de amaranto, lo que coincide con los resultados obtenidos por Kumar y Yassin (2014). No obstante, Pourfarid *et al*. (2014) y Moshaver *et al*. (2016) reportaron que la densidad si tiene un efecto significativo en el rendimiento. Por lo tanto, el efecto que la densidad de plantas tiene en el rendimiento de amaranto, puede depender de factores relacionados tanto con el material genético cultivado, como la distancia entre plantas y el número de plantas por mata, caso del sistema tradicional de siembra directa practicado en Tochimilco.

En la Tabla 1, también se observa que la densidad no influyó en la altura de planta, lo cual contrasta con la información reportada por Ramírez *et al*. (2011) quienes concluyeron que a mayor densidad de plantas mayor será la altura de *A. hypochondriacus*. En cambio, la interacción N*K influyó significativamente ($P < 0.01$) en la altura de planta.

En relación con la longitud de panoja, la densidad y la interacción N*K influyeron significativamente (Tabla 2). Estos resultados son diferentes a los reportados por Ramírez *et al*. (2011) y Kumar y Yassin (2014) quienes concluyeron que el tamaño de la panoja está en función de las características del material genético utilizado.

CONCLUSIONES

La densidad de plantas mostró que puede influir en el diámetro del tallo, longitud de panoja y ancho de panoja. Cuando la densidad interacciona con el nitrógeno y potasio en conjunto produce mayor rendimiento, el cual se logró con la aplicación de 120-40-20 kg ha^{-1} de N-P-K y densidad de 260,417 plantas ha^{-1}. Estos resultados demuestran que es posible incrementar significativamente el rendimiento

Tabla 1. Cuadrados medios de las variables evaluadas en dos ciclos de cultivo.

Factor	gl	Rendimiento	Altura de planta	Diámetro de tallo	Longitud de panoja	Ancho de panoja	IPA
REP	3	5764.42ns	0.34**	0.11**	275.90**	17.04**	0.01ns
N	2	20143.06**	0.12ns	0.00ns	6.60ns	1.78ns	0.01ns
K	1	24017.01**	0.00ns	0.04ns	25.21ns	3.51ns	0.00ns
D	2	991.43ns	0.11ns	0.11**	95.65**	10.98**	0.00ns
N*D	4	6482.45ns	0.02ns	0.00ns	2.96ns	0.97ns	0.01ns
N*K	2	14686.06**	0.29**	0.07ns	59.66**	6.96*	0.02ns
K*D	2	3942.76ns	0.06ns	0.00ns	12.81ns	3.55ns	0.01ns
N*K*D	4	31241.12**	0.07ns	0.04ns	32.10ns	4.26ns	0.02ns
Error	51						
Total	71						
CV		28.13	19.18	17.43	15.09	22.62	127.28

Fuente: Elaboración propia con datos de campo. gl= grados de libertad; IPA= índice de plantas acamadas; REP= repetición; N= nitrógeno; K= potasio; D= densidad. *P < 0.05; **P < 0.01; ns= No significativo.

de amaranto en las condiciones edáficas, climáticas, y con las características del sistema tradicional de siembra directa practicado por los agricultores de Tochimilco, Puebla, México.

REFERENCIAS

Alemayehu, F., Bendevis, M. A., y Jacobsen, S. E. (2015). The potential for utilizing the seed crop amaranth (*Amaranthus* spp.) in East Africa as an alternative crop to support food security and climate change mitigation. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 201(5): 321-329.

Ansariardali, S., Aghaalikhani, M. (2013). Effect of nitrogen and density on qualitative and quantitative performance of forage Amaranth. *Iranian Journal of Agronomy Science*, 1: 35-44.

Henderson, T. L. (1993). Agronomic evaluation of grain amaranth in North Dakota (Thesis Ph. D.) North Dakota State, North Dakota, USA.

Kumar, S. R., and Yassin, G. M. (2014). Genotypic variability in grain amaranthus (*Amaranthus hypochondriacus* L.) under varied plant densities. *Journal of Applied Horticulture*, 16(2): 161-164.

Moshaver, E., Madani, H., Emam, Y., Mohamadi, G. N., Heidari, H. (2016). Effect of planting date and density on amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) growth indices and forage yield. *Journal of Experimental Biology*, 4(5): 541-547.

Ojo, O.D., Kintomo, A. A., Akinrinde, E. A., Akoroda, M. O. (2007). Comparative effect of phosphorus sources for grain amaranth production. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38(1-2): 35-55.

Olofintoye, J. A. T., Abayomi, Y. A., Olugbemi, O. (2015). Yield responses of grain amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) varieties to varying planting density and soil amendment. *African Journal of Agricultural Research*, 10(21): 2218-2225.

Pourfarid, A., Kamkar, B., Akbari, G. A. (2014). The effect of density on yield and some agronomical and physiological traits of Amaranth (*Amaranthus* spp.*). International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3(12): 1256-1259.

Ramírez, M., Espitia, E., Carballo, A., Zepeda, R., Vaquera, H., Córdova, L. (2011). Fertilización y densidad de plantas en variedades de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(6): 855-866.

Romero, C.O. (2017). Conversión funcional del sistema de amaranto en la agricultura familiar de Tochimilco, Puebla (Tesis Doctoral). Colegió de Postgraduados, Campus Puebla, México.

SAS. (2004). Version 9.0. SAS, Institute Inc., Cary NC., USA.

Sánchez, J., Argumedo, A., Álvarez, J. F., Méndez, J. A., Ortiz, B. (2015). Conocimiento tradicional en prácticas agrícolas en el sistema del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12(2): 237-254.

Sánchez, J., Argumedo, A., Álvarez, J. F., Méndez, J. A., Ortiz, B. (2016). Análisis económico del sistema sociotécnico del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. *Acta Universitaria*, 26(3): 95-104.

SIAP. (2017). Cierre de la producción agrícola por estado. Recuperado de: http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/.

TENDENCIAS DE LOS CAMBIOS DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) POR EL MODELO ROTHC

González-Molina L.[1]; Espitia-Rangel E.[1]; Muñiz-Reyes E.[1] y Ayala-Garay A.[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Km.13.5 de la Carretera los Reyes-Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, 56250, México.
*Correo-e: gonzalez.lucila@inifap.gob.mx

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: materia seca, rendimiento, secuestro de carbono.

INTRODUCCIÓN

En los suelos agrícolas, la pérdida carbono en el último lustro del siglo XX fue de 50 Pg de carbono (IPICC, 2000), y de acuerdo con Lal (2004) un 75% de las emisiones de CO2 se pueden recuperar a través del carbono orgánico del suelo (COS) almacenado en estos suelos. En los cultivos denominados pseudo cereales como la quinua y amaranto, la información del COS almacenado o secuestrado es nula. En particular, el amaranto además de sus propiedades nutracéuticas, en México, tiene potencial de almacenar COS ya que se dejan en el suelo alrededor de un 80 a 90 % de los residuos de vegetales de la cosecha (RVs), en comparación con el maíz que bajo labranza convencional que solo se dejan aproximadamente de 20 a 40 % de RVs en el suelo. El objetivo del presente trabajo fue simular la tendencia de los cambios de carbono orgánico del suelo (COS) bajo cultivo continuo de amaranto en las variedades: Nutrisol, Revancha y Benito.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental Valle de México de INIFAP en 2016 en tres variedades de amaranto: Nutrisol, Revancha y Benito La tasa de cambio de carbono orgánico del suelo (TC) en amaranto se simularon con el modelo de la dinámica del carbono RothC-26.3 en periodos de tiempo de 20, 60 y 100 años y se usó la expresión siguiente: TC $COS_{20años}$=$COSa_{ño2000}$ - $COSa_{ño2020}$. Se elaboraron escenarios de simulación con el RothC, bajo cultivo continuo de amaranto en condiciones de temporal. Un parámetro de entrada importante al RothC fue el aporte de C al suelo, este se midió a partir de la materia seca de RVs y del abono usado para colocar la semilla en el momento de la siembra. La obtención de los RVs se llevó a cabo en cuatro plantas; se obtuvo la materia seca de cada estructura: hojas, tallos, inflorescencias y grano; y posteriormente se determinó la concentración de carbono en el tejido vegetal por combustión seca en un analizador automático de carbono orgánico total (Shimadzu 5000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la distribución de materia seca por órgano en las variedades se encontró que los tallos, hojas e inflorescencias contribuyen con un aporte al suelo de 86 a 94% de la materia seca total, esto debido a que las labores de cosecha y limpieza de grano son generalmente realizadas en el campo, ya sea en forma manual o mecánica. En general en las tres variedades, los tallos aportan de 39-51% de la materia seca total; las hojas de 16-22%; las inflorescencias de 24-32%; y el grano de 6-14%. Sobre la distribución de la materia seca, nuestros resultados estuvieron cercanos con los reportados por Mujica (1988) en quinua, quién indica 45% para los tallos, 29% para las hojas e inflorescencias y 26% para el grano.

De acuerdo con los resultados de simulación en los periodos de tiempo de 20, 60 y 100 años (Cuadro 1 y Figura 1), Nutrisol bajo cultivo continuo presentó secuestro de COS en los tres periodos de tiempo, de 0.20-0.50 Mg $ha^{-1}año^{-1}$, mientras que revancha y Benito presentaron pérdida de COS en los primeros 20 años y posteriormente el suelo presento un estado de equilibrio si ganancia o pérdida de este elemento. Nuestros resultados de COS almacenado o secuestrado se ubicaron en los valores reportados por Lal (2000) a escala mundial de 0.02 a 0.76 Mg $ha^{-1}año^{-1}$, para el caso de sistemas agrícolas que adoptan un manejo o práctica al suelo mejorada.

Cuadro 1. Cambios de carbono orgánico del suelo en tres variedades de amaranto bajo cultivo continuo en los periodos de tiempo 20, 60 y 100 años en la profundidad de suelo 0-30 cm.

Años de cultivo	Nutrisol	Revancha	Benito
	----------(Mg $ha^{-1}año^{-1}$)----------		
20	0.54	-0.01	-0.01
60	0.30	0.00	0.00
100	0.20	0.00	0.00

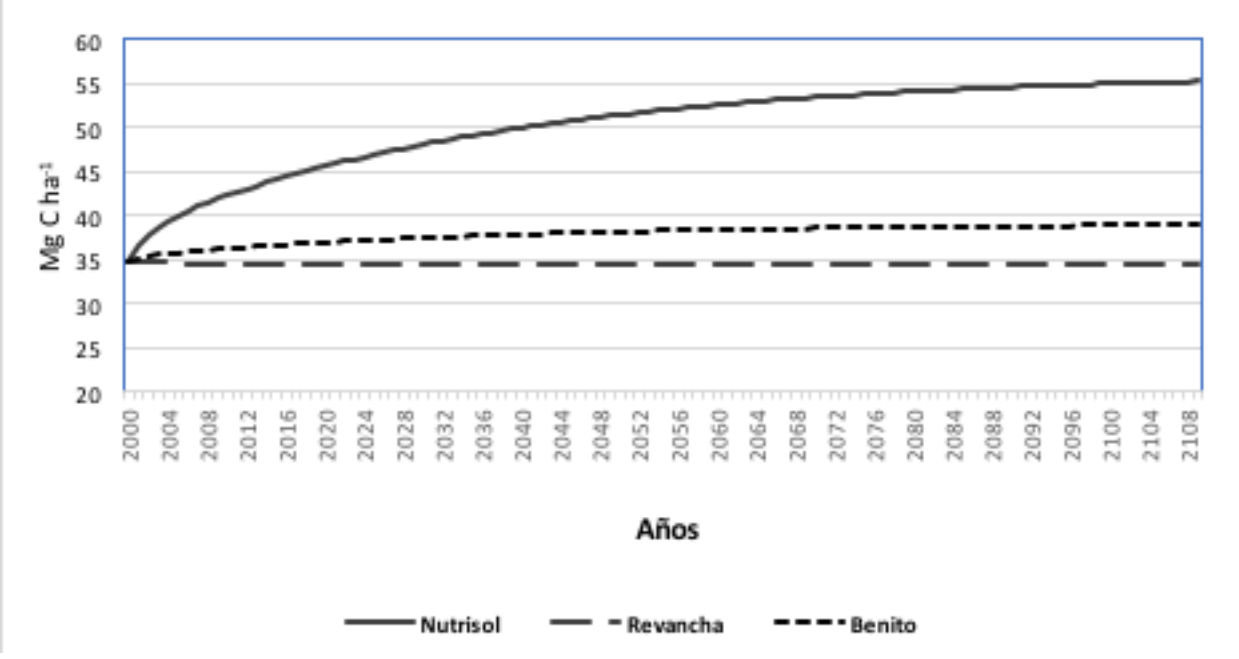


Figura 1. Escenarios de cambios de carbono orgánico del suelo en un periodo de tiempo mayor a 100 años en las variedades de amaranto: Nutrisol, Revancha y Benito.

CONCLUSIONES

Se obtuvieron las tendencias de los cambios del carbono orgánico del suelo en amaranto bajo cultivo continuo, la variedad Nutrisol fue la que tuvo mayor aporte de carbono al suelo por residuos vegetales al suelo y también presentó secuestro de este elemento en tres periodos de tiempo 20, 60 y 100 años, mientras que Revancha y Benito mostraron pérdida en los primeros 20 años de 0.11 Mg C ha^{-1} y posteriormente hubo un estado de equilibrio en el suelo sin pérdida o ganancia de carbono orgánico del suelo.

REFERENCIAS

Lal, R. (2000). World cropland soils as a source or sink for atmospheric carbon. Advances in Agronomy, 71,145–191.

Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science 304:1623-1627.

Mujica A. (1988). Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (Chenopodium quinoa Willd.). Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Montecillos, México.122 pp.

Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC). (2000). Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policy Makers, Special Report on Land Use, Land use Change, Forestry, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

PROGRAMA ECO AMARANTO: MANEJO AGROECOLÓGICO DEL AMARANTO PARA UN SISTEMA ALIMENTARIO SOSTENIBLE

Karina A. Bautista González .[1]*

[1] Puente a la Salud Comunitaria A.C, Privada de Magnolias 109, Col. Reforma, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.
*Correo-e: karina@puentemexico.org.

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: Ecoamaranto, producción, agroecología, auto organización, pequeños productores.

INTRODUCCIÓN

Enfocado principalmente a las familias de pequeños productores en las zonas de atención Puente, que enfrentan problemas en la producción agrícola en el sistema de producción Amaranto, principalmente la baja fertilidad de suelos, escases de agua, pone en riesgo las cosechas en cada ciclo de producción.

FIN DEL PROGRAMA

Promover un Sistema Alimentario Sustentable* a través del Amaranto, por medio de la autoorganización y alianzas estratégicas que generen nuevas oportunidades en la producción agrícola, la alimentación y la economía familiar a nivel comunitario.

SUSTENTO TEÓRICO

Cada una de las acciones que se implementan en el programa Eco amaranto se sustentan en los principios de la Agroecología el cual presenta un enfoque distinto del desarrollo agrícola convencional, porque se basa en un paradigma científico diferente. El paradigma es holístico, los sistemas sociales y agroecológicos se reflejan mutuamente, pues han evolucionado juntos. La investigación de la ciencia natural y de la ciencia social, lo mismo que sus prescripciones, no se pueden separar. El paradigma es nuevo y está evolucionando todavía, pero la Agroecología comparte el paradigma con numerosos otros campos de investigación (Durham 1978, Lorenz 1977). La agroecología cuenta con seis elementos: medioambiente, tecnología, política, economía, cultura y sociedad.

El 70% de la población de las zonas de atención de *Puente* se dedica a la agricultura casi enteramente de temporal, sin embargo, dada la baja productividad agrícola, el 66% de la población sufre algún nivel de escasez de alimentos, principalmente de maíz y frijol, durante el año.

Dadas las cualidades nutricionales y potencialidades productivas, sociales y económicas, el amaranto se ha convertido en un cultivo estratégico. Se puede decir, en lo que a producción corresponde, que su

nobleza permite que sea un cultivo con relativa y fácil adaptación a ambientes distintos y sistemas de producción diversos, sobre todo los tradicionales campesinos. Si bien, los retos hasta ahora aún son muchos, se puede considerar que existe un futuro con un importante eje de desarrollo sostenible, mediante el manejo integral de la parcela. Puente, promueve a través de los proyectos del Programa Eco Amaranto, la inserción del cultivo de amaranto como una diversificación en la unidad de producción familiar. Hace énfasis en la mejora de la rentabilidad de la tierra basada principalmente en la reconversión productiva y la generación de ingresos adicionales, a la par del beneficio en la alimentación de las familias productoras y en la creación de grupos organizados insertados en el sistema amaranto que va desde la producción, el consumo, trasformación y comercialización, todo lo cual constituye la cadena de valor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron observación participante, talleres participativos y grupos focales con el equipo Puente, las Redes de Amaranto y los grupos comunitarios de productores de amaranto, en este sentido, se tomaron en cuenta factores relevantes que fortalezcan el programa, de manera que logren guiar acciones que el programa implementa, bajo las líneas estratégicas, así mismo tomando como referencia las lecciones de aprendizaje.

Por lo tanto, llevar a cabo acciones en el manejo integral de la parcela, permite sostener el sistema de producción de Amaranto, considerando la implementación de prácticas amigables con la biodiversidad, en el que se busca un equilibrio y combinación de tecnologías apropiadas para el productor, con el principal propósito de mejorar las condiciones de los suelos según el *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos* (boletín de tierras y aguas de la FAO 2008). Estas son:

Obtener una alta productividad sin degradar los suelos. La productividad muestra una respuesta positiva a todos los factores que controlan el crecimiento, el desarrollo y la producción de los cultivos. Una buena productividad sostenida es sinónimo de buenas condiciones de la tierra (boletín de tierras y aguas de la FAO 2008).

El programa Eco amaranto contempla los siguientes elementos:

El manejo de suelos: El objetivo principal del manejo de suelos para la agricultura es crear condiciones edafológicas favorables para el buen crecimiento de los cultivos, la germinación de las semillas, la emergencia de las plantas jóvenes, el crecimiento de las raíces, el desarrollo de las plantas, la formación del grano y la cosecha (boletín de tierras y aguas de la FAO 2008). En él se toman en cuenta las siguientes condiciones:

La diversificación productiva: Uno de los principales elementos que afectan son los monocultivos, ya que atrae plagas y enfermedades, así como baja fertilidad de los suelos, lo cual genera que los suelos van perdiendo condiciones antes mencionadas. Por ello se busca la demostración con la incorporación del Amaranto como parte de una diversificación en la parcela, y que en algunos años se ha estado experimentando. Por lo tanto, mediante la experimentación, y con la voluntad de productores se busca principalmente: la sostenibilidad de vida en los suelos, la producción agroecológica del Amaranto, gradualmente aumentar los rendimientos, la disposición de alimentos para las familias, y sobre todo contar con excedentes para la comercialización local, regional, nacional e internación del Amaranto.

Auto organización (Socio cultural): se toma en cuenta la participación y el consenso de productores y actores involucrados en las comunidades donde hoy se está colaborando, así como la exploración de distintas formas de auto organización, buscando la contratarte de las acciones que se llevan a cabo en el programa y las que van más allá de lo que como organización se plantea. Por lo tanto, para lograr este conjunto de acciones, es necesario las alianzas en la comunidad, las costumbres, el trabajo en colectivo, el intercambio de saberes, la transferencia de conocimientos y estas experiencias en jóvenes; sobre todo para acompañar en la toma de decisiones en las familias que participan en los eslabones de la cadena productiva del Amaranto.

Tipología de producción

Agroecológico: producción natural, manejo integral de la parcela:

- Microorganismos de Montaña
- Bocashi
- Biofertilizantes a base de mierda de vaca
- Fosfitos (harina de huesos y rocas)
- Obras de retención de suelo (barreras vivas

y muertas, cultivo a curvas a nivel, zanjas de retención, obras de infiltración.
Diversificación de la parcela

Por lo tanto, se define la tipología de acuerdo a la implementación y adopción de prácticas agroecológicas, desde la preparación y diagnóstico de los suelos, hasta el proceso de beneficio del grano. Principalmente en los siguientes temas durante el ciclo de producción Amaranto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Frente a estas problemáticas, el programa de Eco amaranto fomenta la concientización del cuidado del medio ambiente local en las familias productoras de amaranto y encamina hacia el mejoramiento de la calidad de suelos agrícolas. A través de seguimiento técnico de equipo regional y promotores comunitarios, así como de intercambios de experiencias, las familias aumentan la productividad y avanzan hacia un manejo agroecológico del amaranto, motivados por el cuidado del medio ambiente y la salud de la familia y consumidores. La capacitación en el uso de las técnicas agroecológicas busca motivar una transición de la agricultura convencional hacía una agricultura agroecológica, a través de prácticas viables para el productor, como, por ejemplo, conocer la salud de los suelos, elaboración y aplicación de abonos fermentados, biofertilizantes, caldos minerales, lombricomposta y lixiviados, harina de rocas, haría de huesos y fosfitos, captura y activación de microrganismos vivos. Además, el amaranto es una planta C4 que resiste a periodos prolongados de sequía y necesita menos agua para hacer fotosíntesis; esta característica ofrece una alternativa para que los productores puedan diversificar sus cultivos y adaptarse al cambio climático.

CONCLUSIONES

El proceso de reconversión del manejo agroecológico del amaranto, impulsado desde el programa ecoamaranto, han permitido fortalecer las capacidades técnicas y organizativas de los pequeños productores.

El amaranto como un cultivo detonador para garantizar la apropiación de las buenas prácticas agroecológicas aplicadas a otros cultivos y mejoramiento suelos, mediante aplicaciones de abonos y análisis de cromatografía.

La autoorganización fortalecida en los grupos comunitarios mediante la creación de las biofábricas o módulos de abonos agroecológicos, la cual permite intercambiar saberes y experiencias entre productores.

REFERENCIAS

Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valles Centrales (2020-2025), Estado de Oaxaca.

Adopción de la innovación amaranto en el medio rural campesino de Oaxaca" 2012.

Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos (boletín de tierras y aguas de la FAO 2008.

Plan Estratégico Puente a la Salud Comunitaria, A.C. 2015-2019.

Anuario Estadístico INEGI 2015, 2016.

ANÁLISIS DE LA CROMATOGRAFÍA COMO UNA HERRAMIENTA PARA MONITOREAR Y EVALUAR EL PROCESO DE RECONVERSIÓN PRODUCTIVA AGROECOLÓGICA A TRAVÉS DE LA ADOPCIÓN DEL CULTIVO DE AMARANTO EN OAXACA

Yescas Jarquín César*, López Hernández Gerardo Iliel[1], Cruz Vásquez Martín Benito[2], Heras Sanchez Luz María[3], Martínez Rafael Sandra Patricia[3]

[1] Puente a la Salud Comunitaria A.C., Programa EcoAmaranto. Privada de Magnolias 109 Col. Reforma, Oaxaca de Juárez Oax., C.P. 68000. * Correo-e: yescas.3017@gmail.com
[2]Instituto Tecnológico del Valle de Etla (ITVE). Calle Abasolo S/N Paraje Cañada Grande, Barrio Agua Buena C.P. 68230
[3] Universidad Tecnológica de la Sierra Sur. Magnolia S/N Villa Sola de Vega, Villa Sola de Vega, Oaxaca, C. P. 71400. Correo-e: gerardo@puentemexico.org

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: Salud, suelo, Comunidad, agroecología.

INTRODUCCIÓN

La reconversión productiva a través de la adopción de cultivo de Amaranto es uno de los objetivos de la labor que promueve Puente a la Salud Comunitaria A.C., en Oaxaca. Dicho proceso inicia en el año 2015, mismo que advirtió responder ¿Cómo sabían los pequeños productores la salud de su suelo y con que herramienta? ¿Cómo medimos nuestra acción en el suelo a partir de la introducción de Amaranto agroecológico en los sistemas familiares de producción? ¿Cuál es el impacto de la inserción del cromatograma para monitorear los sistemas de producción campesina?,. Luego entonces se comenzó a trabajar la cromatografía en papel filtro circular (Piñeiro S. y Restrepo J., 2015) para conocer la salud de los suelos, a través de la integralidad de sus tres componentes: minerales, materia orgánica y microorganismos. En dos parcelas demostrativas comunitarias (dos comunidades similares en el origen del suelo y separadas por barreras geográficas), se ensayaron los efectos de manejo agroecológico durante tres ciclos de cultivo R2017- T2017 y R2018, a fin de comprender la velocidad de cambio de la salud del suelo. Este documento integra y da a conocer los hallazgos relevantes de cuatro documentos de tesis, donde se aborda la herramienta desde diferentes perspectivas, incluyendo datos cualitativos y cuantitativos. De los planteamientos anteriores y nuevos hallazgos resalta que las productoras y productores percibieron la salud de sus suelos en malas condiciones, pero no la entendían como consecuencia de sus actividades culturales y mucho menos conocían una herramienta accesible a ellos para tal fin. La reconversión productiva a través de la adopción del Amaranto en los sistemas de producción campesina tiene el potencial de cambiar la salud del suelo en el periodo de un ciclo de cultivo, con cambios de pH hasta de 0.5 unidades en escala de 1 a 14, y el cromatograma permite identificar el efecto en tiempo real. La herramienta de cromatografía en papel filtro circular resulta ser viable en todas sus partes y ampliamente aceptada por las familias participantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diagnóstico sobre la necesidad de la cromatografía en la Región

Mediante una encuesta estructurada (150 encuestas) a los propietarios legítimos de las parcelas se conocieron los antecedentes de cada sitio, del mismo modo se les consultó la importancia del conocimiento de la salud de su suelo y si tenían acceso a una herramienta/técnica que les permitiera realizar esta determinación.

Categorización de la cromatografía en el Valle de Etla

Se analizaron 150 muestras de suelo de la región del Valle de Etla, Oaxaca entre los años 2017 y 2018, en el proceso de reconversión.

Caracterización de los suelos en estudio

Se eligieron dos sitios experimentales en los ciclos de cultivo Riego 2017 (R2017), Temporal 2017 (T2017) y Riego 2018 (R2018). **El sitio 1 (San Andrés Zautla),** Oaxaca de coordenadas N 17° 10´45.22" y O 96° 51´59.12" con altitud de 1655 msnm, parcela sin antecedentes en uso de agroquímicos. **El sitio 2 (Santiago Suchilquitongo),** Oaxaca ubicado en N 17° 14´22.5" y O 96° 51´58.3" a una altitud de 1618 msnm, parcela con historial de manejo convencional utilizando paquetes tecnológicos y/o insumos químicos sintéticos. En cada sitio se realizó por triplicado el análisis cromatográfico a una profundidad de 0-30cm, pH, Conductividad Eléctrica (CE), Solidos Totales Disueltos (TDS) y Salinidad, en cada ciclo de cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las encuestas aplicadas se encontró que todos los propietarios (as) de las parcelas consideran importante: 1) Conocer el estado de la salud de su suelo, 2) los pequeños productores (as) consideran el estado de salud de su suelo como degradado y 3) No tienen una herramienta económica y técnicamente accesible, puesto que solo el 2.6% ha enviado muestras para ser analizadas en el laboratorio y percibieron un gasto económico elevado, sin aplicación práctica.

En lo que respecta al análisis de las 150 muestras de suelo se generó una escala de 11 categorías, donde el valor 1 representa un suelo recuperado y 11 un suelo degradado. Esta propuesta se basa en formas y colores que denotan el camino del proceso de reconversión y permiten medir el avance de manera gráfica y práctica en suelos Vertisoles característicos del Valle de Etla.

Los valores determinados se reflejan en el siguiente cuadro:

Del cuadro anterior resalta la reducción de la salinidad, CE y TDS en el sitio 2 que corresponde al manejo histórico con agroquímicos, empleando prácticas básicas de agroecología (microorganismos de montaña activados, harinas de rocas, abono orgánico composteado y biofermentos) propuestas por Puente a la Salud a productores que deciden adoptar el cultivo de amaranto en sus sistemas.

Los cromatogramas reflejaron un avance de 6 categorías en la recuperación de los dos sitios en estudio.

Cuadro 1. Parámetros determinados en los suelos de estudio.

Sitio	Sitio 1			Sitio 2		
Ciclo	R2017	T2017	R2018	R2017	T2017	R2018
pH	7.16	7.21	7.25	5.9	6.46	6.225
CE	36.3	40.26	39.7	106.26	39.13	41.85
TDS mg/L	25.56	29.23	27.9	73.13	27.2	29
Salinidad ppm	17.53	18.83	18.55	49.96	17.73	19

CONCLUSIONES

Concluimos que para realizar un buen proceso de reconversión productiva debe incluirse el componente de análisis de salud del suelo, y la técnica de cromatografía en papel filtro circular es aceptada, asertiva y económicamente accesible a las productoras y productores del Valle de Etla, para realizar el monitoreo y evaluación en tiempo real desde el inicio y en la transición, al mismo tiempo en que se adopta el cultivo de Amaranto en los sistemas de producción locales.

La aplicación de insumos agroecológicos genera cambios significativos en tiempos breves (como referente un ciclo de cultivo de 4-6 meses), sin embargo, la toma de decisión de aplicaciones de insumos en base a una lectura del suelo y requerimientos de la planta garantiza la recuperación paulatina de la salud del suelo y reduce el esfuerzo físico que implica la transición en sí.

REFERENCIAS

García, Y., Ramírez, W. y Sánchez, S. 2012. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. Matanzas, Cuba: Pastos y Forrajes. Vol 35.

Hernández, A.; Bojórquez J. I.; Morell, F.; Cabrera, A.; Ascanio, O.; García, D. y Madueño, A. Nájera, O. 2010. Fundamentos de la estructura de suelos tropicales. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas y Universidad Autónoma de Nayarit, 80 pp., Universidad Autónoma de Nayarit, México, ISBN: 978-607- 668-27-9.

Restrepo, J. & Pinheiro, S. 2015. Cromatografía: Imágenes de vida y destrucción del suelo. Cali, Colombia: Imágenes Gráficas S. A. ISBN 978-958-44-8582-3.

CURVA DE EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL EN AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) VARIEDAD NUTRISOL

González-Molina L.[1]*; Espitia-Rangel E.[1], Guadalupe Maldonado Meneses[2]; Muñiz-Reyes E.[1], Ayala Garay, A.V.[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Km.13.5 de la Carretera los Reyes-Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, 56250, México. *Correo-e: gonzalez.lucila@inifap.gob.mx

[2]Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5. Carretera México-Texcoco. Chapingo, Texcoco, Estado de México, 56230. México.

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: materia seca, rendimiento, macronutrientes.

INTRODUCCIÓN

En México, la nutrición mineral y la respuesta a la aplicación de fertilizantes en el cultivo de amaranto se relaciona con la disponibilidad de humedad en el suelo ya que se cultiva principalmente bajo condiciones de temporal (Ramírez et al., 2011). A pesar de que se reporta que el amaranto responde a la aplicación de nitrógeno y fósforo (Barrales et al., 2010), no se conoce una recomendación de dosis de fertilización con base en una metodología con enfoque científico que use el análisis químico de suelo y el requerimiento interno de nutrientes por el cultivo durante su estación de crecimiento. Por tanto, existe la necesidad de generar las curvas de extracción nutrimental de este cultivo y así comparar las tendencias de absorción total y la absorción de nutrimentos en cada órgano y con esto diseñar estrategias de manejo de nutrición del cultivo. El objetivo del presente estudio fue obtener la curva de extracción nutrimental de los macronutrimentos: N, P, K, Ca y Mg en la variedad Nutrisol de amaranto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental Valle de México de INIFAP en 2016 en la variedad Nutrisol. Para obtener la materia seca, se realizaron muestreos cada quince días, se cortaron cuatro plantas al ras del suelo, se separaron hojas, tallos, inflorescencias y grano, se pesaron en fresco y tomaron una submuestra de 100-200 g para llevarlo a la estufa y secar a una temperatura de 65°C hasta temperatura. Para las determinaciones, la materia seca fue molida y se tomó una submuestra 0.5 g de tejido vegetal, esta última se sometió a una digestión húmeda con diferentes ácidos. La determinación de la concentración de N se realizó por el método de Microkjeldahl (Chapman y Pratt, 1973); la de P por el método de molibdovanadato amarillo (Chapman y Pratt, 1973); y las concentraciones de K, Ca y Mg se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica. La extracción de los macronutrimentos fue el producto de la materia seca y la concentración de estos en el tejido vegetal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la distribución de materia seca por órgano, los tallos aportaron de 50 % de la materia seca total; las hojas 21%; las inflorescencias 23%; y el grano 5%, esto dio un aporte total de 21, 429 Kg de materia seca/ha (Figura 1).

El K fue el nutrimento más demandado por las plantas amaranto con un valor máximo de 4.6 g/ planta, seguido por el N con 1.9, Ca con 1.2, Mg con 0.95 y P con 0.47, de tal manera que la extracción de nutrimentos en orden decreciente en K/ha fue: K>N>Ca>Mg > P. Se observó en general que hubo una máxima extracción de macronutrimentos durante el llenado de grano y continúa hasta madurez fisiológica. El K fue extraído en grandes cantidades con un comportamiento similar al extraído por los frutos de árboles y hortalizas (Bertsch, 2003) pero a diferencia de estos de acuerdo con la distribución de la biomasa la mayor parte del potasio y también del nitrógeno fue extraída por los tallos.

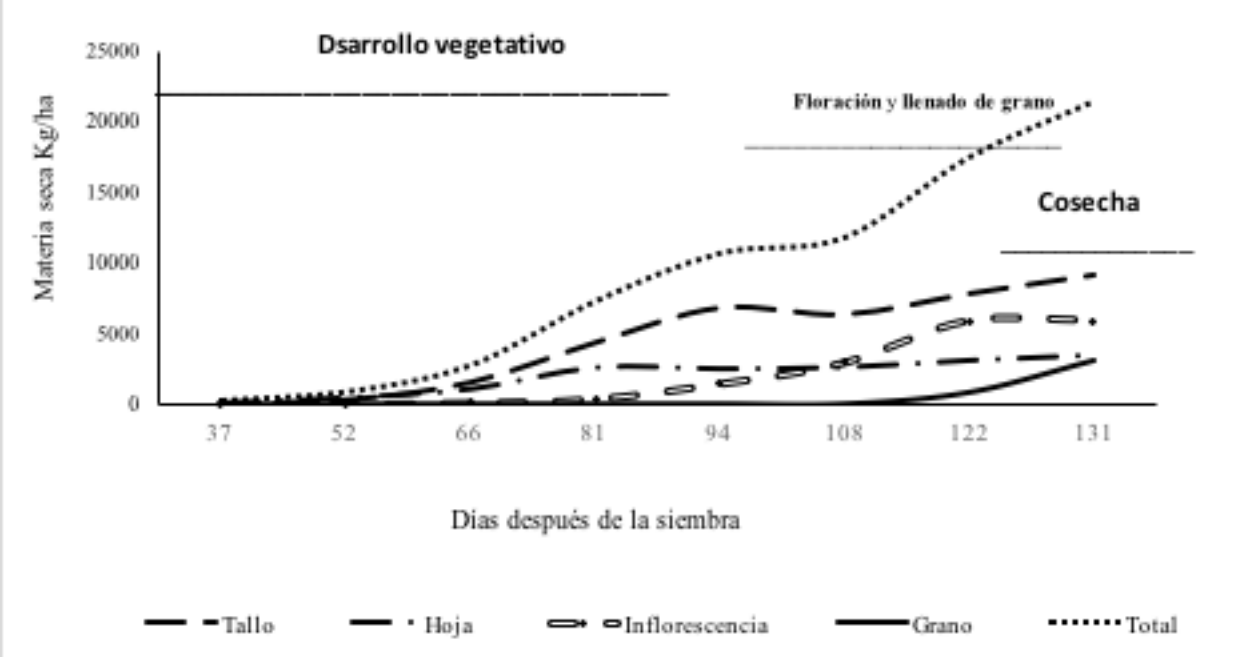


Figura 1. Distribución de materia seca de la variedad Nutrisol.

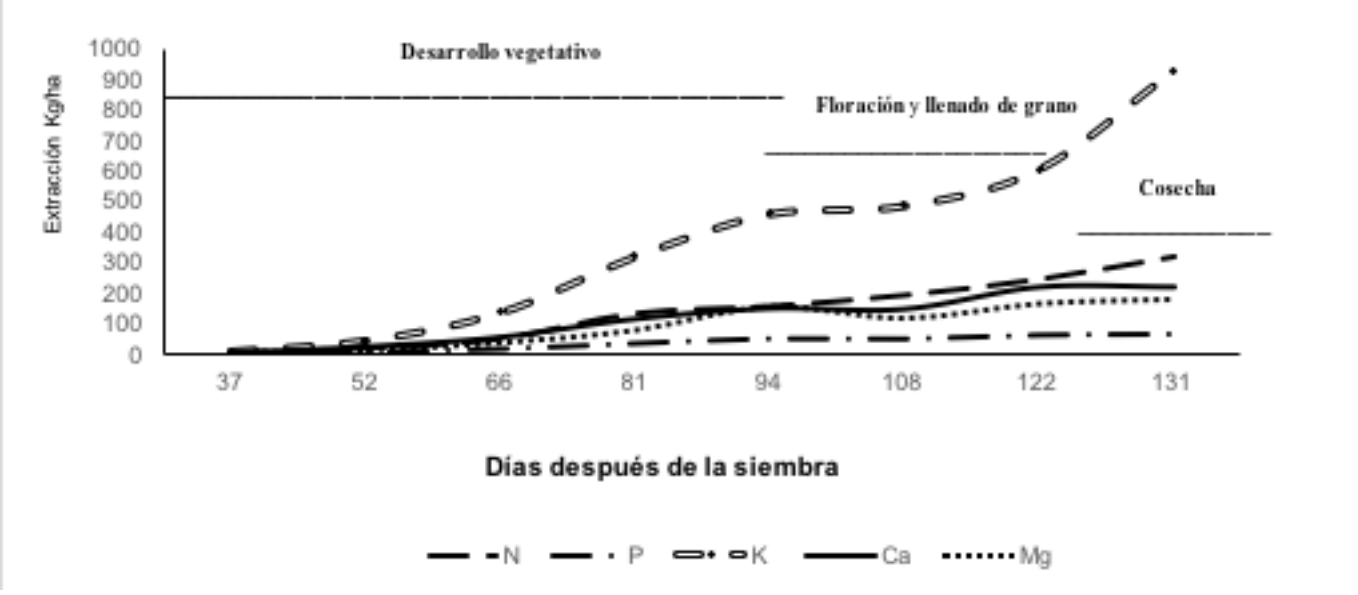


Figura 2. Extracción total de macronutrimentos N, P, K, Ca y Mg en amaranto variedad Nutrisol.

CONCLUSIONES

Se encontró que la extracción de N, P, K, Ca y Mg (Kg/ha) fue paralela a la acumulación de materia seca (g). La variedad Nutrisol para producir una tonelada de grano requiere de grandes cantidades de potasio, nitrógeno y calcio extraídos principalmente por los tallos e inflorescencias. Se encontró que la extracción de N, P, K, Ca y Mg (g/planta) fue paralela a la acumulación de materia seca (g) coincidieron al inicio de la floración y el llenado de grano.

REFERENCIAS

Barrales, D.S.; Barrales, B.E.; Barrales, B.E. (2010). Amaranto. Recomendaciones para su producción. Fundación Produce Tlaxcala. 165p.

Bertsch, F. (2003). Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica.

Chapman, H.D.; Pratt, P.E. (1973). Método de Análisis de Suelos, Plantas y Agua. Trad. del inglés por: A. Contin. Ed. Trillas. México, D. F. 195 p.Myers, L. R. 1998. Nitrogen fertilizer effect of grain amaranth. Agronomy Journal 90:597-602.

Ramírez, V.Ma. de la Luz; Espitia, R.E.; Carballo, C.A.; Zepeda, B.R.; Vaquera, H.H.; Córdova, T.L. (2011). Fertilización y densidad de plantas en variedades de de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2: 251-258.

ESTUDIOS PARA OPTIMIZAR LA COSECHA DE HOJAS DE AMARANTO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE DOBLE USO DE HOJAS VERDES Y GRANOS

Natalie Hoidal*[1], María Díaz Gallardo[2], Sven-Erik Jacobsen[1], y Gabriela Robles[1]

[1]University of Copenhagen, Agrovej 12 DK-2630 Taastrup *email: hoida016@umn.edu
[2] Universidad Comunal Intercultural del Cempoaltépetl, Barrio Santa Cecilia, Tlahuitoltepec, Mixe, Oaxaca.
*email: diagamar113@gmail.com

Eje temático: 2
País: Dinamarca y México
Palabras clave: Defoliación, nutrición, desarrollo.

INTRODUCCIÓN

Amaranto es un cultivo de Centroamérica con valor alta nutricional y capacidad de prosperar bajo ambientes adversos. Productores en México usan la planta dualmente como verdura por su consumo propio y grano para vender. La práctica de cosecha de hojas es común, pero variable y no sigue procedimientos con base en estudios científicas. Hemos estudiado métodos para la cosecha de hojas, considerando intensidad, frecuencia, y tiempo de la cosecha bajo varios ambientes y con varios genotipos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tres series de experimentos fueron completados en Dinamarca, complementados por resultados de un experimento colaborativo de campo en México. Estudiamos defoliación de amaranto con seis genotipos en campo de Dinamarca por dos años, y un genotipo en México con respeto a la intensidad y frecuencia de defoliación y su impacto en rendimiento y calidad de semillas. También, estudiamos el tiempo de defoliación, su impacto en el valor nutricional de hojas, y su impacto en rendimiento y calidad de semillas bajo condiciones controladas en un invernadero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos experimentos han revelado que amaranto tiene tolerancia a la cosecha de hojas hasta 50% defoliación a través de varios ambientes y genotipos con consideración de rendimiento y calidad de semilla. En niveles bajas de defoliación (25%), múltiples cosechas de la misma planta no tienen ningún impacto negativo en comparación con una sola cosecha. Tolerancia queda alta por la etapa vegetativa entera, pero niveles de nutrientes son diferentes en diferentes etapas del desarrollo. Muchos nutrientes importantes como la vitamina A, Mg, y Cu estuvieron más disponibles en al final de la etapa vegetativa, pero el sabor de las hojas bajó con la edad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Sistemas de producción dual con amaranto son muy prometedores y deben ser promovidos en contextos agrícolas diversos. Estos sistemas tienen valor en México y otros lugares en el mundo en donde productores tienen inseguridad nutricional mientras que confían en sus rendimientos de grano como medios de subsistencia.

REFERENCIAS

Abalone, R., A. Cassinera, A. Gastón, and M. A. Lara. 2004. Some physical properties of amaranth seeds. Biosystems Engineering 89:8.

Agrawal, A. A. 2000. Overcompensation of plants in response to herbivory and the by-product benefits of mutualism. Trends in Plant Science 5:4.

Alemayehu, F. R., M. A. Bendevis, and S.-E. Jacobsen. 2015. The potential for utilizing the seed crop amaranth (*Amaranthus* spp.) in East Africa as an alternative crop to support food security and climate change mitigation. Journal of Agronomy and Crop Science 201:8.

Alfaro, M., A. Martínez, R. Ramírez, and R. Bressani. 1987. Yield and chemical composition of the vegetal parts of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*, L.) at different physiological stages. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 37:108-121.

Castrillón-Arbeláez, P. A., N. Martínez-Gallardo, H. A. Arnaut, A. Tiessen, and J. P. Délano-Frier. 2012. Metabolic and enzymatic changes associated with carbon mobilization, utilization and replenishment triggered in grain amaranth (*Amaranthus cruentus*) in response to partial defoliation by mechanical injury or insect herbivory. BMC Plant Biology 12:22.

Council, N. R. 1984. Amaranth: Modern prospects for an ancient crop. National Academy Press, Washington, D.D.

Das. 2016. Amaranthus: A promising crop of future. Springer, Singapore.

Espitia Rangel, E., C. Mapes Sánchez, D. Escobedo López, O. De la O., M.,P. Rivas Valencia, G. Martínez Trejo, L. Cortés Espinoza, and J. M. Hernández Casillas. 2010. Conservación y uso de los recursos genéticos de amaranto en México. INIFAP, Centro de Investigación Regional Centro, Celaya, Guanjuato, México.

Hels, O., T. Larsen, L. P. Christensen, U. Kidmose, N. Hassan, and S. H. Thilsted. 2004. Contents of iron, calcium, zinc, and B-carotene in commonly consumed vegetables in Bangladesh. Journal of Food Composition and Analysis 17:587-595.

Hikosaka, K. 2005. Leaf canopy as a dynamic system: Ecophysiology and optimality in leaf turnover. Annals of botany 95:22.

Kauffman, C. S., and L. E. Weber. 1990. Grain amaranth. Pages 127-139 in J. Janick and J. E. Simons, editors. Advances in New Crops. Timber Press, Portland, OR.

Lim, J. 2011. Hedonic scaling: A review of methods and theory. Food Quality and Preference 22:733-747.

Liu, F., and H. Stützel. 2004. Biomass partitioning, specific leaf area, and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus spp*.) in response to drought stress. Scientia Horticulturae 102:15-27.

Mapes, C., F. Basurto, and B. R. 1997. Ethnobotany of Quintonil: Knowledge, use and management of edible greens *Amaranthus* spp. (*Amaranthaceae*) in the Sierra Norte de Puebla, Mexico. Economic Botany 51:13.

Mariotti, F., D. Tomé, and P. P. Mirand. 2008. Converting nitrogen into protein - Beyond 6.25 and Jones' factors. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 48:177-184.

Mumari, M., S. Gupta, A. J. Lakshmi, and J. Prakash. 2004. Iron bioavailability in green leafy vegetables cooked in different utensils. Food Chemistry 86:217-222.

Onyango, C. M., J. Harbinson, J. K. Imungi, R. N. Onwonga, and O. V. Kooten. 2012. Effect of nitrogen source, crop maturity stage and storage conditions on phenolics and oxalate

contents in vegetable amaranth (Amaranthus hypochondriacus). Journal of Agricultural Science 4:219-230.

Poorter, H., F. Fiorani, R. Pieruschka, T. Wojciechowski, W. H. v. d. Putten, M. Kleyer, U. Schurr, and J. Postma. 2016. Pampered inside, pestered outside? Differences and similarities between plants growing in controlled conditions and in the field. New Phytologist Tansley Review.

Poorter, H., J. Bühler, D. v. Dusschoten, J. Climent, and J. A. Postma. 2012. Pot size matters: a meta-analysis of the effects of rooting volume on plant growth. Functional Plant Biology 39:839-850.

Rastogi, A., and S. Shukla. 2013. Amaranth: A new millennium crop of nutraceutical values. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 53:16.

Rivera-Solís, G., L. Abdala-Roberts, J. C. Cervara, V. Parra-Tabla, J. Ruiz- Ruiz, and D. Betancur-Ancona. 2012. Mechanisms and traits associated with compensation for defoliation in *Ruellia nudiflora*. Plant Ecology 213:11.

Rodriguez-Amaya, D. B., M. Kimura, H. T. Godoy, and H. K. Arima. 1988. Assessment of provitamin A determination by open column chromatrography / visible absorption spectophotometry. Journal of Chromatographic Science 26:624-629.

Shukla, S., A. Bhargava, A. Chatteriee, J. Srivastava, N. Singh, and S. P. Singh. 2006. Mineral profile and variability in vegetable amaranth (Amaranthus tricolor). Plant Foods for Human Nutrition. 61:23.

Shukla, S., V. Pandey, G. Pachauri, B. S. Dixit, R. Banerji, and S. P. Singh. 2003. Nutritional contents of different foliage cuttings of vegetable amaranth. Plant Foods for Human Nutrition 58:8.

Stein, A. J. 2010. Global impacts of human mineral malnutrition. Plant Soil 335:133-154.

Stowe, K. A., R. J. Marquis, C. G. Hochwender, and E. L. Simms. 2000. The evolutionary ecology of tolerance to consumer damage. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 31:30.

Strauss, S. Y., and A. A. Agrawal. 1999. The ecology and evolution of plant tolerance to herbivory. Trends in Ecology and Evolution 14:6.

Tontisirin, K., G. Nantel, and L. Battacharjee. 2002. Food-based strategies to meet the challenges of micronutrient malnutrition in the developing world. Proceedings of the Nutrition Society 61:243-250.

Vargas-Ortiz, E., J. P. Délano-Frier, and A. Tiessen. 2015. The tolerance of grain amaranth (*Amaranthus cruentus L.*) to defoliation during vegetative growth is compromised during flowering. Plant Physiology and Biochemistry 91:15.

Vargas-Ortiz, E., E. Espitia-Rangel, A. Tiessen, and J. P. Délano-Frier. 2013. Grain amaranths are defoliation tolerant crop species capable of utilizing stem and root carbohydrate reserves to sustain vegetative and reproductive growth after leaf loss. PLoS ONE 8.

Villarreal, M., and L. B. Iturriaga. 2016. Amaranth: An Andean crop with history, its feeding reassessment in America. Pages 217-232 in K.

Kristbergsson, Oliveira, Jorge, editor. Traditional Foods. General and Consumer Aspects. Springer Science + Business Media, New York.

Yadav, S. K., and S. Sehgal. 1995. Effect of home processing on ascorbic acid and β-carotene content of spinach (*Spinacia oleracia*) and amaranth (*Amaranthus tricolor*) leaves. Plant Foods for Human Nutrition. 47:6.

Yadav, S. K., and S. Sehgal. 2002. Effect of domestic processing and cooking methods on total HCL extractable iron and in vitro availability of iron in spinach and amaranth leaves. Nutrition and Health 16:113-120.

ESTUDIO COMPARATIVO DE BACTERIAS ASOCIADAS A LA RIZOSFERA DE AMARANTO Y SU EFECTO EN EL ÍNDICE DE GERMINACIÓN, PROCEDENTES DE TOCHIMILZOLCO, PUEBLA

Sánchez García, M. M.[1], Islas Ordoñez K. [1], Hernández Sánchez I. [1], Cantú Pérez I. M. [1], Márquez Osorio, P.[1], Ortiz Torres E.[2], Milflores Flores L.[1], Molina Romero D. [1], Venegas Meneses B.[1] y Cepeda Cornejo V.[1]*

[1]Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Laboratorio 307 Cultivo de tejidos, Edificio Multilaboratorios 6 (EMA 6). Facultad de Ciencias Biológicas, Biotecnología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio, Ciudad, Universitaria, Col. Jardines de San Manuel, C. P. 72570. México. Tel: 01 (222) 2295500 Ext. 3978. *Correo-e: veronicacepedac@gmail.com
[2]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No.205. Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, Puebla, 72760, México, C.P.

Eje temático: 2
País: México
TPalabras clave: Amaranto, bacterias promotoras de crecimiento.

ANTECEDENTES

El amaranto es un cultivo con una gran tradición y que se ha sembrado desde hace cientos de años en México (Morán-Bañuelos *et al*., 2012). El éxito de este cultivo en diversos poblados, particularmente del centro del país, radica en su gran valor alimentario (Espitia *et al*., 2010). La planta del amaranto se siembra en diversos estados del país, principalmente la zona centro, incluyendo el estado de Puebla. Este género comprende 70 especies, aunque solo tres de ellas se destinan a la producción de grano: *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus caudatus* (Trucco y Tranel 2011). Las hojas y semillas son ricas en vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales. Particularmente, las semillas son de un gran valor nutritivo, ya que contienen proteínas, vitaminas A, B, C y D; además del aminoácido esencial Lisina que es raro en otros cereales. Las hojas se consumen como verdura y son ricas en hierro, calcio, magnesio y vitaminas A y C. La planta del amaranto es resistente a sequía y salinidad, por esta razón, es un cultivo que en condiciones de cambio climático representa un cultivo estratégico por las ventajas que representa. La importancia del cultivo radica en el uso en la alimentación humana. Diversos alimentos se obtienen a partir de las semillas y que incluyen las tradicionales alegrías, harina para la elaboración de panes y galletas, entre otros. No obstante que es un cultivo de importancia desde hace cientos de años, poco se ha explorado el efecto de los microorganismos presentes en la rizosfera en el crecimiento y en la tasa de germinación de la planta. Se han detectado algunos grupos bacterianos importantes del grupo de los promotores de crecimiento (Moreno-Espíndola *et al*., 2013), sin embargo no se han abordado los efectos sobre el porcentaje de germinación y la tasa de crecimiento. El objetivo del presente estudio comprende la búsqueda y caracterización de una comunidad de bacterias asociada a la rizosfera de amaranto y su efecto en el porcentaje de germinación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó la colecta de suelo asociado a la rizosfera de nueve plantas de amaranto creciendo en un cultivo de amaranto en un ambiente de bosque a 3 kilómetros de la comunidad de Tochimilzolco, Puebla. El aislamiento de microorganismos presentes en el suelo se realizó adicionando 1 gramo de suelo en 10 ml de solución salina al 0.8%, se realizaron tres diluciones seriales. Se inocularon 100 µl en medio sólido Luria Bertani durante uno a dos días a 25 °C. Las colonias fueron caracterizadas por morfología, color, consistencia y tinción de Gram. La morfología fue observada al estereoscopio y microscopio óptico. El porcentaje de germinación se probó al inocular cuatro semillas por pozo con diez repeticiones para cada cepa bacteriana. Las cepas fueron crecidas en medio Luria Bertani (LB) a 27°C. Se utilizaron semillas de la variedad mejorada Laura, que fue obtenida por el Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala. Las semillas fueron germinadas en contenedores de unicel de 200 cavidades durante dos días en oscuridad y temperatura ambiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 47 colonias de distinta apariencia fueron caracterizadas a partir de las muestras de suelo. Las morfologías observadas fueron circular, filamentosa, irregular, ramificada y rizoide. Los resultados de la tinción de Gram en el ambiente boscoso, mostraron que el 60% de los microorganismos fueron Gram positivos y el restante 40% fueron Gram negativos. Las morfologías observadas al microscopio óptico (100x) indicaron que los microorganismos fueron: *Bacilos* aislados, *Cocobacilos*, *Diplobacilos*, Filamentosos y *Streptobacilos*; siendo lo más recurrente los *Bacilos* aislados (17%). El porcentaje de germinación fue estadísticamente distinto entre dos de las cepas aisladas versus el control positivo (solo medio de cultivo). Las cepas: 1) Colonia 2 de borde circular, color café claro, convexa y morfología al microscopio *Streptobacilos* con 80 % de germinación y 2) Colonia 6, borde circular, crema, plana, cerosa, gram positiva, *Streptobacilos* con 77.5% de germinación; fueron estadísticamente distintas al control solo medio de cultivo con 40% de germinación (F = 2.5683, P = 0.0083). Es muy posible que las comunidades bacterianas que crecen en los suelos de Tochimilzolco promuevan la germinación y con ello el establecimiento de las plántulas, hay pocos reportes en el género *Amaranthus*.

CONCLUSIÓN

Los reportes en la literatura indican que entre los microorganismos reportados como promotores de crecimiento se encuentran los bacilos e inclusive algunos del género *Serratia*. Estos grupos han sido encontrados en este estudio y al menos hasta ahora dos de las cepas aisladas del género *Bacillus* han mostrado incrementar el porcentaje de germinación de las semillas. En ensayos a futuro se espera que alguno de estos microorganismos promueva además de los índices de germinación, una mayor tasa de crecimiento del amaranto.

BIBLIOGRAFÍA

Espitia-Rangel, E., Mapes-Sánchez, C., Escobedo-López, D., De la O Olán, M., Rivas-Valencia, P., Martínez-Trejo, G., Cortés-Espinosa, L. & Hernández-Casillas, J.M. 2010. Origen e historia del amaranto. Capítulo 1. INIFAP, 203 pp.

Morán-Bañuelos, S.H., Cortés-Espinosa, L., Espita-Rangel E. & Sangerman-Jarquín, D.M., 2012. Tzoalli, de cuerpo de dioses a alegría de mortales. En: Espitia-Rangel E. (Ed.). Amaranto: Ciencia y Tecnología. Libro Científico No. 2. INIFAP/SINAREFI, México, Pp 15-27.

Moreno-Espíndola, I. P., María Jesús Ferrara-Guerrero, M. J., De León-González, F., Rivera-Becerril, F., y González-Halphen, D. 2013. Comunidad bacteriana cultivable asociada a la rizocoraza de Amaranthus hypochondriacus. Terra Latinoamericana 31: 57-69.

Trucco, F. & Tranel, P.J. 2011. Amaranthus, Capítulo 2. En: Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Vegetables. Chittaranjan Kole (Editor). Springer, Nueva York. Pp. 11-22.

MORFOLOGÍA Y DIFERENCIACIÓN MERISTEMÁTICA EN *Amaranthus hypochondriacus* L.

Aguilar Delgado M J[1]*, Guevara Olvera L[1] Acosta García G[1]; Espitia Rangel E[2], González Chavira M[3]

[1]Instituto Tecnológico de Celaya, Av. García Cubas Pte. # 600, Esquina Av. Tecnológico, Col. Alfredo V. Bonfil, 38010. Celaya, Guanajuato, México, [2]INIFAP-Campo Experimental Valle de México, km 13.5 Carretera Los Reyes-Texcoco, 56250. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, [3]INIFAP-Campo Experimental Bajío, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, 38110. Celaya, Guanajuato, México *Correo-e: miriam1105_81@yahoo.com

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: meristemo apical, expresión diferencial.

INTRODUCCIÓN

El amaranto es una especie importante por su alto contenido proteico en semilla, hojas y tallo. El género *Amaranthus* comprende cerca de 70 especies, de las cuales alrededor de 40 son nativas de América. Incluye al menos 17 especies con hojas comestibles y 3 de grano: *Amaranthus cruentus, Amaranthus caudatus, Amaranthus hypochondriacus* (Cárdenas *et al*., 2016). Una de las vertientes importantes en esta especie es la generación de variedades que permitan que sea más eficiente el manejo agronómico y que esto se vea reflejado en las ganancias del agricultor. *Amaranthus hypochondriacus* L tiene un tipo de crecimiento indeterminado, sin embargo, Espitia-Rangel (1994) reportó, la existencia de crecimiento determinado para esta especie. El crecimiento de órganos derivados de meristemos apicales ha sido estudiado en diferentes especies con la finalidad de entender los cambios, genes e interacciones que regulan la arquitectura de la inflorescencia. Este trabajo comprende el estudio de la ontogenia y análisis de expresión diferencial del meristemo apical en plantas de crecimiento indeterminado y determinado de la especie *A. hypochondriacus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron plantas de la especie *A. hypochondriacus* L, las cuales se cultivaron bajo condiciones de invernadero. Las semillas se sembraron en un sustrato de mezcla comercial estéril. Las plantas se regaron cada tercer día. La semilla de la cuarta generación se sembró para dar inicio con la fase de colecta de meristemos apicales.

El meristemo apical fue descubierto con la ayuda de unas pinzas de disección. Para dar soporte gráfico a la investigación se utilizó microscopia electrónica de barrido por lo tanto el material biológico se analizó a través de VPSEM (EVO. LS40, Zeiss, Alemania). El análisis de expresión diferencial se realizó mediante PCR-Select™ cDNA Subtraction Kit. Las secuencias obtenidas fueron analizadas con el programa BLAST (se utilizaron los algoritmos Blastn y tBlastx) provisto por el Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI) (http://www.ncbi.org).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ontogenia del meristemo apical. Los estados de desarrollo del meristemo apical (Figura 1) en ambos fenotipos evidencian que existe un mecanismo de regulación genética involucrado en la diferenciación del meristemo apical que está provocando la aparición de una flor terminal en el fenotipo determinado lo cual se puede observar en la Figura 1K, mientras que el crecimiento indeterminado permaneció indiferenciado Figura 1E.

La formación de la flor terminal es la característica morfológica que indica el crecimiento determinado a nivel de meristemo. El meristemo apical plano es la característica de la ontogenia que permite diferenciar el crecimiento determinado del indeterminado. Lo anterior coincide con estudios ontogenéticos relacionados con crecimiento determinado e indeterminado en *Daucus carota* donde previo a la transformación en flor terminal el meristemo apical se aplana (Bull-Hereñu y Claben-Bockhoff, 2010). El conocimiento del desarrollo ontológico del meristemo apical resulta útil en la diferenciación de genotipos de diferente tipo de crecimiento, además de que puede servir de base para estudios fisiológicos y fenológicos que servirán como base para el manejo agronómico del cultivo.

Análisis de expresión diferencial.

Se encontró homología de secuencias en su mayoría a *Beta vulgaris y Glicine max*. Se encontraron genes candidatos que posiblemente estén involucrados en la vía de regulación de la diferenciación del meristemo apical entre estos destacan una proteína represora de auxinas en conjunto con transportadores ABC miembro C de la familia 4-like, relacionada con el transporte activo de sustancias a través de la membrana celular. Se ha demostrado en algunas investigaciones que la hormona auxina actúa en el proceso de autorregulación de crecimiento y está involucrada en la regulación de la arquitectura de la inflorescencia (Schmitz y Theres, 2005). El transporte polar de auxinas juega un papel importante en estados tempranos de la formación de primordios florales en *Arabidopsis thaliana*.

Okada *et al.* (1991) reporta que las plantas genética o químicamente modificadas en la habilidad para transportar auxinas terminan en la formación de un primordio floral.

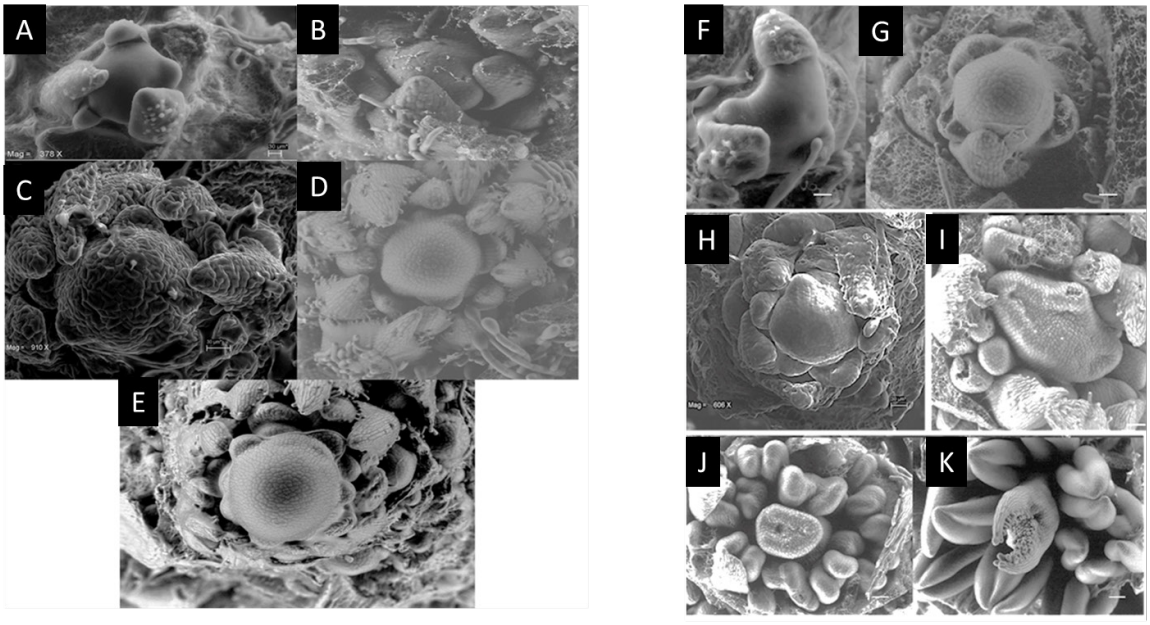


Figura 1. Desarrollo del meristemo apical de plantas con inflorescencias indeterminadas (izquierda). A) Meristemo apical, B) formación de brácteas, C) meristemo inflorescente en forma de cúpula, D) y E) meristemo apical maduro. Desarrollo del meristemo apical de plantas con inflorescencias determinadas (derecha). F) meristemo apical en fase vegetativa, G) formación de los primeros órganos florales, las brácteas, H) meristemo inflorescente joven, I) aparición de la flor terminal, J) flor terminal en desarrollo y K) flor terminal madura.

Los transportadores ABC (cassete de unión a ATP), en *Arabidopsis* se han caracterizado a miembros de la subfamilia C de transportadores y se les conoce como genes MDR (Multi Drug Resistence). Estos genes han sido caracterizados a detalle a nivel funcional y se ha encontrado que se localizan en algunos órganos de las plantas, incluyendo regiones apicales, varios investigadores proponen que el gen AtMDR1, probablemente en conjunción con AtPGP1, es requerido para el transporte de auxinas de regiones apicales, donde son sintetizadas las auxinas, hacia tejidos basales (Sidler *et al.*, 1998).

Se ha reportado que las auxinas se encuentran en la vía de señalización de genes de identidad del meristemo apical (Okada, 1991). Las auxinas al concentrarse liberan proteínas represoras Aux/IAA (Ralf *et al* 2017). Estos represores activan genes de identidad, que actúan en paralelo con represores de auxinas para promover la inducción de gen LEAFY el cual es un gen de identidad. La sobreexpresión de LEAFY activa redes de regulación de genes que inician la formación de primordios.

CONCLUSIONES

La diversidad de la inflorescencia en la especie *A. hypochondriacus* ha sido un tema interesante de estudio durante algunas décadas dado que se han encontrado diferentes fenotipos con características importantes de interés para mejoradores genéticos. En este estudio al analizar la morfología de las inflorescencias, así como la ontogenia del meristemo apical en ambos fenotipos se encontraron algunas diferencias interesantes. Al observar los cambios del meristemo apical durante el desarrollo de la planta, se observa la aparición de flores terminales en los ápices de las inflorescencias por lo que se infiere que hay una disminución paulatina del desarrollo y que esto puede influir en la uniformidad de la madurez de la semilla al disminuir la demanda de nutrientes. Sin embargo, aún es necesario realizar más estudios al respecto.

REFERENCIAS

Bull HK, and Claβen BR. (2013) Testing the ontogenic base for the transient model of inflorescence development. Annals Botany. 112: 1543-1551.

Okada K, J Ueda, M K Komak, C J Bell, Y Shimura (1991) Requirement of auxin polar transport system in early stages of Arabidopsis floral bud formation. Plant Cell 3:677-684

Schmitz, G, K Theres (2005) Shoot and inflorescence branching. Current. Opinion. Plant Biology. 8: 506–-511.

Sidler M, Hassa P, Hasan S, Ringli C, Dudler R (1998) Involvement of an ABC transporter in a developmental pathway regulating hypocotyl cell elongation in the light. Plant Cell 10: 1623–1636.

EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE MICROONDAS EN LA GERMINACIÓN DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.)

*Cano García Gloria Virginia [1], Salazar Cano Juan Ramón [2], Salazar Cano Juan Alfredo[3], Vázquez Domínguez Laura Patricia[4]

[1]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. gloria.cano@correo.chapingo.mx; [2]Departamento de Biofísica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. México; [3]. Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. México. juansalazar1810@hotmail.com; [4]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: La agronomía, agroecología y ecofisiología.

INTRODUCCIÓN

Se considera que el amaranto es un cultivo noble con una gran cantidad de cualidades nutritivas que puede ser implementado en diversas regiones del país como alternativa de cultivo para los productores, que complemente sus ingresos, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus familias y comunidades donde habitan; además, puede contribuir a eliminar la desnutrición en el ambiente donde se establece (Nieto, 1990) Históricamente ha sido aprovechado desde épocas antiguas por civilizaciones asentadas en Mesoamérica, y que incluso en años recientes se ha impulsado su consumo debido a su calidad nutritiva.

A partir de las relaciones de Fray Bernardino de Sahagún y otros cronistas, es posible reconocer la enorme importancia del amaranto (huautli) como alimento fundamental en el prodigioso sistema alimentario mesoamericano, especialmente en el altiplano central. Las propiedades nutritivas del amaranto son realmente excepcionales como verdura y como semilla: la alta calidad de su proteína y de sus lípidos complementan muy eficientemente el aporte nutrimental del maíz y frijol. Además de su valor nutritivo, contiene principios bioactivos de gran importancia para la salud ya que promueven en el organismo funciones metabólicas protectoras contra la hipertensión, la resistencia a la insulina y la proliferación de células tumorales. Muchos de nuestros genes amerindios se moldearon en armonía con los procesos de domesticación del maíz, el frijol y el amaranto. Al suprimir este alimento, y sustituirlo por alimentos chatarra, se produce un mayor riesgo y daño por enfermedades metabólicas asociadas con la obesidad. Aunado a lo anterior, la capacidad de resistencia a la sequía y al estrés ambiental, brindan ventajas ecológicas notables al cultivo de amaranto (García, 2012).

La interacción entre las ondas electromagnéticas y las moléculas de agua, es un tema de investigación. (Santiago, 2017). Se sabe que, en el espectro electromagnético, se encuentran acomodadas todas las ondas electromagnéticas en función de su energía, las cuales no solo se desplazan a la velocidad de la luz (c), sino que también tienen un sinfín de aplicaciones en la actualidad (Resnick, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante un diseño experimental completamente al azar, se sometieron semillas de amaranto bajo la influencia de ondas de una frecuencia de 2.5 GHz. Las cuales posteriormente se sembraron para determinar la viabilidad del tratamiento en el invernadero del Centro de Horticultura de la UACh.

Para observar la influencia de la radiación en plántulas de amaranto con 10 y 15 días posteriores a la germinación se sometieron al mismo tratamiento de las semillas, el cual consistió en Testigo (0 seg.), 2,4,6,8,10,12,14,16,18 y 20 segundos.

En los dos métodos anteriores, se evaluó la viabilidad de dichos tratamientos, mediante la cuantificación de variables agronómicas, con el fin de proponer una nueva alternativa en torno a la germinación y crecimiento del amaranto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados experimentales muestran que las semillas del testigo germinaron a los 3 días, mostrando la presencia de la radícula y de las primeras hojas, por su parte el tratamiento con un tiempo de exposición de 2 a 8 segundos, germinaron a los 3 días, en un porcentaje del 70%. El tratamiento con un tiempo de exposición de 10 a 16 segundos de radiación la germinación fue del 40% con una aparición de la radícula al sexto día. Respecto del tratamiento de 18 y 20 segundos de radiación, mostraron síntomas de clorosis, y crecimiento raquítico, así como más del 50% de las semillas no germinaron, mostrando que a una mayor radiación la afectación en el desarrollo fisiológico de la semilla es total.

CONCLUSIONES

Efectivamente hubo una influencia de las microondas durante los primeros segundos sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas.

Conforme transcurre el tiempo de radiación se presenta un bajo o nulo desarrollo de la plántula por el sobrecalentamiento de la misma

BIBLIOGRAFÍA

García Ibarra Lilia. 2012. Variedades de amaranto y fechas de siembra para rendimiento de grano y forraje en San Luis Potosí. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Agronomía.

Nieto, C. 1990. El cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) una alternativa agronómica para Ecuador. INIFAP, EE. Santa Catalina. Publicación Miscelánea N° 52 Quito Ecuador.

Resnick y Halliday. 2002. Física Volumen I. Grupo Editorial Patria. 518 p.

Sánchez M. A. 1980. Potencial agroindustrial del Amaranto. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. México, D.F. 238 p.

Santiago Contreras Diana Lissette. (2017). Influencia de campos magnéticos estáticos en la raíz y microorganismos asociados a las plantas de café (*Coffea arabica*) en regiones cafetaleras. Tesis de licenciatura del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 114 p.

EFECTO DE SILICIO EN EL DAÑO POR BARRENADOR DE TALLO DE AMARANTO (*Amauromyza abnormalis* Malloch)

Muñiz-Reyes, E.[1]*, Espitia Rangel, E.[1], Martínez Alavez, T.L.[2], González Molina, L.[1], Ayala Garay, A.V.[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Km.13.5 de la Carretera los Reyes-Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, 56250, México. *Correo-e: muniz.erica@inifap.gob.mx

[2]Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. 56235.

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: manejo agroecológico, plagas de amaranto, productos ecológicos.

INTRODUCCIÓN

Aún los cultivos que no representan una superficie considerable a nivel nacional, son manejados de manera convencional. El manejo de insectos plaga en el cultivo del amaranto ha sido poco estudiado, sin embargo, los productores deciden por lo general entre dos opciones: no aplicar insumos debido al costo que genera o bien, aplicar insecticidas químicos que son ofertados por las empresas de agroquímicos locales. Existen dos insectos de importancia, chiche *Lygus* spp. y el barrenador del tallo *Amauromyza abnormalis.* El uso de insecticidas químicos para su manejo puede afectar desde la economía y salud del productor, hasta el daño ecológico que esto implica, ya que muchos insecticidas si logran controlar el problema pero con un alto costo ecológico y con el tiempo revertir la problemática de plagas debido a resistencia. El uso de silicio en la agricultura, se ha estudiado como un potencial no solo en el manejo de enfermedades, sino para indagar en la disminución del daño por insectos herbívoros. Su efecto en los insectos es más bien mecánico debido a la composición química del silicio. Hay muchos factores que determinan su efectividad, tal es el caso de la absorción específica de cada cultivo, pero sin duda es un potencial de estudio. Otro aspecto relevante es su uso para mejorar la producción en términos de nutrición. El objetivo del trabajo, fue evaluar el efecto de fuentes de silicio para la disminución de daño por del barrenador del tallo de amaranto y su efecto en el rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

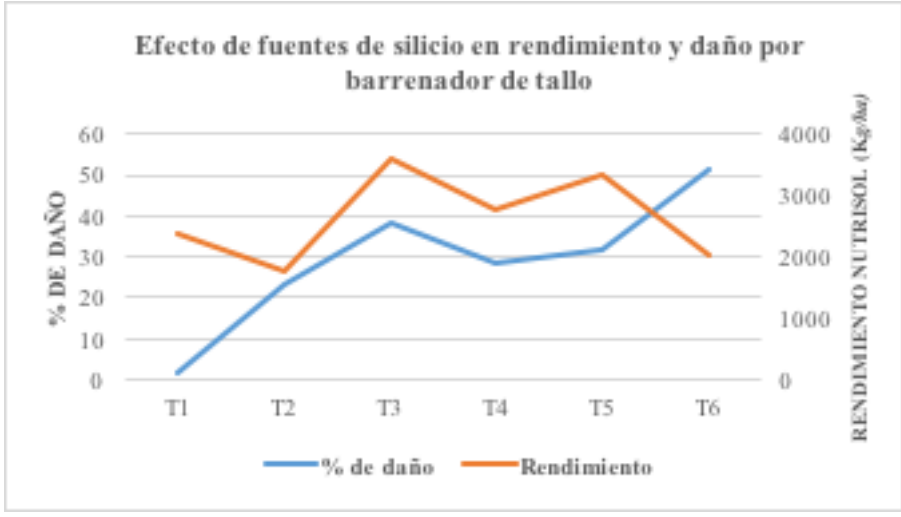
Se estableció un ensayo en el Campo experimental Valle de México del INIFAP. Se estableció cultivo de amaranto con la variedad Nutrisol. Se evaluaron seis tratamientos con cuatro repeticiones. En este ensayo preliminar se evaluó en nivel de daño utilizando el porcentaje en el tallo completo, el número de larvas se descartó porque no representó los porcentajes de daño observados. Los tratamientos fueron los siguientes: T1- clorpirifós etil; T2- Silicio 9 L/ha; T3- Silicio 5 L7ha; T4- Silicato de potasio 9 L/ha; T5- Silicato de potasio 5 L/ha y T6- Testigo absoluto (agua). Se determinaron diferencias entre tratamientos respecto al porcentaje

de daño y numero de larvas, así como la influencia en la variable de rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados preliminares de este ensayo se muestran en la figura 1. En lo que concierne al porcentaje de daño, los tratamientos con silicio a dosis media de 5 L/ha mostraron una diferencia importante respecto al testigo, este último resultó con el mayor daño por una diferencia de más de 12 unidades, mientras que el T1 fue el que tuvo el menor daño en tallo. En cuanto al rendimiento obtenido en cada tratamiento, se determinó que el T3 registró el rendimiento más alto respecto al resto. Por otro lado, a pesar de que el T1 mostró el menor daño, no logró tener un rendimiento sobresaliente. Los tratamientos con fuente de silicio se posicionaron mejor en esta variable respuesta.

Si bien se nota una diferencia importante del clorpirifós con respecto al silicio, en la variable de daño, resaltamos el hecho de que, si existe un efecto respecto al testigo, el cual como se esperaba fue el que tuvo un daño mayor. Goussain *et al.* (2002) realizaron aplicación de solución de silicato de sodio en plantas de maíz para determinar su efecto en desarrollo, mortalidad y canibalismo en *Spodoptera frugiperda*, encontraron que las larvas que se alimentaron de plantas con silicio registraron una mayor mortalidad respecto al testigo. En caña de azúcar también se determinó que existía menor penetración de larvas de *Eldana saccharina* en plantas que tenían silicio respecto a las que no lo contenía (Keeping *et al.* 2009). Diferentes reportes han evidenciado la influencia del Silicio en la resistencia de plantas contra herbívoros (Keeping and Kvedaras, 2008) pero eso no es su único potencial. El Silicio se encuentra en el suelo, sin embargo, no todas las especies de plantas son capaces de acumular silicio en sus tejidos y, por lo tanto, mostrarán diversos niveles de resistencia considerando este factor. Esto también tiene que ver con la mejora nutrimental al considerarse al Si elemento benéfico. En el cultivo de arroz se ha evidenciado de gran manera el hecho de que debido a su gran acumulación de silicio, las plantas son capaces de mostrar un aumento significativo de rendimiento (Reynolds *et al.* 2016). En este trabajo los tratamientos con fuentes de silicio mostraron esta misma tendencia de mejora en el rendimiento de grano respecto, no sólo al testigo, sino también en el tratamiento con insecticida. Esto abre la posibilidad de tener en el Silicio un gran potencial en la agricultura ecológica.



T1-Clorpirifos etil

T2- Silicio (SiO2) 9L/ha

T3- Silicio (SiO2) 5L7ha

T4- Silicato de Potasio 9L7ha

T5- Silicato de Potasio 5L/ha

T6- Testigo absoluto (agua)

Figura 1. Efecto de tratamientos con fuentes de silicio en la respuesta de daño por barrenador y su efecto en rendimiento en la variedad Nutrisol.

CONCLUSIONES

Las diversas fuentes de silicio en la nutrición y como inductores de la defensa contra plagas en el cultivo de amaranto representan un potencial de uso por parte de los productores. El uso de insecticidas puede proporcionar el efecto esperado en la diminución de insectos plaga, sin embargo no se ve reflejado en las variables agronómicas de importancia, aunado a ello se tienen los efectos negativos ambientales y en la salud de los productores.

REFERENCIAS

Goussain, M.M.; Moraes, J.C.; Carvalho, J.G.; Nogueira, N.L.; Rossi, M.L. (2002). Efeito da aplicac¸a˜o de sili´cio em plantas de milho no desenvolvimento biologico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Neotropical Entomology 31:305–310.

Keeping, M.G.; Kvedaras, O.L.; Bruton, A.G. (2009). Epidermal silicon in sugarcane: cultivar differences and role in resistance to sugarcane borer *Eldana saccharina. Environmental and Experimental Botany* 66 (2009) 54–60.

Keeping, M.G.; Kvedaras, O.L. (2008). Silicon as a plant defence against insect herbivory: response to Massey, Ennos and Hartley. *Journal of Animal Ecology*. 77:631–633.

Reynolds, O.L.; Padula, M.P.; Zeng, R.; Gurr, G.M. 2016. Silicon: potential to promote direct and indirect effects on plant defence against arthropod pests in agriculture. Front. Plant Sci. 7:744. doi: 10.3389/fpls.2016.00744.

PERFIL DE NÚMERO DE HOJAS, ÁREA FOLIAR Y RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA EN EL DOSEL DE AMARANTO

Escalante-Estrada J.A.S. [1]; Rodríguez-González M.T.[1]; Díaz Ruiz R [2] y Escalante-Estrada Y.I.[3]

[1]Postgrado en Botánica. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de Méx, México.56230. jasee@colpos.mx; mate@colpos.mx; [2]Campus Puebla, Colegio de Posgraduados. Puebla, México, dramón@colpos.mx; [3]Instituto de Investigación Científica, Área de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero, México. y_escalante@yahoo.com.mx

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: Radiación interceptada, biomasa, distribución, rendimiento de semilla, modelo de ajuste.

INTRODUCCIÓN

El Amaranto es una especie vegetal comestible y con propiedades terapéuticas (Algara *et al*., 2006). En México, la especie *Amaranthus hypochondriacus* L. fue utilizada desde la época precolombina como alimento. Cien gramos de semilla presentan 13-19 g de proteína total. Siendo una planta con metabolismo fotosintético C4 es altamente eficiente en el uso de insumos. En México, la superficie sembrada proveniente de datos de 2016 fue de 4,498 ha (SIAP, 2016), que se distribuyeron en Puebla (2080), Tlaxcala (1,552), Estado de México (196), Morelos (250) y Cd. de México (145 ha). En Puebla y Tlaxcala se ha reportado un rendimiento promedio de semilla entre 1.5 a 2 t ha^{-1}, con densidad de población que varía de 8 a 14 plantas m^{-2} (Arellano y Galicia, 2007). En el área de Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México, Díaz *et al.* (2004) reportan para *A. hypochondriacus* raza Azteca, con densidad de población de 25 plantas m^{-2}, una biomasa de 1737 gm^{-2}; rendimiento de semilla 183 g m^{-2}, con índice de cosecha de 10% y longitud de panícula de 61 cm, bajo régimen de lluvia (474 mm). La producción de biomasa de un cultivo, está en función de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) incidente y en particular de la radiación interceptada (RI). Esta última depende de la distribución en el dosel, del número de hojas, ángulo de inserción foliar y área foliar (Escalante *et al*., 2017). Así, para buscar incrementar la biomasa y el rendimiento de semilla, es necesario conocer la distribución del número de hojas, área foliar y su influencia en la radiación interceptada del amaranto. Los objetivos del presente estudio fueron investigar en amaranto: a) el perfil de distribución en el dosel del número de hojas, área foliar, radiación interceptada y transmitida; b) sí el área foliar está determinada por el número de hojas; c) el perfil de la radiación transmitida e interceptada en el dosel y el modelo que describe este comportamiento; y d) Sí la radiación interceptada está determinada por el área foliar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 2018 en el campo experimental del Colegio de Postgraduados, campus Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México, México (19° 28’ N, 98° 53’ O, a 2250 m de altitud), bajo condiciones de lluvia estacional en verano. El clima es templado (García, 2005), temperatura media

anual de 15.4 °C y precipitación media anual de 512 mm; con periodo libre de heladas de 170 días. Los primeros 30 cm del suelo presentan textura arcillo-limosa, con pH de 7.6, conductividad eléctrica de 1.9 dSm^{-1}, 3.5% de materia orgánica y contenido de N inorgánico de 12 (mg Kg^{-1}). La siembra del amaranto raza Azteca, se realizó el 23 de marzo, a la densidad de 3.12 plantas m^{-2} (0.8*0.3 cm) y la cosecha el 20 de agosto (ciclo de 150 días). En cinco plantas de amaranto cuyo dosel se separó en estratos de cada 30 cm a partir de la base hasta la panícula, se midió el perfil del número de hojas (NH), puesto que tienen valor comercial, el área foliar (dm^2, AF) mediante un integrador de área, transmisión de luz (mediante un sensor lineal de quantum (μE m^{-2} s^{-1}), la radiación interceptada (RI,%) por estrato mediante el planteamiento: RI (%) = [(Radiación incidente - radiación trasmitida) / radiación incidente] *100. A la madurez fisiológica, se registró la altura de la planta (cm), la acumulación de materia seca (g) y su distribución (%) en cada estructura de la planta, la longitud y ancho de la panícula (cm) y el rendimiento de semilla. Se buscó el mejor modelo de ajuste para la distribución de la radiación solar, número de hojas y el área foliar mediante el paquete Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil de número de hojas, área foliar y radiación fotosintéticamente activa.

El número de hojas y el área foliar en el dosel vegetal mostraron una distribución similar. En las Figuras 1 y 2, se observa que el menor NH y AF, se presentan arriba de los 175 cm y en los primeros 50 cm del dosel. Los valores más altos se concentraron entre los 100 y 150 cm de altura de la planta. El AF estuvo determinada en un 87% por el NH (Figura 3).

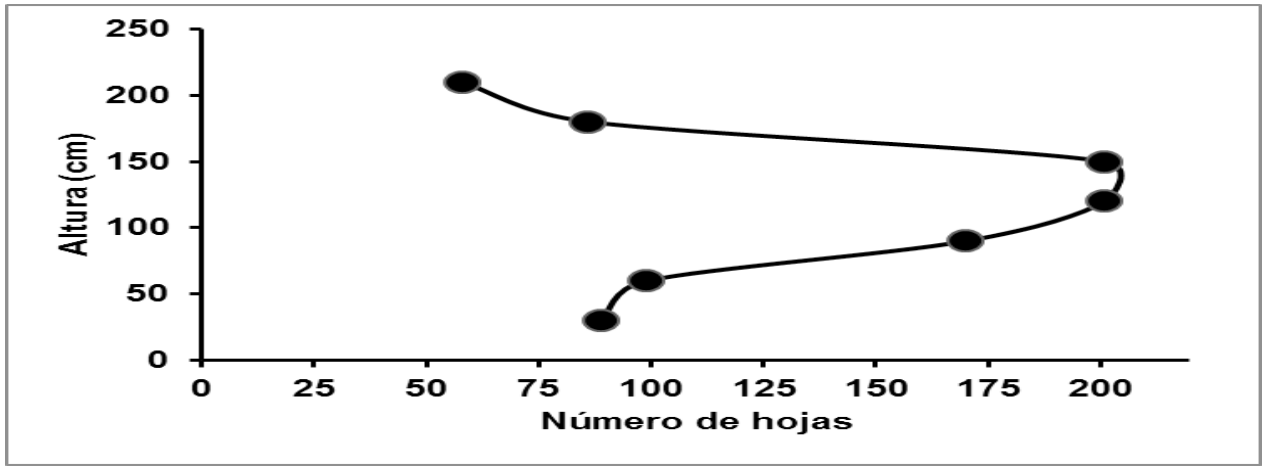


Figura 1. Perfil del número de hojas en el dosel vegetal de *Amaranthus hypochondriacus* L. tipo Azteca. Montecillo, Mpio de Texcoco, Estado de México, México. Verano 2018. Datos por planta.

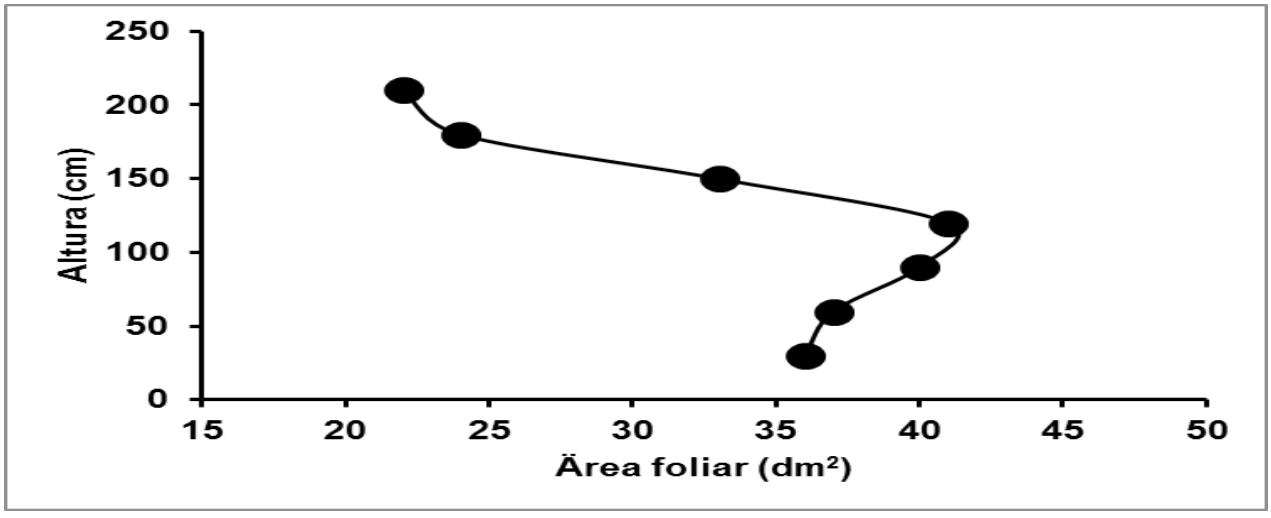


Figura 2. Perfil del área foliar en el dosel vegetal de *Amaranthus hypochondriacus* L. tipo Azteca. Montecillo, Mpio de Texcoco, Estado de México, México. Verano 2018. Datos por planta.

La transmisión de RFA fue más alta en los estratos superiores del dosel y fue reduciendo hacia la parte inferior de la planta, siguiendo una tendencia que se ajustó a un modelo de tipo exponencial (Figura 4). Tendencias semejantes han sido reportadas en girasol por Escalante *et al.* (2016).

La radiación interceptada por el dosel para los estratos estudiados, siguió un patrón contrario en relación a la altura de la planta, de tal forma que la mayor RI correspondió a los estratos inferiores y fue más baja hacia la parte superior del dosel vegetal. El modelo que describe esta tendencia fue del tipo cuadrático o polinomio de segundo grado (Figura 5).

Relación radiación interceptada y área foliar.

El área foliar y la radiación interceptada presentaron una relación directa que fue de tipo lineal y que responde al modelo RI = - 32 + 3.2 AF, con R^2 = 0.99 (Figura 6). Esto indica que por cada dm^2 de AF que se incremente se tendrá un incremento en 3.2% de RI. Para captar mayor RFA se requiere mayor AF y para lograr una RI más alta se requiere incrementar el AF.

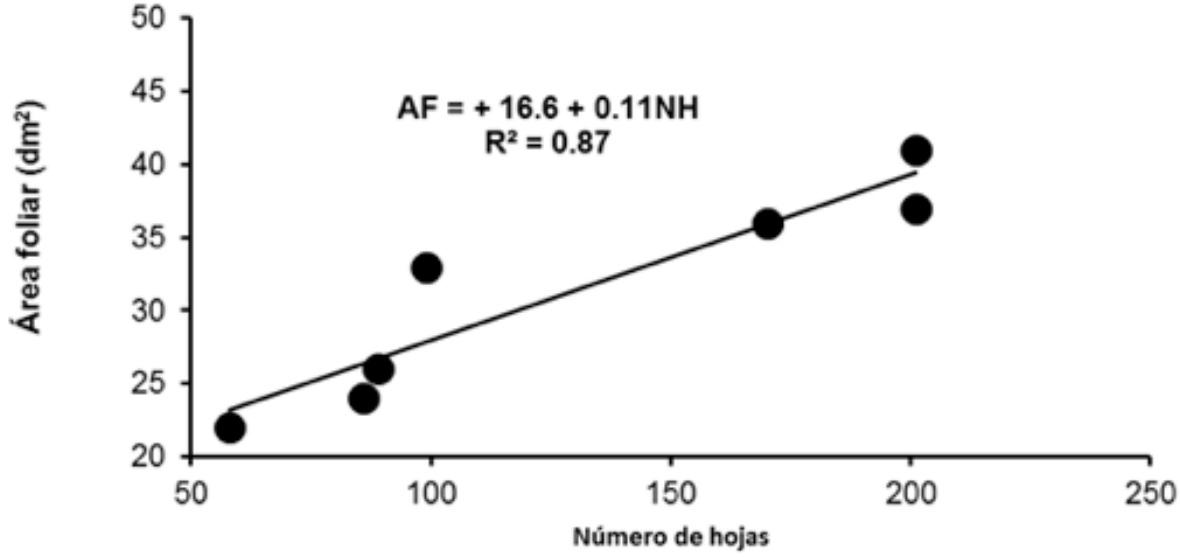


Figura 3. Relación área foliar y número de hojas de *Amaranthus hypochondriacus* L. tipo Azteca. Montecillo, Mpio de Texcoco, Estado de México, México. Verano 2018. Datos por planta.

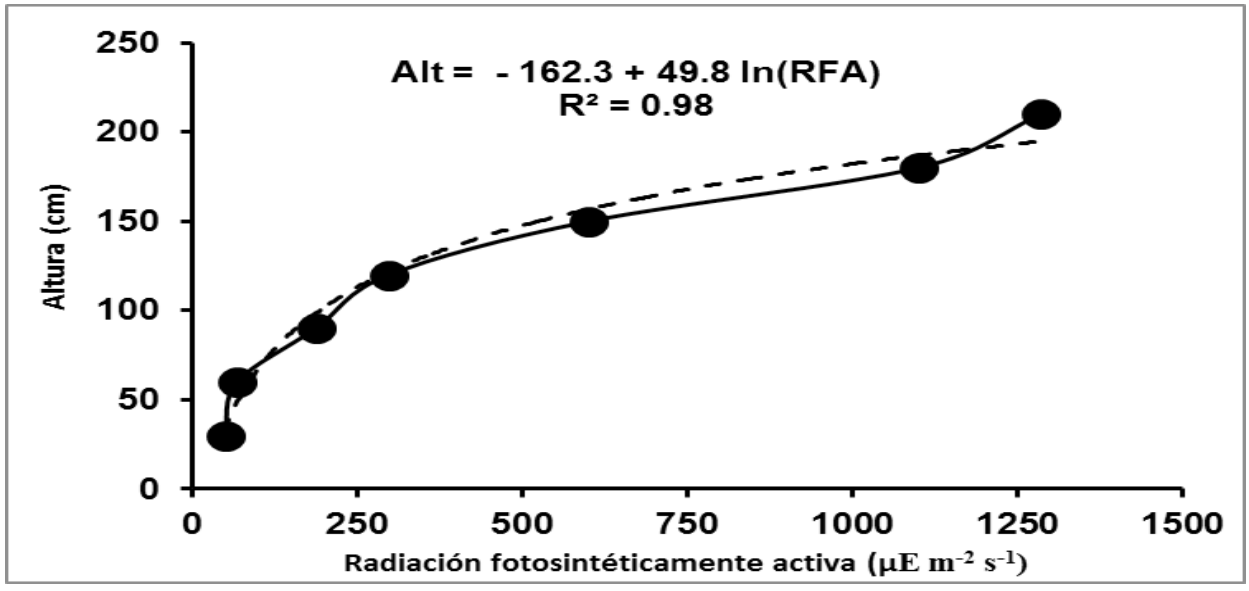


Figura 4. Perfil de radiación fotosintéticamente activa transmitida en el dosel vegetal de *Amaranthus hypochondriacus* L. tipo Azteca. Montecillo, Mpio. de Texcoco, Estado de México, México. Verano 2018. Datos por planta.

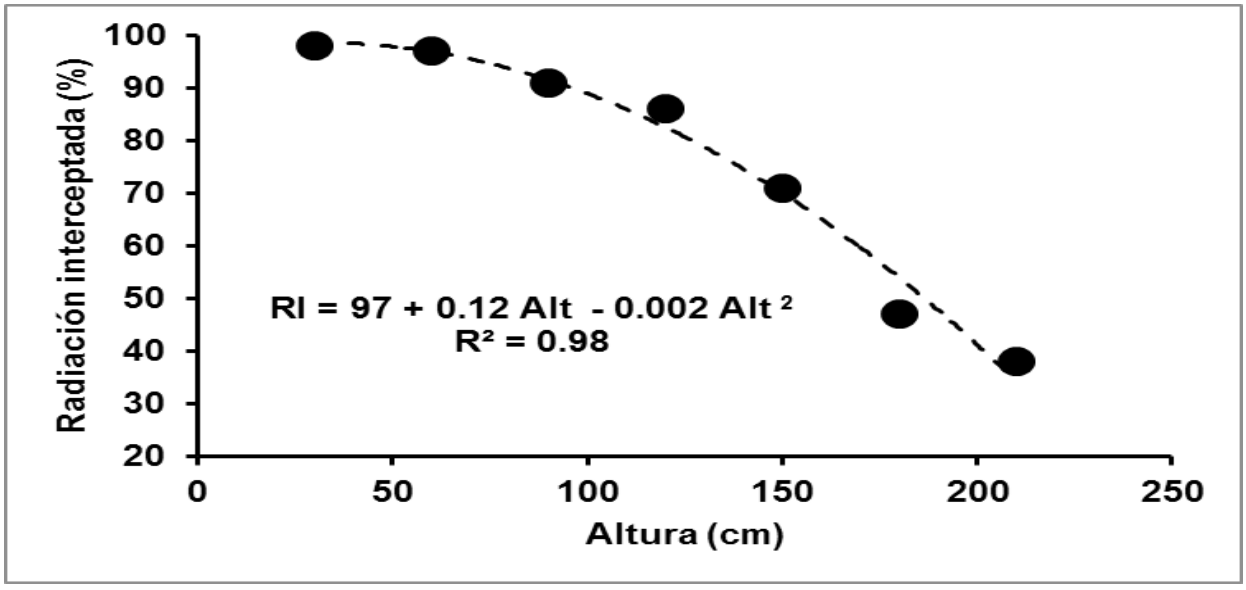


Figura 5. Perfil de radiación fotosintéticamente activa interceptada por el dosel vegetal de *Amaranthus hypochondriacus* L. tipo Azteca. Montecillo, Mpio de Texcoco, Estado de México, México. Verano 2018. Datos por planta.

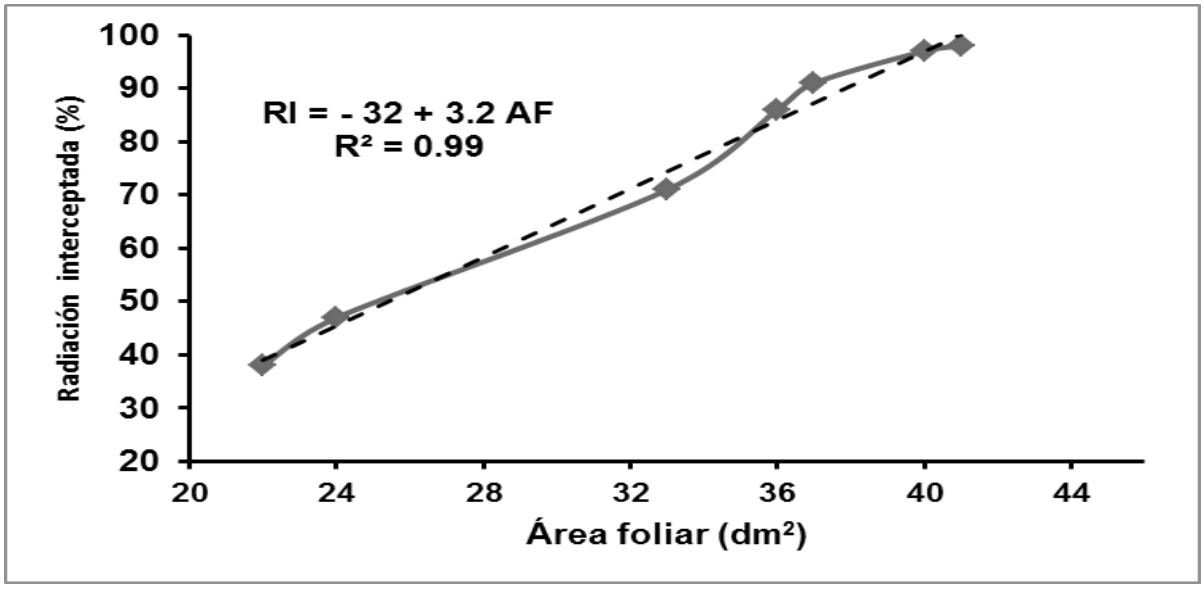


Figura 6. Relación entre radiación interceptada y el área foliar de *Amaranthus hypochondriacus* L. tipo Azteca. Montecillo, Mpio de Texcoco, Estado de México, México. Verano 2018. Datos por planta.

El estudio de la RI es de importancia porque es un estimador de la producción de materia seca en cultivos como girasol (Escalante *et al*., 2016).

A la cosecha la planta alcanzó una altura de 280 cm desde la base al ápice de la panoja, la longitud y ancho medio de la inflorescencia fue de 85 y 40 cm, respectivamente.

CONCLUSIONES

En *Amaranthus hypochondriacus* L. tipo Azteca, el perfil de distribución del número de hojas y del área foliar es similar. Los valores más altos de área foliar se presentan entre los 100 y 150 cm de altura del dosel. El número de hojas es un estimador del área foliar. La radiación transmitida y la interceptada en el dosel presentan una distribución que se ajusta a un modelo exponencial y de polinomio de segundo grado, respectivamente. La radiación interceptada está determinada en 99% por el área foliar del dosel.

REFERENCIAS

Arellano Vázquez J.L. y Galicia Franco J.A. 2007. Rendimiento y características de planta y panoja de amaranto en respuesta a nitrógeno y cantidad de semilla. Agricultura Técnica en México 33 (3):251-258.

Díaz Ortega Araceli C**.,** J. Alberto Escalante Estrada, Antonio Trinidad Santos, Prometeo Sánchez y David Martínez Moreno. 2004. Rendimiento, eficiencia agronómica del nitrógeno y eficiencia en el uso del agua en amaranto en función del manejo del cultivo, Terra Latinoamericana 22:109-116.

Escalante-Estrada, José Alberto Salvador, Rodríguez-González, María Teresa y Escalante-Estrada, Yolanda Isabel. 2016. Modelos empíricos que estiman la biomasa en función de la radiación interceptada y el índice de área foliar en girasol. En: D. Sepúlveda F. Pérez, D. Sepúlveda R, Flores D. R. Salazar, L. Godínez (Directores). Ramos Escamilla María (Editor) Matemáticas aplicadas. Una aproximación a las Ciencias Sociales y Naturales. Handbook T-I.-©ECORFAN, Texcoco de Mora, México, 2016. ISBN-978-607-8324-67-5. http://www.ecorfan.org/handbooks/

Escalante-Estrada, José Alberto Salvador, Rodríguez-González, María Teresa y Escalante-Estrada, Yolanda Isabel. 2017. Modelos que describen la distribución del rendimiento, sus componentes y radiación solar en ayocote en espaldera de tripie. En: F. Pérez, D. Sepúlveda, R. Salazar, D. Sepúlveda (eds.) Ciencias Matemáticas aplicadas a la Agronomía. Handbook T-I.-©ECORFAN, Texcoco de Mora, México, 2017. ISBN-978-607-8534-34-0. http://www.ecorfan.org/handbooks/

García E.L. 2005. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen 4ª (ed). Universidad nacional Autónoma de México (UNAM). D.F. México, 217 p.

SIAP. 2016. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do. Consultado el 24 de agosto 2018.

RETAINING SOIL NUTRIENTS WITH CHARRED AMARANTH CHAFF

Sharma, Priyanka[1]; Sumner, Walton[2]*; Bardhan, Sougata[1]

[1]University of Missouri Department of Agroforestry, Columbia, MO, USA
psr98@mail.missouri.edu; bardhans@missouri.edu
[2] Amaranth Institute, St. Louis, MO, USA
wsumner@wustl.edu

Eje temático: 2
País: USA
Palabras clave: Biochar, soil health.

INTRODUCTION

People who depend on crops raised on nutrient-depleted soils may experience adverse health effects. Rainwater leaching and row crop harvests steadily deplete topsoil of nutrients. Nutrients are replaced very slowly by natural processes or incompletely by crop rotation. Charcoal or biochar dust mixed into soil reduces nutrient loss and irrigation requirements. Charcoal production requires pyrolysis at relatively low temperatures (300°C), and typically uses wood as both substrate and fuel, but wood is scarce in dryland settings. Biochar production requires higher temperatures (500°C) to obtain additional chemical changes that optimize cation exchange capacity in the product. Rice husks have been used as a substrate for making biochar (Armynah, Atika, Djafar, Piarah, Tahir 2018), but growing rice requires wetlands. We therefore are testing amaranth chaff as a substrate for making an affordable charcoal soil amendment.

MATERIALS AND METHODS

Amaranthus cruentus varieties were grown in Hillsboro, MO, USA. Panicles were harvested, dried, and threshed. Threshed material was winnowed using an open source vacuum-powered winnowing machine (The Real Seed Collection Ltd). Chaff was placed in steel cans and pyrolyzed in wood burning stoves or open fires. Oak saw dust and spent coffee grounds were similarly pyrolyzed. Commercially prepared pine wood biochar was obtained for comparison. These four amendments were charged with compost tea and terra charge. Potting soils were mixed w/w to 10% biochar, 10% compost, 40% sand, and 40% soil in half-gallon pots. Jalapeño peppers (*Capsicum annuum longum*) and marigolds (*Tagetes patula*) were planted in the pots. Total biomass will be measured and biochar, soil, and plant tissue chemical analyses are planned.

RESULTS AND DISCUSSION

Machine winnowing recovered very large volumes of extremely fine, lightweight amaranth chaff. Pyrolysis in wood fires reduced mass of substrates by about 50%, consistent with a charcoal pyrolysis

temperature. Similar pyrolysis temperatures were likely involved in generating terra preta in South America (0 - 1200AD (Neves, Petersen, Bartone, Da Silva, 2003)) and charcoal in the southern United States (1750 - 1860 AD (Todd, 1868)), yet both processes generated charcoal dust that seemingly sequestered carbon and enhanced soil productivity for extended periods. Although the process described adds only tiny amounts of elemental carbon to the soil each year, a portion of that carbon is captured indefinitely, and a meaningful cumulative effect should occur over the course of a decade, even without other biochar sources.

CONCLUSIONS

Amaranth chaff is a dryland resource that is easily recovered with winnowing machines. It can be pyrolyzed in small or large batches to create a charcoal dust that may be useful as a biochar soil amendment, without adding to demand for wood fuel in dryland areas. Like other high carbon amendments, it should be soaked in compost tea, mammalian urine, or liquid fertilizer prior to mixing into soil. This process could improve soil fertility, reduce fertilizer costs, reduce irrigation needs, and sequester carbon.

REFERENCES

Armynah B, Atika, Djafar Z, Piarah WH, Tahir D (2018) Analysis of Chemical and Physical Properties of Biochar from Rice Husk Biomass. *Journal of Physics*: Conference Series 979 012038

Neves EG, Petersen JB, Bartone RN, Da Silva CA (2003) Historical And Socio-Cultural Origins Of Amazonian Dark Earths. In Lehmann, J, et al. (eds.), *Amazonian Dark Earths: Origin, Properties, Management* (pp 29-50). Kluwer Academic Publishers.

The Real Seed Collection Ltd. Open-Source, DIY Seed Cleaner Plans. Retrieved from http://www.realseeds.co.uk/seedcleaner.html on August 29, 2018

Todd, SE. (1868) *The American Wheat Culturist. A Practical Treatise on the Culture of Wheat.* (pp 228-231) New York, Taintor Brothers

RENDIMIENTO Y VOLUMEN DE EXPANSIÓN DE GRANO DE VARIEDADES MEJORADAS DE AMARANTO PARA VALLES ALTOS DE PUEBLA

Ortiz-Torres E.[1]*, Argumedo-Macías A.[1], García-Perea H.[2], Meza-Varela R.[2], Bernal-Muñoz R.[2] y Taboada-Gaytán O. R.[1]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No.205. Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, 72760, México. *Correo-e: enriqueortiz@colpos.mx
[2]Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala. km 7.5 Carr. Federal San Martín-Tlaxcala, San Diego Xocoyucan, Tlaxcala, 90122, México.

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: *Amaranthus hypochondriacus*, México, renventado, estabilidad.

INTRODUCCIÓN

La zona productora de grano amaranto se concentra en la parte central de México en especial en el estado de Puebla. En el año de 2016 el estado de Puebla concentró 46 % de la superficie cosechada del cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en México (SIAP, 2017). En esta región las variedades usadas son mayormente poblaciones locales, aun cuando existen variedades mejoradas obtenidas por algunas instituciones y recomendadas para diversas regiones. En México el amaranto se consume principalmente como grano reventado o expandido (Escobedo-López *et al*., 2012). Para la producción comercial y rentable de amaranto es necesario contar con variedades con alto rendimiento de grano y alto volumen de expansión de grano reventado. El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento y expansión de grano, y la estabilidad de ambas características, de 10 variedades de amaranto en cinco localidades de los Valles Altos de Puebla, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron siete variedades mejoradas: Nutrisol, Revancha, Laura, Gabriela, Diego, Areli y PQ2. Los testigos fueron dos poblaciones locales identificadas como C30 y C2, y la población del agricultor cooperante (CrPr) donde se estableció cada ensayo. Las evaluaciones en campo se establecieron en Santiago Tochimizolco, San Miguel Tecuanipan y San Andrés Calpan en 2014 y en San Lorenzo Chiautzingo y Ciudad Serdán en 2015. Todas lo sitios ubicados en el estado de Puebla, México. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones en cada localidad. Las variables medidas fueron rendimiento de grano (REND) y volumen de expansión de grano reventado (VEXP). Se realizó análisis de varianza combinado a través de localidades y una prueba de comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), mediante el procedimiento GLM del programa SAS versión 9.0 (SAS Institute, 2004). Adicionalmente, se realizó un análisis de estabilidad para REND y VEXP mediante el modelo AMMI, conforme a Crossa *et al*. (1990). Para el cálculo se empleó el programa de SAS descrito por Vargas y Crossa (2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró en REND y VEXP diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre variedades, localidades y en la interacción variedades × localidades. Las variedades sobresalientes en REND ($P \leq 0.05$) fueron C30, Laura, C2, CrPr y Nutrisol, con 3439, 3272, 3020, 2885 y 2847 kg ha^{-1}, respectivamente. La variedad con menor rendimiento fue Revancha (1382 kg ha^{-1}).

En VEXP, la población C2 fue la mejor variedad con un promedio de 10.0 mL g^{-1}. Un segundo grupo lo formó CrPr, C30, Gabriela, Areli, Laura y Diego, con promedios entre 8.6 y 9.0 mL g^{-1}; el promedio más bajo lo presentó la variedad Revancha con 7.6 mL g^{-1}.

El análisis AMMI de REND mostró que las variedades más estables fueron Laura y Diego; de estabilidad intermedia PQ2, Nutrisol y Gabriela. Las variedades menos estables fueron Revancha, C2, C30 y Areli.

El análisis AMMI de VEXP reveló que fueron estables Laura, Gabriela y Nutrisol; fueron de estabilidad intermedia C2 C-30, Areli y Diego PQ2; y finalmente Revancha fue inestable.

Si se considera únicamente la variable REND y se desea tener variedades de alta productividad a través de un amplio rango de condiciones ambientales (Ferrerira *et al*., 2006), la mejor variedad fue Laura debido a que mostró estabilidad y alto rendimiento de grano en los diferentes ambientes de evaluación. En segundo lugar está Diego que fue estable, pero de rendimiento promedio. Las poblaciones C30 y C2 fueron inestables, pero con alto rendimiento y presentaron adaptación a las localidades Tochimizolco y Chiautzingo.

CONCLUSIONES

La mejor variedad mejorada fue Laura ya que presentó alto REND, aceptable VEXP y estabilidad en REND y VEXP.

La población C2 puede ser una alternativa para la zona de Tochimizolco y Chiautzingo debido a que presentó alta adaptación a esta zona expresada por su alto rendimiento de grano y mayor VEXP.

REFERENCIAS

Crossa J., H. G. Gauch and R. W. Zobel (1990) Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. Crop Science 30:493-500.

Escobedo-López D., A. V. Garay y L. G. Campos S. (2012) Formas de consumo del amaranto en México. In: Amaranto: Ciencia y Tecnología. Libro Científico No 2. E. Espitia R. (ed.). INIFAP/ SINAREFI. México, D. F. pp:341-354.

Ferreira D. F., C. G. B. Demétrio, B. F. J. Manly, A. A. Machado and R. Vencovsky (2006) Statistical models in agriculture: biometrical methods for evaluating phenotypic stability in plant breeding. Cerne 12:373- 388.

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2017) Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA. Ciudad de México. http://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119 (Abril 2017).

SAS Institute (2004) SAS/STAT Version 9.1. User´s Guide. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 5121 p.

Vargas H. M. y J. Crossa (2000) El Análisis AMMI y la Gráfica del Biplot en SAS. CIMMYT. México, D. F. 42 p.

ABONOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y DESARROLLO DEL AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) EN EL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO, PUEBLA, MEXICO

Oliver Guadarrama, R.[1]*; Granjeno-Colín, A. E.[1];, Bahena Galindo M. E.[1]; Ariza Flores B. F.[2] y Vásquez Ortiz R.[3]

[1]Laboratorio de Edafoclimatología. Departamento de Biología Vegetal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa. 62209 Cuernavaca, Morelos, México. Tel. (777) 3 29 70 29 ext. 3221. *Correo-e: olivergr@uaem.mx. [2]Productor de Tochimilco, Puebla e [3]Investigador de oleaginosas anuales, Campo Experimental Iguala, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: abonos, rendimiento, amaranto, suelos.

INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica ha tenido un desarrollo e impacto económico y social espectacular en nuestro país (Gómez, 2004; CIESTAAM, 2005); actualmente México ocupa el 1er lugar como país productor de café orgánico certificado y figura dentro de los primeros 20 países con mayor superficie destinada a este tipo de agricultura; es importante mencionar que los productores orgánicos más relevantes a nivel nacional son aquellos provenientes de grupos étnicos o indígenas, ya que ellos representan más del 50% del total de productores orgánicos del país, los cuales enriquecen las prácticas orgánicas modernas con su conocimiento milenario y sus tradiciones. El cultivo de amaranto posee propiedades nutricionales extraordinarias; es 100% comestible dada la composición química de todas la planta, 99% digerible por su bajo contenido de gluten lo que lo hace apto para el consumo de personas celiacas (Taboada *et al,* 1999; Hernández y Herrerías, 1998); su follaje es excelente debido a que sus hojas son ricas en proteína, vitaminas y minerales como el hierro, calcio y fósforo; sus semillas son abundantes y puede ser aprovechado como alimento desde su germinado hasta el momento de la cosecha del grano; con sus semillas puede obtenerse harina que puede usarse para una gran variedad de platillos económicos y nutritivos (Taboada *et al,* 1999; Hernández y Herrerías 1998). Este cultivo ya es considerado básico por tener entre otras cosas un magnifico potencial de alto rendimiento, pues supera los 1500 kg por hectárea; siendo así que con una superficie de 200 m^2, una familia puede obtener alimento para todo el año (Hernández y Herrerías 1998); constituye también una fuente importante de empleos tanto en el proceso de producción como en la comercialización, ya que su demanda actual supera por mucho su producción (Taboada *et al,* 1999 y Taboada *et al.* 2003). Su cultivo es considerado una excelente opción para la obtención de una importante fuente nutricional, de bajo costo y pocas exigencias para países subdesarrollados; esto se sustenta en el hecho de que se ha reportado que el amaranto responde favorablemente a la aplicación de abonos orgánicos, que además de resultar más económicos que los fertilizantes químicos convencionales, permiten la temprana emergencia de las plántulas (Morales *et al,*1989) y la obtención de rendimientos similares y en algunos caso superiores a los obtenidos con fertilizantes químicos como la urea y el sulfato de amonio, oscilando entre 1.6 tonelada / hectárea (ton/ha) y 2.3 ton/ha, dependiendo de la zona en la que se lleve a cabo el cultivo (Oliver *et al.* 2002). A pesar de sus bondades,

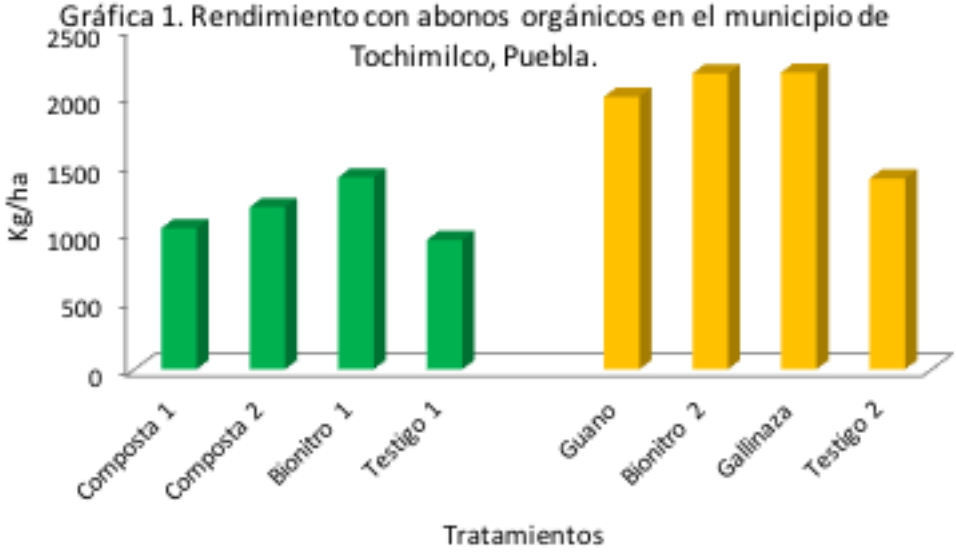
su consumo y producción ha ido disminuyendo con el tiempo hasta casi desaparecer; sin embargo, hoy en día, la agricultura orgánica permite dar a conocer al mundo las cualidades del amaranto mexicano, fomentar su consumo, aumentar el rendimiento del cultivo, mejorar las características del suelo, disminuir el impacto ambiental de la agricultura convencional y por supuesto, aumentar los ingresos y la calidad de vida de los productores amaranteros (Hernández y Herrerías, 1998; Beltrán 2005). Los objetivos del trabajo son: Evaluar y comparar el rendimiento del grano de amaranto con diferentes abonos orgánicos: Compostas, bionitro, guano, gallinaza y evaluar el efecto del abono orgánico en el desarrollo de la planta, así como las características físicas y químicas de los suelos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en el municipio de Tochimilco, ubicado en la parte Centro-oeste del estado de Puebla; se ubica a los paralelos 18º 49' LN y 98º 31› LW a una altura de 2,072 msnm. Las unidades experimentales fueron dos terrenos en terrazas con un área total de 1400 m^2 c/u, divididas en 10 parcelas iguales de 140 m^2, en un suelo Cambisol, apto para actividades agrícolas y con respuesta positiva a la aplicación de fertilizantes orgánicos. Los terrenos se preparon durante los primeros días del mes de enero de 2014, empleando las malezas que se establecieron del período anterior como abono verde. Se efectuó la rastra a mediados del mes de abril; con esta actividad integra la maleza al suelo para su aprovechamiento. La rastra y el barbecho se realizaron con ayuda de un tractor de tres discos con la finalidad de "aflojar la tierra". A principios del mes de junio se surcó con un peón y su yunta de dos animales; cada parcela tuvo 10 surcos de 80 cm de grosor y separación de 20 centímetros, quedando preparado el terreno. La siembra se llevó a cabo en el mes de junio y se realizó de la manera tradicional conocida como mateado cada 30 centímetros de manera manual; la fertilización con compostas y gallinaza se efectuó en dos momentos, el primero a los 30 y 60 días después de la siembra de acuerdo con la práctica tradicional de los agricultores. El bionitro y guano fue una sola aplicación a los 53 días después de la siembra. Para evaluar el efecto del fertilizante sobre el rendimiento se midieron 20 plantas de cada parcela, seleccionadas al azar; mismas que fueron marcadas con una etiqueta metálica. para evaluar las variables; altura de la planta, altura de panoja y longitud de la panoja. Se realizaron dos muestreos de suelo, el primero antes de la siembra y el segundo después de la cosecha; se analizaron las muestras edáficas con la técnica NOM-021. SEMARNAT. 2001.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en las dos parcelas, muestran que al aplicar la gallinaza se obtiene más de 2 ton/ha, seguido de bionitro y guana con 2.3 ton/ha, en la parcela 2; sin embargo en la parcela 1, aplicando bionitro se obtiene más de 1.5 ton/ha, seguido de las composta con 1.3 ton/ha, en ambos testigos se obtiene más de 1 ton/ha, esto último debido a que el productor tiene varios años aplicando abonos orgánicos. (Grafica 1).



Respecto a las variables botánicas las alturas de las plantas fueron de más de 250 cm, prácticamente en todos los tratamientos, en la parcela 1; en la parcela 2 alcanzaron alturas menores a 200 cm, en todos los tratamientos; la altura de las panojas se encuentra en un rango entre 50 y 100 cm, en ambas parcelas, destacando por su cobertura de panoja las de la primera parcela, donde se aplicó composta. (Grafica 2).

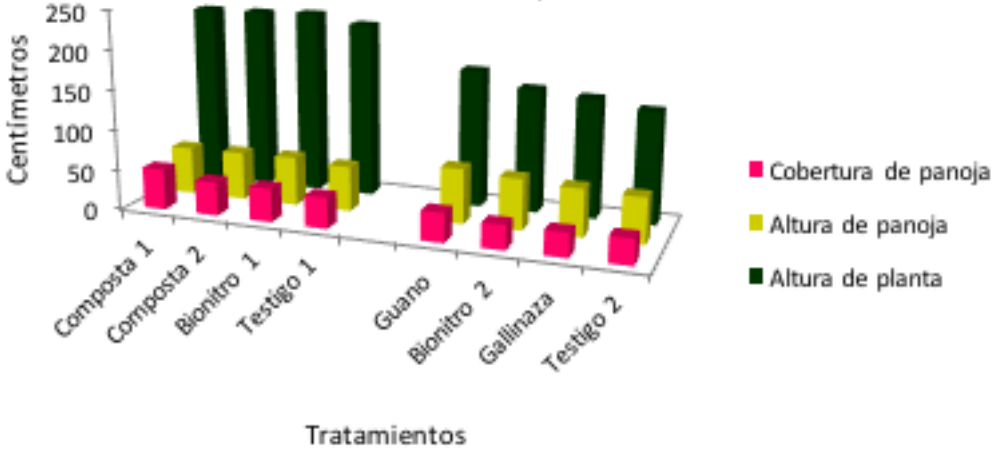
Los resultados de los análisis de suelos de las parcelas, muestran que las características físicas no mostraron cambios, sin embargo las características químicas que destacan son la materia orgánica, carbono y nitrógeno, los cuales después de cosechado el amaranto, se tienen datos aceptables, destacando la gallinaza y el guano. (Cuadro 1).

Castellanos *et al. (*2000), mencionan que se requiere de un mínimo de tres años de fertilización orgánica constante para que se manifiesten las cambios de la estructura edáfica de los suelos tratados; por lo que los resultados obtenidos en los parámetros físicos y químicos son aceptables. Se sugiere continuidad en la utilización de abonos orgánicos que permita registrar cambios edáficos relevantes en el suelo de la parcela experimental de Tochimilco, a mediano plazo y largo plazo.

CONCLUSIONES

Los rendimientos obtenidos para cada uno de los tratamientos orgánicos coincidieron con la media de rendimiento registrada para el municipio de Tochimilco (2.0 t/ha) y también con la media estatal de Puebla (De 1.8 a 2.1 t/ha). La gallinaza, el guano, el bionitro y las compostas resultaron abonos orgánicos adecuados para el cultivo del amaranto ya que aumentan el rendimiento y conservan las características químicas del suelo. Los resultados de los análisis de las variables botánicas altura de planta, altura de panoja y diámetro de panoja arrojaron diferencias dependiendo del abono utilizado, sin embargo todos los abonos coadyuvan para plantas más altas, panoja diámetros de panoja mayores. La unidad de suelo donde se realizó este trabajo fue

Gráfica 2. Datos botánicos de amaranto con abonos orgánicos en Tochimilco, Puebla.



Cuadro 1. Resultados de características químicas del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla.

		Abonos orgánicos				
Profundidad (cm)	**Resultados presiembra**	**composta**	**guano**	**bionitro**	**gallinaza**	**testigo**
		Materia Orgànica (%)				
0-30	1.0	1.5	1.06	0.96	1.28	1.14
		Carbono (%)				
0-30	0.52	0.8	0.63	0.44	0.73	0.61
		Nitrógeno (%)				
0-30	0.004	0.2	0.27	0.23	0.031	0.031

cambisol, mismo que también ocupa la mayor parte de la zona amarantera del estado de Puebla, por lo que se concluye que los cambisoles son suelos aptos para el cultivo de amaranto si se siguen las practicas adecuadas de fertilización.

REFERENCIAS

Alvarado, M. S.V. y De la Rosa, T. L. (2007). Tecnología de producción orgánica de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) en el municipio de Atzizihuacán, Puebla. Proyecto de producción orgánica de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) en los municipios de Atzizihuacán y Tochimilco, Estado de Puebla. SADI S.C. México.

Beltrán, S. J. A. (2005). Producción de amaranto *Amaranthus hypochondriacus L.* fertilizado con gallinaza en Huazulco, Morelos. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Castellanos, J. Z., Uvalle-bueno,J. X y Aguilar-Santelises, A. (2000). Manual de interpretación de análisis se suelos y Aguas. Instituto de capacitación para la productividad agrícola. INICAPA. Celaya, Guanajuato. México. 226 p.

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y Agricultura Mundial (CIESTAAM), de la Universidad Autónoma Chapingo. (2005). Sistema de seguimiento e información de la agricultura orgánica de México.

Hernández, García D. R. y Herrerías, Guerra G. (1998). Amaranto: Historia y Promesa. En: Horizonte del Tiempo vol. 1. Patrimonio Histórico de Tehuacán A.C.

Morales, P. J., D. J. Granados S. y J. Martínez H. (1989). Respuestas del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus L.*) a la fertilización química y orgánica en condiciones de temporal en dos áreas del estado de Tlaxcala. En: El amaranto (*Amaranthus spp*.) su cultivo y su aprovechamiento. Colegio de Posgraduados. Montecillo. México. p. 152 – 174.

Oliver, R. G, M. Taboada, S., Barreto, P. (2002). Evaluación de dos sistemas de producción de amaranto en el municipio de Temoac, Morelos. XIV Encuentro nacional de investigación científica y tecnológica del Golfo de México. Universidad Cristóbal Colón, Veracruz, México.

Taboada, M., Oliver, G., Granjeno, A., Bahena, M. (1999). Amaranto: cultivo altamente sustentable en el Estado de Morelos. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.

Taboada, M., Oliver, R. Barreto, M. y Bonilla, F. (2003). Cultivo del Amaranto en el Mpo. de Temoac, Morelos, México. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.

EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL INTERCAMBIO GASEOSO, RELACIONES HÍDRICAS Y RENDIMIENTO DE *Amaranthus cruentus* L. ESTABLECIDO EN CHILE CENTRAL

Flores Martín[1], Márquez Juan[1], Silva Herman[1], Silva Paola[1], Baginsky Cecilia[1]

[1]Depto. Producción Agrícola, Fac. Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Casilla 1004, Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile. Correo-e:mail: cbaginsk@uchile.cl.

Eje temático: 2
País: Chile
Palabras clave: Amaranto, eficiencia en el uso del agua, ajuste osmótico.

INTRODUCCIÓN

El Amaranto presenta una gran adaptación a diversos ambientes, siendo un cultivo capaz de crecer en regiones semiáridas proclives a sequía y estrés salino (Omamt et al., 2006). Es una especie que presenta un metabolismo tipo C_4, con valores de capacidad fotosintética que alcanzan los 70,4 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} y una eficiencia del uso del agua instantánea de 4,19 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} /mmol H_20 m^{-2} s^{-1} (Escalante et al., 2008). Frente a condiciones de sequía severa, el amaranto disminuye su tasa de transpiración y conductancia estomática (Liu and Stützel, 2002), siendo capaz de mantener su turgencia celular en condiciones deficitarias de agua y de recuperarse una vez que las plantas han llegado al punto de inicio de plasmólisis y han sido nuevamente hidratadas (Aguilar-Hernández et al., 2012). Una probable explicación podría ser el aumento en la concentración de solutos o ajuste osmótico, lo que permite generar un gradiente de potencial hídrico raíz-suelo que facilita a la planta seguir absorbiendo agua y mantener los procesos turgo dependientes (Hsiao et al., 1976). Liuy y Stützel (2002), demostraron que el Amaranto tiene la capacidad de ajuste osmótico, observándose en *Amaranthus cruentus* L valores de 1,24 MPa, además encontraron una relación positiva entre los genotipos de mayor valor de ajuste osmótico y la materia seca producida bajo estrés. Frente a condiciones deficitarias de agua, las plantas de Amaranto presentan disminución de crecimiento y aumento en la eficiencia del uso del agua (Omamt et al., 2006). Estudios realizados en quinoa, especie de la misma familia del amaranto, demuestran que las plantas al estar bajo un riego deficitario durante las primeras etapas de desarrollo, logran mejores rendimientos en grano que las que no han sufrido este estrés, lo cual estaría asociado a diversas estrategias de adaptaciones que le permiten el crecimiento y aumentar el tamaño y peso de sus granos (Mamani, 2007). Por lo tanto, se postula para el presente trabajo que *Amaranthus cruentus* L. es tolerante a condiciones de estrés hídrico mediante mecanismos fisiológicos adaptativos que le permite mantener altos rendimientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la zona Central de Chile, estableciéndose el cultivo a través del sistema de almacigo y trasplante. La plantación se llevó a cabo a mediados de octubre con plantas en estado de 4 hojas verdaderas establecidas en un marco de plantación de 0,7 m de distancia entre hileras y 0,1 m sobre la hiera.

Una vez que las plantas llegaron al estado de inicio de emisión de panoja, se iniciaron los tratamientos hídricos los que correspondieron a cuatro niveles de riego: 100, 60, 30 y 0% de la evapotranspiración del cultivo (ETc), establecidos bajo un diseño estadístico de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El riego se aplicó mediante goteo y la demanda hídrica se determinó en base a la ETc. El mismo día que se iniciaron los tratamientos, se comenzó con las mediciones de intercambio gaseoso con el uso de un IRGA que permite medir fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática e inferir valores de eficiencia instantánea (F/T) y eficiencia intrínseca (F/CE) de uso de agua. Las relaciones hídricas evaluadas, en términos de potencial hídrico a nivel foliar, se obtuvieron a partir de mediciones hechas con una cámara a presión (Scholander et al., 1965), la que permite además, obtener curvas presión -volumen (P-V). A través del análisis de las curvas P-V fue posible inferir respuestas de tipo ecológico-adaptativas a nivel de la planta o el cultivo. Estas respuestas estarían asociadas con la capacidad de ajuste osmótico en términos de potencial de solutos a turgor máximo (Ψstm), respuesta clave determinante en la mantención del turgor celular (Ψp) (Bartlet et al., 2012; Silva et al., 2018)

Una vez que el cultivo alcanzó la madurez fisiológica, se obtuvieron datos de biomasa total aérea, rendimiento, índice de cosecha (IC) y componentes del rendimiento. Además, al finalizar el período experimental se determinó la eficiencia en el uso del agua o productividad del agua (EUA) para biomasa y rendimiento en granos en relación al monto total de agua aplicado expresada en kg m^{-3}.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los montos de agua aplicados durante el periodo experimental, fueron 2.329, 1.501, 944 y 561 m^3 para los tratamientos de 100, 60, 30 y 0% de la ETc, respectivamente. Se observó que las plantas sometidas a los menores niveles de riego (30 y 0%), adelantaron su madurez cosechándose en promedio 14 días antes que los tratamientos más irrigados indicando con ello un mecanismo de escape a la sequía (Verslues et al., 2014). En cuanto al intercambio gaseoso, tanto fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática disminuyeron cuando el nivel de riego fue menor. Sin embargo, la EUA instantánea e intrínseca no mostraron diferencias significativas, con valores promedios de 5,0 CO_2 m^{-2} s^{-1} /mmol H_20 m^{-2} s^{-1} y 142 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$/mol H_20 $m^{-2}s^{-1}$ respectivamente, similares a otras especies C4 (Tabla 1).

De acuerdo a lo esperado los valores del potencial hídrico y sus componentes, evaluados durante el período experimental, disminuyeron significativamente por efecto del tratamiento ($p \leq 0.05$). Cabe destacar que con una evaluación simultánea a escala diaria de conductancia estomática y de potencial hídrico se podría comprobar si Amaranto es aniso-hídrica o no (Lavini et al., 2008).Probablemente el Amaranto sea una planta anisohídrica, lo que permitiría mantener constante ambas eficiencias a escala instantánea, dado que aún en las plantas de Amaranto no regadas se registraron niveles de actividad fotosintética y de transpiración lo cual indicaría cierto nivel de turgencia foliar.

Tabla 1. Efecto de la disponibilidad hídrica sobre valores medios de fotosíntesis, transpiración, conductancia estomática, a 67 días desde el transplante (30 días desde el inicio de los tratamientos)

Tratamiento	Fotosíntesis	Transpiración	Conductancia	EUA instantánea	EUA intrínseca
% ETc	µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}	mmol H_20 m^{-2} s^{-1}	mol H_20 m^{-2} s^{-1}	µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} / mmol H_20 m^{-2} s^{-1}	µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} / mol H_20 m^{-2} s^{-1}
100	27,7 a	4,4 a	0,19 a	6,2 a	149,6 a
60	21,2 a	4,2 a	0,15 ab	5,4 a	143,3 a
30	1 3 , 1 ab	2,7 a	0,10 bc	5,0 a	143,4 a
0	3,0 b	0,9 b	0,02 c	3,3 a	148,4 a

Letras diferentes para cada parámetro evaluado indican diferencias significativas. Prueba de rango múltiple de Tukey (p-valor ≤ 0,05; n=4).

Los valores de Ψstm, inferidos de la curva P-V, disminuyeron por efecto del déficit hídrico, fluctuando entre -0,13 MPa en el tratamiento al 100% de la Etc, hasta -0,19 MPa en el tratamiento de 30% de la ETc. (Figura 1), lo que estaría indicando que el Amaranto en este estudio registró un ajuste osmótico equivalente a 0,06 MPa, valor que resulta muy similar al del maíz (0,08 a 0,43 MPa) que también es del tipo C4 (Premachandra et al., 1992); sin embargo, estudios realizados por Liu y Stützel (2002) en Amaranto han mostrado valores en promedio más altos (1,24 MPa).

En la medida que las plantas fueron sometidas a un menor nivel de agua, presentaron una menor acumulación de biomasa total, con valores que fluctuaron entre 582 y 1.220 g m^{-2} de materia seca para los tratamientos sin riego y al 100% de la Etc, respectivamente (Figura 2). El principal efecto del estrés hídrico se manifestó en el crecimiento de la panoja la que se vio reducida en un 75% en el tratamiento sin riego. Cabe destacar que la mantención del follaje, con un valor que fluctuó entre 100 y 190 g m^{-2} en los distintos tratamientos, probablemente se asocie a procesos adaptativos al déficit hídrico como lo es el ajuste osmótico (Bartlett et al., 2012; Silva et al., 2018).

Tanto la acumulación de biomasa total, como el rendimiento de granos, se redujeron al someter las plantas a estrés hídrico, observándose diferencias de un 84% entre el rendimiento del tratamiento más regado (100%) y el tratamiento 0% que fue el que no se regó a partir de la etapa de inicio de emisión de panoja. Cabe destacar sin embargo, que pese a las condiciones antes descritas, este último tratamiento logró un rendimiento de 679 kg ha^{-1} (Figura 3).

La EUA estacional del rendimiento (kg de semillas/cantidad total de agua) no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, no así la EUA de la biomasa aérea total, la cual aumentó significativamente cuando el estrés hídrico fue mayor (Cuadro 5).

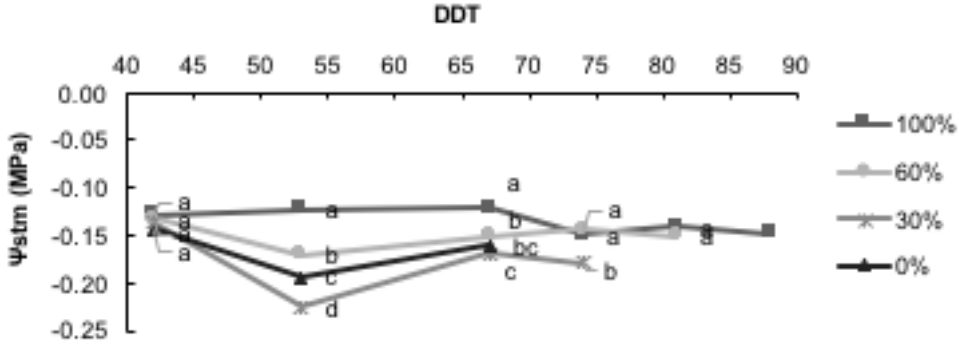


Figura 1. Efecto de la disponibilidad hídrica sobre valores medios de potencial de soluto a turgor máximo (Ψstm). Letras diferentes en sentido vertical indican que existen diferencias significativas. Prueba de rango múltiple de Tukey (p-valor < 0,05; n=4). DDT: Días desde transplante.

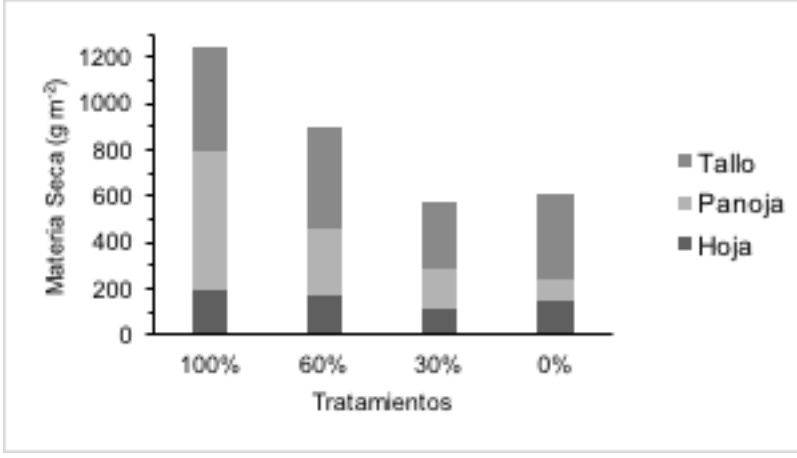


Figura 2. Valores promedios a cosecha de materia seca de tallos, panoja y hojas en cuatro niveles de agua.

El análisis de componentes principales, mostró que el rendimiento y la biomasa producida estaban estrechamente relacionadas con los parámetros del intercambio gaseoso de fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática, y estos a su vez asociados a los dos tratamiento con mayor disponibilidad de agua (100 y 60 %) con un r^2 entre 0.8 y 0.9, diferenciándose estadísticamente con los tratamientos de menor disponibilidad hídrica. Sin embargo, plantas regadas al 60% y 30% también muestran alta correlación positiva entre la producción de biomasa, rendimiento y el potencial de solutos a turgor máximo con r^2 de 0.8 y 0.6 respectivamente, valor interpretado como ajuste osmótico. La EUA también mostró altas correlaciones tanto en plantas regadas r^2: 0.9 como en plantas estresadas r^2: 0.6.

CONCLUSIONES

Las respuestas a nivel de intercambio gaseoso y de relaciones hídricas contribuyen a explicar el crecimiento y el rendimiento en granos de *Amaranthus cruentus*, demostrando una alta tolerancia al déficit hídrico en esta especie, lo cual estaría asociado al de ajuste osmótico que permite mantener los procesos turgo-dependientes desde la división celular hasta el rendimiento.

REFERENCIAS

Aguilar-Hernández, H., A. Barba, E. Espitia y J. Huerta. 2012. Identificación de genes de respuesta a estrés por calcio y sequía en amaranto.p. 61-70. *In.* Espitia, E. (ed.) Amaranto: Ciencia y Tecnología. INIFAP/ SINAREFI. Ciudad de México, México.

Bartlett, M., Scoffoni, C., Sack, L. 2012. The determinants of leaf turgor loss point and prediction of drought tolerance of species and biomes: a global meta-analysis. Ecology Letters**15**: 393-405.

Escalante, O., Algara, P., J. Gallegos, J. Reyes. 2013. Amaranto: Efecto en la Nutrición y la Salud. Tlatemoani: 12, 1-21.

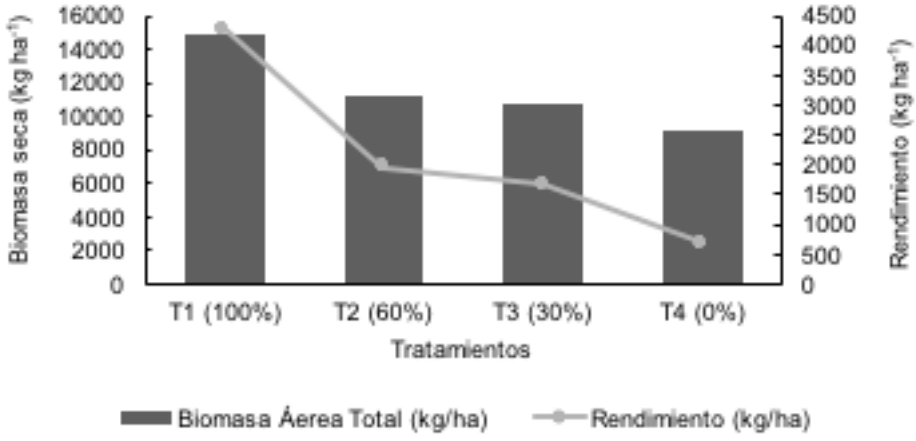


Figura 3. Producción de biomasa y rendimiento en granos en *Amaranthus cruentus.*

Tabla 2. Eficiencia del uso del agua (EUA) para rendimiento y biomasa en relación al monto total de agua aplicado durante el periodo experimental.

Tratamiento	EUA rendimiento	EUA biomasa área total
% ETc	kg m^{-3}	Kg m^{-3}
100	1,8 a	6,3 b
60	1,3 a	7,4 b
30	1,7 a	11,4 ab
0	1,2 a	16,4 a

Letras diferentes para cada parámetro evaluado indican diferencias significativas. Prueba de rango múltiple de Tukey (p-valor ≤ 0,05; n=4).

Hsiao, T., E. Acevedo, E, Fereres and W. Henderson. 1976. Water Stress, Growth, and Osmotic Adjustment. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 273, 479-500.

Liu, F. and H. Stützel. 2002. Leaf water relations of vegetable amaranth (Amaranthus spp.) in response to soil drying. European Journal of Agronomy 16, 137-150.

Mamani, R. 2007. Partición de biomasa y evapotranspiración del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*.), sometidas a estrés hídrico en diferentes etapas de crecimiento.107p. Tesis Profesional. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz, Bolivia.

Omamt, E., P. Hammes and P. Robbertse. 2006. Differences in Salinity Tolerance for Growth and Water-Use Efficiency in Some Amaranth (*Amaranthus* spp.) Genotypes. New Zeland Journal of Crop and Horticulture Science 34, 11-22

Premachandra, G.S., Saneoka, H., Fujita, K., Ogata, S., 1992. Osmotic adjustment and stomatal response to water deficits in maize. J. Exp. Bot. 43, 1451–1456.

Scholander, P., Hammel, H., Bradstreet, E., Hemmingsen, E. 1965. Sap pressure in vascular plants. Science **148**: 339–346.

Silva, H., M. Garrido, C. Baginsky, A. Valenzuela, L. Morales. 2016. Effect of water availability on growth, water use efficiency and omega 3 (ALA) content in two phenotypes of chia (*Salvia hispanica* L.) established in the arid Mediterranean zone of Chile. Agricultural Water Management 173, 67-75.

Verslues PE, Agarwal S, Zhu J, Zhu JK. 2006. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing abiotic stress that affect plant water status. Plant J. 45(4):523-539.

ESTUDIO COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE AMARANTO, UTILIZANDO COMO FUENTE DE NITRÓGENO ABONO ORGÁNICO E INORGÁNICO, EN PUEBLA, MÉXICO

Granjeno-Colín, Andrea Elizabeth*; Oliver-Guadarrama, Rogelio* y Pastrana-Torres Lucio**

*Departamento de Biología Vegetal, Laboratorio de Edafoclimatología. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
** Productor de San Francisco Tepango, Puebla
Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa. 62209 Cuernavaca, Morelos, México.
Teléfono (777) 3 29 70 29 ext. 3221.
granjeno @uaem.mx

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: Fertilizante, alternativo, producción, alegría, cultivo.

INTRODUCCIÓN

En México la agricultura es de suma importancia y está basada en pocos cultivos: maíz, fríjol, arroz, trigo, café, caña de azúcar, cebada, sorgo y soya por mencionar algunos. Por otro lado, uno de los cultivos alternativos, capaz de suministrar a la población una ingesta balanceada y adecuada de nutrientes, es el amaranto, el cual según estudios químicos y bromatológicos, muestran que tiene un alto valor nutricional; además puede ser aprovechado de múltiples formas, como grano, verdura o como forraje (Suárez, 1988). Otro aspecto importante es que se adapta a diversas condiciones edáficas y climáticas, además de ser un cultivado de temporal (Barreto et al, 2003).

El incremento en el uso de fertilizantes durante las últimas décadas dio origen a procesos de transformación en el ambiente que produjeron alteraciones fisicoquímicas y biológicas, por lo cual, se debe realizar un uso sustentable de los mismos con el objeto de minimizar los impactos negativos producidos.

Los fertilizantes o abonos orgánicos, son materiales de origen animal o vegetal que se aplican directamente en los suelos con la finalidad de proteger, mantener o mejorar la fertilidad y producción de la tierra. Los efectos que producen sobre las propiedades fisicoquímicas de los suelos son complejos, lo que permite un sano crecimiento y desarrollo de las plantas, cumpliendo adicionalmente con el objetivo de todo proceso de fertilización: incrementar la producción y el rendimiento, así como mejorar la calidad de los productos agrícolas (Plaster, 2000). El surgimiento de la agricultura sustentable y las prácticas agrícolas que llevan a ella, retoman con fuerza el uso y aplicación de abonos orgánicos (estiércol, composta, abonos verdes, entre otros.

Para el presente trabajo se plantea la fertilización orgánica, como un medio para producir alimentos más sanos y ayudar a la fertilidad de uno de los recursos más importantes como lo es el suelo. Para lo cual se platearon los siguientes:

OBJETIVOS

Evaluar el rendimiento del cultivo de amaranto fertilizado orgánica e inorgánicamente.

Cuantificar el desarrollo de la planta de amaranto mediante la toma de medidas botánicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la localidad de San Francisco Tepango, municipio de Cohuecán, Puebla. Localizado en la parte oeste del estado. Sus coordenadas son los paralelos 18° 41' 04'' y 18° 50' 48'' de latitud norte y los meridianos 98° 39' 42'' y 98° 44' 08'' de longitud occidental. Colinda al norte con el estado de Morelos, al oeste con Acteopan, al Poniente con el estado de Morelos y al Sur con el estado de Morelos (Figura 1). Asimismo forma parte de los trabajos que como institución hemos venidos realizando en torno al amaranto desde el año 1993, considerando varias temáticas (agronomía, edafología, climatología, fertilización y taxonomía), ya que lo consideramos un cultivo de arraigo en nuestro país.

Se caracteriza por ser una zona de transición entre climas cálidos del valle de Atlixco a templados del valle de Puebla. (INEGI, 1997). Caracterizado por ser semicálido con precipitaciones que van de los 1500 a los 3000 mm anuales.

Durante el presente experimento se siguieron las técnicas tradicionales que utilizan los agricultores regionales para la producción de amaranto; de este modo, la semilla utilizada se obtuvo de la selección que un productor hizo de sus propias parcelas sembradas con este grano el ciclo agrícola anterior. La semilla empleada fue *Amaranthus hypochondriacus* L. tipo puebla, asignándose esta última denominación por ser una semilla proveniente de esa entidad (Granjeno, 1993). Se implementó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos (gallinaza, gel+urea+triple-17, gallinaza+gel y testigo) y tres repeticiones. Cada unidad experimental constó de cuatro surcos de 22 m de largo a una separación de 90 cm entre sí, dejando entre parcelas calles de un metro por cada lado, de tal forma que, el lote comprendió una superficie total de 1064 m^2.

La siembra fue mateada, colocando en el lomo del surco de cuatro a seis semillas cada 30 cm, que posteriormente eran cubiertas con una ligera capa de suelo. Cuando la plántula alcanzó una altura aproximada de 15-20 cm, se procedió a hacer el aclareo (desahije), dejando solo tres plantas por mata.

La fertilización estuvo basada en una dosis óptima de 150 kg N/ha. La orgánica se realizó aplicando gallinaza (en polvo) 15 días antes de la siembra por única vez. Como una variante, en el tratamiento tres se utilizaron un gel junto con la gallinaza, cuya función, fue conservar la humedad en el suelo, para ser utilizada durante las primeras etapas fenológicas de la planta. La fertilización

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.

química se realizó a los 44 días después de la siembra en forma dirigida, utilizando urea y triple-17.

Para evaluar el efecto del fertilizante sobre el rendimiento se midieron 20 plantas de cada parcela, seleccionadas al azar; mismas que fueron marcadas con una etiqueta metálica.

En la Figura 2 se ilustran las partes de la planta de amaranto que fueron medidas, como fueron las variables, A) Altura de la planta, B) Longitud de la panoja y C) Perímetro de la panoja.

Se hicieron dos muestreos de suelo, el primero antes de la siembra y el segundo después de la cosecha; en el primer caso, se eligieron tres puntos de muestreo al azar a dos profundidades, considerando el desarrollo radicular de la planta: de 0-20 cm y de 20 a 40 cm; en el segundo, se muestrearon todas las parcelas experimentales a las mismas profundidades, integrando muestras compuestas.

Se aplicó un análisis de varianza utilizando el programa Statgraphics Plus 2.0, además se empleó una prueba de comparación de rangos múltiples con 95% de confiabilidad. Este diseño tiene el propósito de hacer comparaciones entre un conjunto de tratamientos dentro de bloques que sean semejantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el municipio de Cohuecán se practica la agricultura de temporal, como resultado de la aplicación de diferentes fertilizantes al cultivo de amaranto, se observó que el mejor tratamiento de los cuatro considerados fue el de gallinaza donde se obtuvo un rendimiento de 1870 Kg/ha, seguido de los tratamientos de gallinaza+gel (1750 Kg/ha), testigo con una producción de semilla de 1670 Kg/ha y el de gel+urea+triple (1136 Kg/ha) (Figura 3). Evidentemente según el contenido de nitrógeno de los fertilizantes utilizados, este último tratamiento fue al que más nitrógeno se le aportó, sin embargo, los resultados en cuanto a producción de semilla no fueron los mejores, ya que fueron superados por el tratamiento de gallinaza. Se puede mencionar al respecto que aún siendo el amaranto un cultivo demandante de nitrógeno en el suelo no es conveniente aplicar cantidades excesivas, ya que no son aprovechadas por la planta.

Considerando que el rendimiento promedio del amaranto a nivel estatal oscila entre 1000 y 1500 kg/ha, lo obtenido en el presente estudio en los cuatro tratamientos se encuentra dentro del rango antes mencionado, incluso llegando a superarlo, tal fue el caso de los tratamientos de gallinaza y gallinaza+gel. Haciendo una comparación puede apreciarse que los datos de rendimiento coinciden con lo reportado por varios autores, no así con lo obtenido por García (1999), quien a pesar de haber trabajado en la misma zona, superó por mucho el dato promedio en la producción de este cultivo.

Respecto a la altura de la planta, se ha reportado como una variable asociada al rendimiento; hipotéticamente cuando existen plantas más altas,

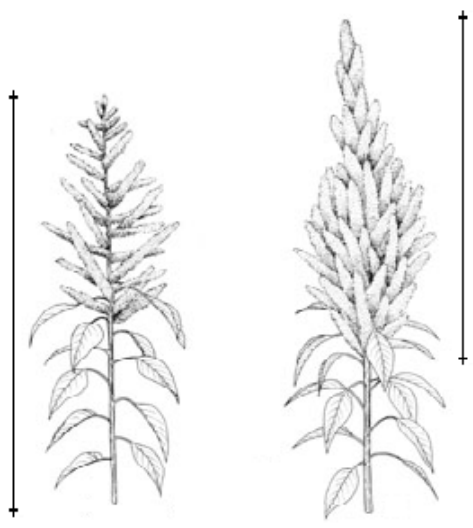


Figura 2. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mediciones de la planta evaluadas: A). Altura de la planta, B). Longitud de la panoja y C). Perímetro de la panoja.

la tendencia del rendimiento sería directamente proporcional, para este caso la altura promedio fue de 1.56 m.

La altura de la inflorescencia a la que comúnmente se le denomina panoja es otra de las variables asociada al rendimiento, ya que depende de la estructura y el llenado en grano, en este caso la altura promedio fue de 40.6 cm.

Sin lugar a dudas, la variable perímetro de la panoja junto con la longitud de la misma son de las variables botánicas más importantes a evaluar. Al respecto, según los análisis realizados no existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a estas variables. El perímetro promedio de las plantas fue de 39.2 cm, correspondiente el valor más alto a las plantas tratadas con gallinaza. Los datos registraron una desviación Standard de 4.02 y un nivel de confiabilidad de 4.99..

CONCLUSIONES

No hubo diferencias significativas entre los cuatro tratamientos (gallinaza, gel+urea+triple-17, gallinaza+gel, testigo).

Según el análisis de la varianza, no existen diferencias significativas entre los parámetros considerados (altura de la planta, altura de la panoja y perímetro de la panoja).

En cuanto el rendimiento, el mejor tratamiento fue el de la gallinaza, con una producción de 1870 Kg/ha.

La altura promedio de las plantas fue de 1.56 m correspondiendo al tratamiento 2 (gel+urea+triple 17).

Respecto a la altura de las panojas el promedio fue de 40.6 cm (testigo).

El perímetro promedio de 39.2 cm correspondió a las tratadas con gallinaza.

Consideramos que nuestras experiencias son factibles de compartirse.

REFERENCIAS

Barreto, S. M. P., Taboada S. M., Oliver G. R. y Bonilla H. F. (Edits). 2003. El cultivo de amaranto en el Municipio de Temoac, Morelos, México. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Mor. 45 p.

García E. L. 1999. Evaluación de la gallinaza y urea sobre la producción de amaranto en Atzitzihuacán, Puebla. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Mor. 37 p.

Granjeno C. A. E. 1993. Distribución y taxonomía del género *Amaranthus* en el estado de Morelos. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Mor. México.

INEGI. 1997. Puebla: datos por ejido y comunidad, XI Censo General de población y vivienda 1990. VII Censo Agropecuario 1991. México, D.F. 145 p.

Payán, Z. F. y De León G. F. 1999. Producción de amaranto orgánico: Amaranthus hipochondriacus L. con adición de cinco dosis de composta de residuos vegetales municipales. Amaranto: cultivo promisorio para el siglo XXI. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 224 p.

Plaster, E. J. 2000. La ciencia del suelo y su manejo. Edit. Paraninfo. Madrid, España. 419 p.

Suárez R. G. 1988. Experiencias e inquietudes sobre amaranto. En: Reyna T. T, (Coord.). Investigaciones recientes sobre amaranto. Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F. 11-16 p.

AGRO-ARMONÍA PARA LA SOBERANIA ALIMENTARIA EN LA REGIÓN CHINANTLA BAJA, OAXACA, MÉXICO

Carrillo-Mariano R.C.*

Agricultor de la región Chinantla Baja, Oaxaca, México, 68435, México.
*Correo-e: creatierra@hotmail.com

Eje temático: 2
País: México
Palabras clave: Agricultura orgánica, agrobiodiversidad, Autosuficiencia.

INTRODUCCIÓN

México tiene condiciones y capacidad para producir todos los cultivos, y esa capacidad hace del país con un gran potencial, en consecuencia, más de la tercera parte de la población vive en tierras con severo grado de desertificación (degradación de las tierras en cualquiera de los ecosistemas existentes); el primer impacto que se tiene es la pérdida de la productividad de las tierras, hay menos producción de alimentos, significa menos ingresos y población afectada. Las principales prácticas de desertificación y pérdida de la productividad son: la sobre explotación de la tierra y de los recursos hídricos, la falta de rotación y exceso de cultivos, el sobre pastoreo del ganado y la deforestación, sumado a variantes climáticas como sequias prolongadas o la lluvia acida; cuando se empieza a perder la capacidad productiva por el mal uso de estos terrenos o por la sequía recurrente, los fenómenos climáticos aceleran la pérdida de la capacidad de producir, entonces cada vez hay más presión sobre los bienes que se tienen. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar los procesos de la agricultura entorno al criterio de soberanía alimentaria, para implementar proyectos agroecológicos dirigidos a la restauración de espacios desplazados, degradados y detener los efectos físicos de la desertificación y económicos de la población.

MATERIALES Y MÉTODOS

La región Chinantla Baja se ubica en la porción norte del Estado de Oaxaca, en la Cuenca del Papaloapan, Provincia Biogeográfica del Golfo de México. Los climas predominantes son cálido subhúmedo, muy cálido y semicálido (Af y Am), sobre suelos Kársticos y Lateríticos originados por aluviones (Rzedowski, 1978). Predomina la vegetación Selva Alta Perennifolia, elevaciones de 80 a 400 msnm y precipitaciones pluviales de 1000 a 4000 mm anuales, con temperaturas que oscilan entre 16 y 21 °C (Torres-Colín, 2004). Se utilizó la investigación documental y observación participativa para caracterizar los procesos de la agricultura entorno al criterio de soberanía alimentaria en la región Chinantla Baja. El análisis se realizó en las variables o dimensiones Social, Económica, Naturaleza y Étnico-Cultural (Figura 1). La estrategia para armonizar la problemática en la región está fincado en tres grandes pilares o principios básicos: 1) incrementar la Productividad del sector, 2) un sector más Responsable y Consciente, y 3) un sector más Incluyente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de las estrategias básicas, el primer pilar o principio debe ser incrementar la productividad, lograr producir más por unidad de superficie, sin ampliar la frontera del sector, sustentado en el conocimiento y la armonía con otros sectores como el del cultivo de amaranto eje de la productividad; la base radica en estimular a los productores con asistencia técnica integral para armonizar el proceso, iniciando por: 1) un Diagnóstico Participativo (Geilfus,1997) desde la familia como unidad mínima de análisis, 2) Análisis Cualitativo por Cromatografía (Restrepo y Pinheiro, 2011) para conocer la fertilidad del suelo y 3) Reconversión Productiva Agro-Armónica (Tompkins y Bird, 1994). El segundo pilar o principio debe ser un sector más responsable y consciente del agotamiento de los recursos agua y suelo, incorporando tecnologías disponibles, y así tener la posibilidad de reducir el uso hasta en un 50% el recurso hídrico; para ello, tenemos que optar por un cambio, remediar y adaptar con responsabilidad y consciencia, desde: 1) la Agrobiodiversidad existentes (adaptar las especies al suelo y no el suelo a las plantas) como el amaranto por ser alimento nutracéutico (alimentos que nutren, previenen y curan enfermedades), la milpa (propiedad comunal), los huertos y el monte; 2) Biofertilizantes (Restrepo y Pinheiro, 2009) para la regeneración de tierras, nutrición de las plantas y armonización de la sociedad, y 3) Mejoramiento Participativo de Semillas (Saburido y Ungemach, 2017) para la soberanía de los pueblos originarios. El tercer pilar o principio debe ser un sector más incluyente, implica tomar en cuenta a todo tipo de productores que busque la autosuficiencia alimentaria, producir e incluir el amaranto a la canasta básica y ser progresivamente competentes, mediante el estímulo a la producción en espacios desplazados como: el solar o traspatio, parcelas y rozos de la región, y el acceso a subsidios, programas, reglas de operación y conocimiento para armonizar el proceso de inclusión a: 1) la Autosuficiencia Alimentaria (autoconsumo y excedentes), 2) Mercados Alternativos o Tianguis Orgánicos Comunitarios (comercio justo y trueque) y 3) Certificación Orgánica (participativa y de confianza).

CONCLUSIONES

Las soluciones a la problemática de los procesos en la agricultura entorno al criterio de la soberanía alimentaria deben ser políticas, técnicas, programáticas y de organización; en concordancia con la sociedad, productores y organizaciones étnico-culturales del sector.

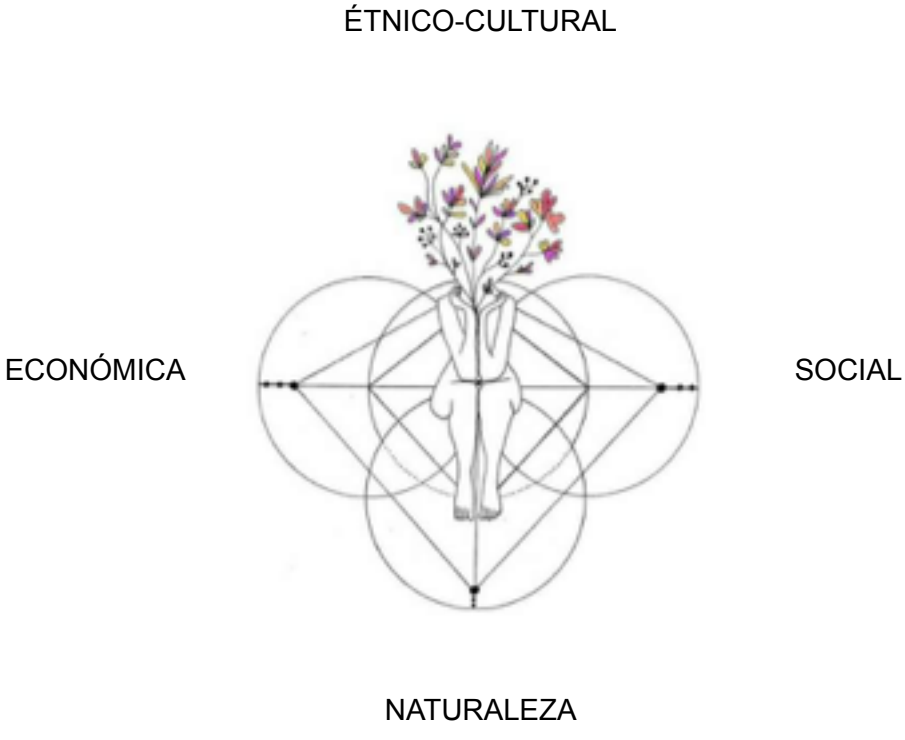


Figura 1. Armonía de las variables social, económica, naturaleza y étnico-cultural.

Hay que recuperar al cultivo del amaranto, la milpa, los huertos, el monte y armonizar el conocimiento tradicional con el científico para la regeneración, restauración, conservación, cuidado y aumento de la capacidad productiva de las tierras; se cree es el camino a la soberanía alimentaria.

REFERENCIAS

Geilfus, F. (1997). 80 Herramientas para el Desarrollo Participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. Prochalate–IICA, San Salvador, el Salvador. 208 p.

Restrepo, J. y Pinheiro, S. (2011). Cromatografía Imágenes de Vida y Destrucción del Suelo. Cali, Colombia. 252 p.

Restrepo, J. y Pinheiro, S. (2009). Agricultura orgánica: La remineralización de los alimentos y la salud a partir de la regeneración mineral del suelo. Juquira Candirú Satyagraha. Brasil-Colombia-México. 123 p.

Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. LIMUSA. México. 432 p.

Saburido, S. y Ungemach, J. (2017). Cultiva-Cosecha-Comparte: Semillas para Todos. Sustainable Harvest International y Somos Semilla, México. 59 p.

Tompkins, P. y Bird, C. (1994). La vida secreta de las plantas. New York, N. Y., USA. 393 p.

Torres-Colín, R. (2004). Tipos de vegetación. In: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México. pp 305–325.

3. Innovación, tecnología de transformación y agregación de valor.

Técnicas tradicionales de transformación de la semilla. Innovación en la industria alimentaria.

GRUPO DE ENLACE PARA LA PROMOCIÓN DEL AMARANTO EN MÉXICO

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE PASTAS GELATINIZADAS DE HARINA Y SEMOLA DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)

Ancco Vizcarra T.[1]*; Mamani Miranda M.[2]; Quispe Quispe R.[2]; Arone Palomino, H.D.[1]

[1]Universidad Nacional José María Arguedas, Escuela Profesional de Ingeniera Agroindustrial. Santa Rosa, Talavera, Andahuaylas, Apurímac, Perú. *Correo-e: thoanviz@gmail.com
[2]Insituto de Investigación Innovación y Desarrollo de Tecnología Agroindustrial, Talavera, Andahuaylas, Apurímac, Perú.

Eje temático: 3
País: Perú
Palabras clave: resistividad, cereal, suspensión.

INTRODUCCIÓN

Los alimentos, dentro de estos los cereales, especialmente en estado líquido o pastoso, conducen la electricidad, como en el caso de los jugos de frutas (Barboza et al., 1999). Son portadores de iones las que se encargan de transportar energía a lo largo del campo eléctrico (Halden, et al., 1990 y Palaniappan, 1991) que por su concentración y movilidad determinan la conductividad y la resistividad eléctrica. Propiedades que son de interés para un adecuado procesamiento de alimentos en tecnologías de cocción en campos eléctricos pulsados, calentamiento óhmico, calentamiento por inducción, radiofrecuencia y calentamiento por microondas; en los que es de interés preservar la calidad nutricional y sensorial por tanto se debe garantizar un tratamiento adecuado (Barboza et al., 1999). En el caso de los alimentos sólidos, al mezclarse con el aire, contribuye a la baja conductividad eléctrica del producto, por tanto, no limita la máxima intensidad de campo eléctrico aplicable la que dependerá del contenido de humedad que presenten. Algunos estudios realizados sobre alimentos modelo, alimentos viscosos como el yogur y el arroz con leche o alimentos articulados como la sopa de guisantes con cuentas de plástico, hacen referencia que la conductividad eléctrica de las muestras depende en gran medida de las temperaturas (Zhang et al., 1994; Dutreux et al., 2000 y Malek, 2006). Priyank et al., (2008) reportaron valores de conductividad eléctrica de la salsa (2.1 Sm-1 a 27 ° C a 10.8 Sm-1 a 140 ° C) e indica que presenta mayor conductividad que los componentes sólidos, como el apio (0.1 Sm-1 a 3.4 Sm-1), castaña de agua (0.1 Sm-1 a 2.8 Sm-1), setas (0.2 S / m a 1.4 Sm-1), brotes de soja (0.2 Sm-1 a 1.5 Sm-1) y pollo (0.6 Sm-1 3.4 Sm-1). Por ello que el conocimiento de conductividad eléctrica está relacionado con la eficiencia de la energía transferida en los tratamientos térmicos, por lo que para garantizar calidad e integridad de un alimento es conveniente reducir la conductividad para lograr mejores resultados. Por ello el estudio tuvo por objetivo determinar la Conductividad eléctrica de pastas gelatinizadas de harina y sémola de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) para un adecuado entendimiento del comportamiento del grano de kiwicha cuando esta es separada en sus distintas partes anatómicas y al ser preparadas o humectadas nos permita obtener una adecuada gelatinización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó semillas de *Amaranthus caudatus* Oscar Blanco del IIDTA. Por molienda diferencial se obtuvieron harina y sémola, las cuales fueron gelatinizadas empleando el método propuesto por Jane et al., (1999), donde 5 g de muestra de harina y sémola de grano entero molido y cribado fueron suspendidas en 25 mL de agua destilada. La mezcla fue calentada en un sistema de calentamiento estático a escala de laboratorio hasta alcanzar la temperatura de gelatinización. Posterior a ello, las pastas gelatinizadas fueron mantenidas a temperaturas de 53, 48, 45, 40, 35 y 30°C, y calentadas desde 1, hasta 10 V cm-1, en las que se determinó por el método de Wenner, (1915); y Schuetze et. al., (2004) la resistividad; y con cuyos valores se determinó la conductividad eléctrica. El análisis estadístico empleado fue un Diseño Completo al Azar teniendo como variables, suspensiones de Harina, Sémola, y Temperatura, los datos de resistividad y conductividad eléctrica fueron analizados con un ANOVA efectuándose también comparación de medias con el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher con el programa INFOSTAT.

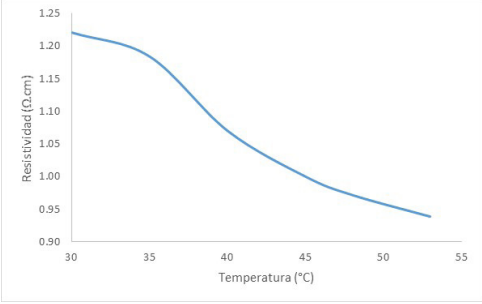
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de resistividad (Ω.m) y conductividad eléctrica (Sm-1), tanto en harina y sémola de kiwicha gelatinizada presentaron diferencias significativas ($p \leq 0{,}0001$). Variación que es debida por la composición del sólido en la suspensión (harina o sémola) de los gelatinizados y la temperatura como lo manifiestan Zhang et al., (1994) y Dutreux et al., (2000). Presenta mayor resistividad eléctrica la harina de kiwicha 1.064±0.106 y menor resistividad la sémola 0.953±0.087. Se determinó también que la sémola presenta 1.063±0.094; y la harina 0.95±0.091 de conductividad eléctrica.

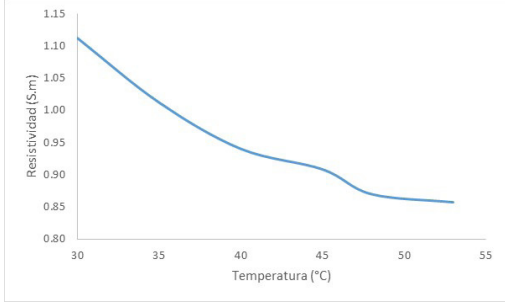
En la Tabla 1, se observa que tanto la harina y sémola a 30°C muestra valores altos de resistividad eléctrica; ocurre lo mismo a 53°C en la conductividad eléctrica. estos resultados concuerdan con lo manifestado por Malek Amiali et al., (2006). Sin embargo, los valores determinados son inferiores a los valores reportados por Priyank et al., (2008). Variación que es debida a la composición de carbohidratos que en mayor porcentaje tiene la harina de kiwicha a diferencia de la sémola que presenta mayores contenidos de proteína y grasa. Los valores determinados tanto de resistividad como de

Tabla 1. Valores de resistividad y conductividad eléctrica.

Temperatura (°C)	Resistividad eléctrica (Ω.m)						Conductividad eléctrica (Sm-1)					
	Harina			Sémola			Harina			Sémola		
53	0.936	±	0.005f	0.862	±	0.006f	1.067	±	0.004a	1.172	±	0.005a
48	0.977	±	0.009e	0.880	±	0.008e	1.029	±	0.000b	1.148	±	0.002b
45	1.004	±	0.005d	0.906	±	0.004d	0.999	±	0.001c	1.105	±	0.005c
40	1.060	±	0.008c	0.937	±	0.005c	0.935	±	0.001d	1.066	±	0.003d
35	1.181	±	0.008b	1.021	±	0.007b	0.848	±	0.002e	0.987	±	0.001e
30	1.224	±	0.005a	1.111	±	0.008a	0.821	±	0.001f	0.899	±	0.000f

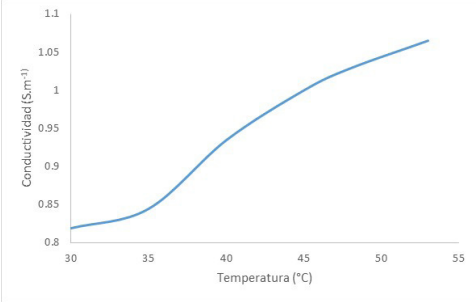


a. Harina.

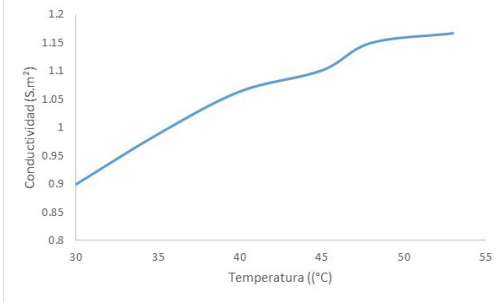


b. Sémola.

Figura 1. Resistividad eléctrica (Ω.m) de kiwicha en función a la temperatura.



a. Harina.



b. Sémola.

Figura 2. Conductividad eléctrica (Sm-1) de kiwicha en función a la temperatura.

conductividad eléctrica, facilitaran el entendimiento de los cambios en la temperatura que manifiestan las pastas gelatinizadas durante su tratamiento, por tanto, los cambios observados permitirán establecer mecanismos para un adecuado control del proceso y proporcionará una herramienta para la eficiencia del tratamiento de gelatinización tanto de la harina como de la sémola de kiwicha como lo menciona Barboza et al., (1999).

Analizando el comportamiento de la resistividad (figura 1) y conductividad eléctrica (figura 2) de la harina y sémola gelatinizada de kiwicha, se observa que a bajas temperaturas la resistividad es mayor y la conductividad es menor, resultados que concuerdan con los valores determinados para maíz, arroz y papa por Morales-Sánchez, (2015).

CONCLUSIONES

La conductividad eléctrica es mayor en la sémola y menor en la harina y tiende a ser más estable a mayores temperaturas.

La sémola gelatinizada de kiwicha por su alta conductividad eléctrica requerirá menores tiempo para transferir calor a diferencia de la harina gelatinizada de kiwicha.

REFERENCIAS

Barbosa-Cánovas, G.; Góngora-Nieto, M.; Pothakamury, U.; Swanson, B. (1999). Preservation of Foods with Pulsed Electric Fields: Academic Press: New York, NY.

Dutreux, N.; Notermans, S.; Wijtzes, T.; Gongora-Nieto, M.; Barbosa-Cánovas, G.; and Swanson, G., 2000, Pulsed electric field inactivation of attached and free living E. coli and Listeria innocua under several conditions, Int J Food Microbiol, 54: 91-98.

Halden, K.; De Alwis, P.; Fryer, J. (1999). Change in electric conductivity of foods during ohmic heating. Int. J. Food Sci. Technol. 1990, 25, 9–25.

Jane, J.; Chen, Y.; Lee, F.; McPherson, E.; Wong, S.; Radosavljevic, M.; y Kasemsuwan, T. (1999). Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. Cereal Chem. 76:629-637.

Malek, A.; Ngadi, M.; Raghavan, S.; Nguyen, H. (2006). Electrical Conductivities of Liquid Egg Products and Fruit Juices Exposed to High Pulsed Electric Fields, International Journal of Food Properties, 9:3, 533-540.

Morales-Sánchez, L.; Reyes-Vega, M.; Gaytán-Martínez, D.; Figueroa-Cárdenas.; y Velázquez, G. (2015) Relationship Between Electrical Conductivity and Water Activity of Starch-Water Composites. In Water Stress in Biological, Chemical, Pharmaceutical and Food Systems. Food Engineering Series. pp527-532.

Palaniappan, S.; Sastry, S.K. (1991). Electrical conductivity of selected juices: Influence of temperature, solids content, applied voltage, and particle size. J. Food Process. Eng. 1991, 14, 247–260.

Priyank, T.; Sanjay, S.; & Sudhir, S. (2008). Electrical Conductivity of Multicomponent Systems During Ohmic Heating, International Journal of Food Properties, 11:1, 233-241, doi: 10.1080/10942910701302580

Schuetze, P.; Lewis, W.; Brown, C.; & Geerts, J. (2004). “A laboratory on the four-point probe technique,” Am. J. Phys. 72, 149.

Wenner, F. (1915), Bur. Stand. U.S. Bull. 12, 469.

Zhang, H.; Chang, J.; Barbosa-Cánovas, G.; Swason, G. (1995). Engineering aspects of pulsed electric field pasteurization. J. Food Eng. 25, 261–291.

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA EXTRACCIÓN EFICIENTE DE PROTEÍNAS EN LA SEMILLA DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*)

Morales Olán G.[a]; Rojas López M.[a], Luna Suárez S.[a]

[a] Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. Instituto Politécnico Nacional, CIBA-IPN, Ex-Hacienda San Juan Molino, Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, 90700 Tepetitla, Tlaxcala, México. Correo-e: silvials2004@yahoo.com.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: aislado proteínico, tratamiento con sales, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El amaranto es una planta considerada como un pseudocereal, valorada por su alto contenido de proteínas y balanceada composición de aminoácidos (National Academy of Science, 1984). Las proteínas constituyen uno de los nutrientes que mayor número de funciones cumplen en el organismo, al ser necesarias en diversos procesos biológicos. Por tal motivo, en el área de los alimentos se busca aislarlas de vegetales para incorpararlas a productos y así aumentar su valor nutrimentral o bien, para mejorar sus características organolépticas debido a las propiedades funcionales que estas biomoléculas presentan (Ventureira y Martínez, 2012) entre otras aplicaciones. Estudios previos han propuesto metodos para la extracción de las proteínas en la semilla de amaranto basados principalmente en su punto isoeléctrico, sin embargo, los rendimientos reportados son bajos. El presente trabajo consistió en el desarrollo de una metodología que permite el aislamiento de proteínas en las semillas de amaranto con un mayor rendimiento a partir de extracciones sucesivas con soluciones salinas en combinación con la precipitación de las proteínas a pH ácidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica sobre las metodologías utilizadas para la extracción de proteínas en la semilla de amaranto, las cuales fueron replicadas en el laboratorio obteniendo su rendimiento. La propuesta de extracción por el equipo de trabajo consisti**ó** en generar la harina de las semillas por molienda en un procesador de alimentos y pasándolas por un tamiz. A esta harina se le realizaron extracciones sucesivas con soluciones de NaCl, manteniendo en agitación 1 h, a continuación fueron precipitadas las proteínas a pH ácidos. La suspensión obtenida se centrifug**ó** y el precipitado se nombr**ó** como aislado proteínico. La cantidad de proteínas en el aislado se cuantificó por el método de BCA y el rendimiento fue expresado como g de aislado/100 de harina. Se determinó el porcentaje de proteína con el método de Kjeldhal y el aislado proteínico fue analizado mediante SDS-PAGE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los rendimientos de extracción obtenidos con las técnicas descritas en la bibliografía y la metodología propuesta. Como se puede observar, el mayor rendimiento (15.00 ± 0.2 g de aislado/ 100 g de harina) se logró con el procedimiento planteado por el equipo de trabajo y estadísticamente se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p<0.05$).

Las ventajas de la extracción de proteínas con soluciones salinas ya han sido descritas en diversas investigaciones. Paredes y Ordorica (1986) y Hadnađev *et al.* (2017) mencionan que el aumento de la fuerza iónica con las soluciones de NaCl se relaciona con una mayor capacidad de recuperación de proteínas y por lo tanto mayores rendimientos, sin embargo, se ha observado que con solo la extracción no se logra aislar todas las proteínas, por lo que es necesario realizar este procedimiento varias veces, tal y como se propone en esta investigación. El porcentaje de proteínas presente en el aislado proteínico con la metodología propuesta fue de 80 ± 0.6%. Este porcentaje es similar a lo reportado por Martínez y Añon (1996) y menor si se compara con lo reportado por Cordero *et al*., (2005) con 93% y Robles y Mora (2007) los cuales consiguen un 95.9% de proteínas, sin embargo, como se describió anteriormente, el rendimiento de extracción bajo estas metodologías es menor. El análisis electroforético del aislado (Figura 1) mostró polipéptidos de bajo peso molecular), los cuales han sido descritos como típicos de las albúminas (Martínez y Añon, 1996; Reema y Bijoy, 2011).También se observa una banda de aproximadamente 35 kDa identificada como un polipéptido intermedio que puede pertenecer a la fracción de albúminas o de las globulinas (Martínez y Añon, 1996) y finalmente los polipéptidos menores de 50 reconocido como una subunidad de globulina (Reema y Bijoy, 2011).

CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que las extracciones sucesivas con soluciones de NaCl combinado con la precipitación ácida, genera mayores rendimientos de extracción de proteínas en la semillas de amaranto, con una elevada pureza. A partir del cultivo sustentable del amaranto y aplicando esta metodología es posible obtener proteinas con calidad nutrimental y propiedades funcionales versátiles (Solubilidad, viscosidad, emulsificante, etc), las cuales tienen gran demanda en el mercado debido a sus multiples aplicaciones en al área de los alimentos.

Cuadro 1. Rendimientos de los aislados proteínicos de amaranto obtenidos con diferentes metodologías.

Metodología evaluada	Rendimiento (g de aislado/100 g de proteína)
Martínez y Añón, **1996** Punto isoeléctrico, pH:	a
Cordero *et al.*, 2005 Punto isoeléctrico, pH:	b
Tapia *et al.*, 2007 NaOH 0.25%, pH:5	b,c
Robles y Mora, 2007 Micelización	c
Metodología propuesta NaCl, pH:	d

Los resultados muestran la media de 3 réplicas ± desviación estandar (SD). Los valores con diferente letra son significativamente diferentes ($p<0.05$) de acuerdo con la prueba de Tukey.

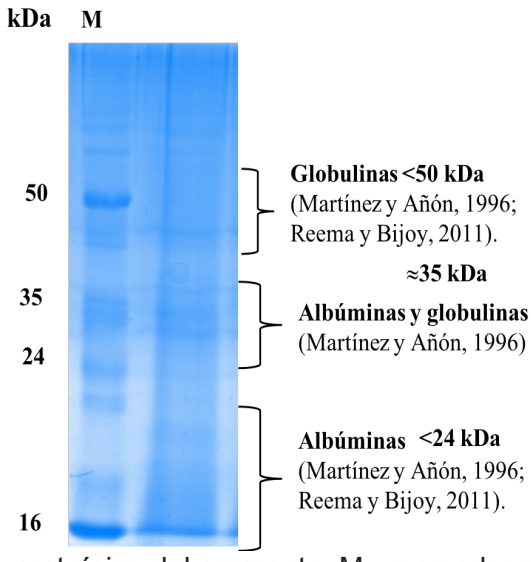


Figura 1. SDS-PAGE del aislado proteínico del amaranto. M= marcador de peso molecular (16-50 *kDa*).

REFERENCIAS

National Academy of Science. (1984). Amaranth: Modern prospects for an ancient Crop; National Academy Press: Washington, DC, 1984.

Ventureira, J.L. y Martínez, M.C. (2012). Effect of acid treatment on structural and foaming properties of soy amaranth protein mixtures. Food Hydrocolloids 29, 272-279.

Martínez, E.N., Añon, M. C. (1996). Composition and structural characterization of amaranth protein isolates. An electrophoretic and calorimetric study. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 44, 2523-2530.

Cordero, M., Osuna, A., Borodanenko, A., Paredes. O. (2005). Physicochemical and Functional Characterization of Amaranth (Amaranthus hypochondriacus) Protein Isolates Obtained by Isoelectric Precipitation and Micellization. Food Science and Technology International; 11(4):269–280.

Tapia, D., Mauri, A.N., Menegalli, F.C., Sobral, P.J.A., Añon, M.C. (2007). Contribution of the Starch, Protein, and Lipid Fractions to the Physical, Thermal and Structural Properties of Amaranth (Amaranthus caudatus) Flour Films. Journal of Food Science.11(4):269–280.

Robles, M. C., Mora, R. (2007). Influencia del Método de Obtención en las Características Fisicoquímicas, y Estructurales de Aislados de soya. IX Congreso de Ciencia de los Alimentos y V Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos. XXV Aniversario de la Carrera de Ingeniería en Alimentos en el Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato. Mexico. Pp. 716-721.

Paredes, L. O., Ordorica, F. C. (1986). Production of safflower protein isolates: Composition, yield and protein quality. Journal of the Science of Food and Agriculture. 37 (11), 1097-1103.

Hadnađev, M., Dapčević, H. T., Pojić, M., Šarić, M., Mišan, A., Jovanov, P., Sakač, M. (2017). Progress in vegetable proteins isolation techniques: a review. Food and Feed Research. 44 (1), 11-21.

Reema, S., Bijoy, K. R. (2011). Effect of varying pH on protein composition and yield of amaranth seed (Amaranthus blitum). Journal of Environmental Biology. 32, 629-634.

CARACTERIZACIÓN SENSORIAL Y NUTRIMENTAL DE UNA BEBIDA A BASE DE HARINA DE AMARANTO Y MUICLE

Calvario Palma, A.[1], Cruz Hernández, J[2]*

[1]Universidad Tecnológica de Huejotzingo. Real San Mateo 36B, Segunda Secc, 74169 Santa Ana Xalmimilulco, Pue. angeles_pria@hotmail.com
[2]*Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, Cholula Puebla CP 72760, Puebla, México. *javiercruz@colpos.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: Bebida funcional, aceptación, valor nutritivo, grasa, proteína.

INTRODUCCIÓN

Ante los problemas graves de salud que en la actualidad aquejan a nuestra sociedad, como obesidad, diabetes, etc., resulta necesario mejorar nuestros hábitos de alimentación. El amaranto (*Amaranthus spp*) es un alimento prehispánico, nutritivo, con buen contenido de proteína y fibra (Contreras *et al.*, 2011; Espino-González *et al.*, 2018) que en forma de harina en combinación con antioxidantes y diversos compuestos fenólicos de gran beneficio a la salud del extracto de muicle (*Justicia spicigera*) (Sepúlveda-Jiménez *et al*., 2009) y con los antioxidantes de la pulpa de frutos rojos (*Fragaria spp, Rubus idaeus)* (Shama *et al*., 2014) se pueden elaborar bebidas de buena aceptación y alto valor nutrimental. Escasos estudios se han realizado con este tipo de extractos e ingredientes para la elaboración de bebidas alternativas o funcionales, en las que se aprovechen las propiedades hipogleucémicas del muicle (Navarrete *et al*., 2016) y el valor nutritivo del amaranto. El objetivo fue elaborar y caracterizar nutricional y sensorialmente una bebida a base de harina de amaranto, muicle y frutos rojos en comparación con una bebida a base de suero de leche, muicle y frutos rojos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se formularon dos bebidas, una a base de lacto suero, muicle, y frutos rojos (BF1), y otra con harina de amaranto, muicle y frutos rojos (BF2). En ambas bebidas se evaluaron características sensoriales con 50 voluntarios, con base en la metodología indicada por Acevedo *et al*. (2009), para ello los voluntarios calificaron las características de sabor, olor y textura de las bebidas con una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 es me disgusta mucho y 5 me gusta mucho, adicionalmente se midió la aceptación por el mayor gusto de cada voluntario por la bebida de su preferencia. Se cuantificaron nutrimentos, proteína, fibra por técnicas acido base, grasa por extracción de éter, sodio, solidos totales, minerales, pH y acidez titulable de ambas bebidas, con los métodos establecidos en diferentes normas (NMX-F-068-S-1980, NMX-F-066-S-1978, NMX-F-527-1992). Los datos obtenidos se analizaron con una prueba de comparación de medias por Tukey ($p \leq 0.05$) con el programa SAS 9.0 ®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fórmula que obtuvo mejor aceptación fue BF2, por presentar mayores porcentajes de apreciación en mejor sabor, así como más alta calificación en el valor máximo de la escala hedónica (5 me gusta mucho) en olor y textura, en el análisis sensorial (Figura 1). Esta bebida resultó con un contenido superior de fibra, proteína y pH, pero con menores valores de solidos totales, °Brix, y acidez titulable en comparación con la bebida a base de lactosuero, extracto de muicle y frutos rojos (BF1) (Cuadro 1). El contenido calórico para BF1 alcanzó las 441 kcal por porción de 365 mL, mientras que BF2 resultó de 402 kcal por la misma porción.

Los niveles de proteína y nivel calórico observados en el presente estudio difieren con los observados por Espino-González *et al*. (2018), quienes indican valores de 1.5% de proteína y 52.48 kcal, al mezclar lacto suero, amaranto y otros ingredientes, para elaborar una bebida altamente energética, con la que obtuvieron mejoras significativas en el rendimiento físico de ciclistas. Así como con el nivel de proteína de una bebida de amaranto con lacto suero (22.66%) caracterizada por

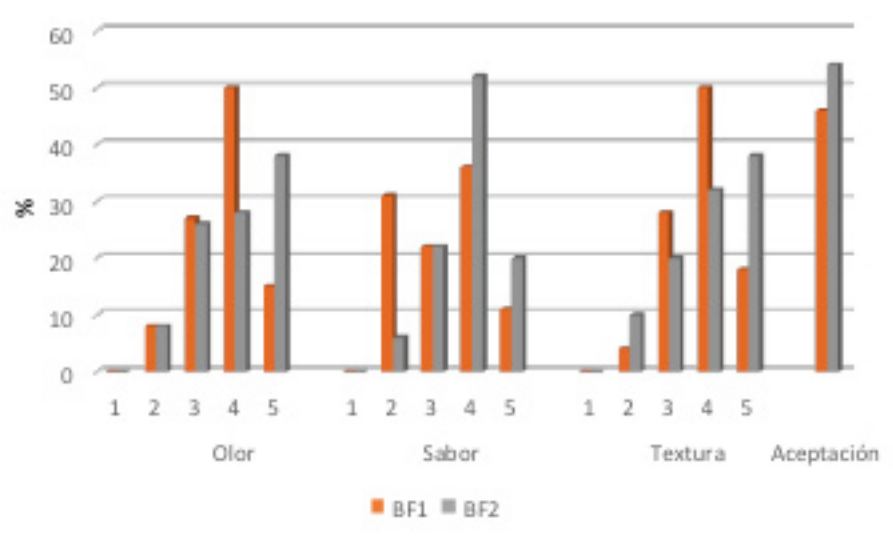


Figura 1. Análisis sensorial y aceptación de dos bebidas en un grupo de 50 voluntarios. BF1 a base de lacto suero, extracto de muicle y frutos rojos. BF2 a base de harina de amaranto, extracto de muicle y frutos rojos. Escala hedónica de 1 a 5 para características de olor, sabor y textura.

Cuadro 1. Características de dos bebidas a base de suero o harina de amaranto con extracto de muicle y frutos rojos.

Bebida	Fibra	Proteína	Na	Cenizas	Grasa	°Brix	pH	S. Tot.	Acidez
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(%)	(Ac/L)
BF1	14.49b	6.30b	1.21a	0.20a	0a	11a	4.2b	97.66a	55.44a
BF2	16.30a	9.20a	1.21a	0.20a	0a	10b	5.1a	76.40b	38.41b
DMS	1.00	3.016	0.601	0.00	0.00	0.00	0.11	2.469	11.846
ANOVA	0	<0.001	0.067	NS	NS	<0.001	<0.001	0.016	<0.001

Datos medios por columna y variable con mismo grupo de letra no son diferentes significativamente con $p \leq 0.05$ por prueba de Tukey. S. Tot. Sólidos totales.

Contreras *et al.* (2011). Por el contrario, la bebida a base de amaranto, muicle y frutos rojos (BF2), baja en sodio, puede ser ideal para personas que requieren poca energía y no digieren la lactosa o no consuman proteína animal, o inclusive para disminuir los niveles de glucosa en sangre por el efecto hipogleucémico del extracto del muicle como lo indica Navarrete *et al*. (2016). Las diferencias observadas pueden estar asociadas a las proporciones e ingredientes usados en la formulación de las bebidas (Contreras *et al*., 2011).

CONCLUSIONES

La fórmula BF2 presentó mejores características nutrimentales, un menor nivel calórico y resulta ideal para personas que no consumen o no toleran proteína animal o lactosa, así mismo obtuvo una mayor aceptación en comparación con la BF1, por alcanzar la mejor percepción sensorial de sabor, olor y textura. Resulta necesario evaluar el posible efecto hipogleucémico de las bebidas.

REFERENCIAS

Acevedo, P. I., García O., Contreras J. y I. Acevedo 2009. Elaboración y evaluación de las características sensoriales de un yogurt de leche caprina con jalea semifluida de piña. Revista UDO Agrícola 9 (2): 442-448pp.

Contreras, L. E., Jaimez, O. J., Soto, R. J. C., Castañeda, O. A. y M. J. Añorve 2011. Aumento del contenido protéico de una bebida a base de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). Revista Chilena de Nutrición. 38(3):322-330.

Espino-González, E., Muñoz-Daw, Ma. J., Rivera-Sosa, J. M., De la Torre-Díaz, Ma. L., Cano-Olivas, G. E., De Lara-Gallegos, J. C. and Enriquez-Leal, Ma. C. 2018. The influence of amaranth-based beverage on cycling performance: a pilot study. Biotecnia. 20(2):31-36. http://biotecnia.unison.mx

Navarrete, M. T. De J., Delgado, S. S Del C., Padilla, R. N., Sumaya, M. Ma. T., Calixto, O. G., Robles, B. A. y García, L. M. 2016. Propiedades hipoglucemiantes de la especie *Justicia spicigera* Schlechtendal (Scrophulariles:Acanthaceas). Métodos en Ecología y Sistemática. 11(1):24-33. https://www.researchgate.net/publication/304827928

Sepúlveda-Jiménez, G., Reyna-Aquino, C., Chaires-Martínez, L., Bermúdez-Torres, K. and Rodríguez-Monroy, M. 2009. Antioxidant activity and content of phenolic compounds and flavonoids from *Justicia spicigera*. Journal of Biological Science. 9(6):629-632.

Shama, V. J., Edirisinghe, I. and Burton-Freeman, M. B. 2014. Berries: Anti-inflammatory effects in humans. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 62:3886-3903. ACS Publications. dx.doi.org/10.1021/jf4044056.

EFECTO DE SOLUTOS EN LA CLASIFICACIÓN POR ÍNDICE DE FLOTACIÓN DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.)

Doris Nuñez-Limón[1], Enrique Ortiz-Torres[2], Mirna López-Espíndola[1], Josafhat Salinas-Ruiz[1], José Andrés Herrera-Corredor[1]*

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Postgrado en Innovación Agroalimentaria Sustentable. Km 348 Carretera Córdoba-Veracruz. 94946, Amatlán de los Reyes, Veracruz. México, C.P. 94946
[2]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km.125.5 Carretera Federal México-Puebla, Santiago Momoxpan, municipio de San Pedro Cholula, Puebla. México, C. P. 72760.
* Autor de correspondencia: jandreshc@colpos.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: Bebida funcional, aceptación, valor nutritivo, grasa, proteína.

INTRODUCCIÓN

La norma NMX-FF-114-SCFI-2009 incluye métodos de ensayo para para clasificar la calidad del grano de amaranto en Extra, Clase I y Clase II. Sin embargo, esta norma no incluye una técnica para la clasificación de granos de amaranto con respecto a su densidad. En grano de amaranto, para obtener la máxima expansión se ha reportado temperaturas de 230 a 290 °C y un contenido de humedad de grano del 12 a 14 %. (Lara y Ruales, 2002; Konishi *et al*., 2004; Zapotoczny *et al*., 2006). La humedad del grano, el método para aplicar calor y el reventado se pueden controlar y ajustar durante el procesamiento. Sin embargo, la estructura del grano es una propiedad que se origina en las características genéticas de la variedad y las condiciones de cultivo, por lo que es vital tener esta información antes de procesar el grano, en particular las características de su endospermo relacionadas con la densidad del grano y su índice de flotación. El índice de flotación es una técnica que utiliza una solución con una densidad de 1.25 g/cm^3 que se ajusta con nitrato de sodio. Sin embargo, otros solutos como la sacarosa (azúcar refinada) han sido probados en granos como maíz para reducir los costos del reactivo. El objetivo fue evaluar la técnica de índice de flotación (IF) para clasificar dos variedades de amaranto comparando los resultados con dos diferentes solutos: nitrato de sodio y azúcar refinada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó granos de amaranto de las variedades Laura y Nutrisol con 5 repeticiones cada uno. Cien granos de amaranto de cada muestra se pesaron en una balanza analítica para estimar el peso de 1000 granos. Se realizó la determinación de cenizas de acuerdo con la norma NMX-F-066-S-1978. El índice de absorción de agua se calculó como la relación entre el peso de residuo después de centrifugación y el peso seco de la muestra. Para el índice de solubilidad se calculó una relación entre el residuo de la evaporación y el peso seco de la muestra. El pH se determinó de acuerdo con la metodología 14.002 del AOAC (1984).

La determinación de humedad en las muestras de amaranto se realizó con la técnica de Zapotocizn (2006). La humedad de los granos de amaranto se ajustó a 11 y 13 % con un atomizador. Para determinar la densidad absoluta de los granos de amaranto se utilizó un picnómetro (BRAND®). La determinación del índice de flotación se basó en la metodología de la Norma Mexicana NMX-FF.034/1-SCFI-2002. El análisis estadístico empleado fue parcelas sub-subdivididas en un arreglo completamente al azar. Se compararon los efectos de los solutos (azúcar refinada y nitrato de sodio) y las variedades (Laura y Nutrisol). Los datos se analizaron con Plimmix de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a la densidad, los granos más densos fueron los de la variedad Nutrisol, mientras que los granos con menor densidad correspondieron a la variedad Laura. El contenido de cenizas de granos de amaranto estudiadas no mostró una diferencia significativa entre las variedades. Respecto al peso de mil granos, las variedades mostraron una diferencia significativa entre ellas. Los valores más altos fueron observados en la variedad Nutrisol y fueron, en promedio, 0.25 g mayores que los de la variedad Laura (0.76 g y 0.51 g para Nutrisol y Laura respectivamente).

Como se esperaba, los solutos utilizados para preparar la solución requerida para el proceso de separación de los granos por medio del índice de flotación (nitrato de sodio y azúcar refinada) indicaron que no hubo diferencia significativa para el índice de flotación (Cuadro 1). La sustitución de nitrato de sodio por azúcar refinada ya ha sido estudiada en granos de maiz y es una técnica utilizada para determinar su dureza (CIMMYT, 2016). Esto es, el IF no varió significativamente entre los dos solutos. Esto representa ventajas al sustituir nitrato de sodio con azúcar refinada que van desde la reducción de costos del reactivo hasta la disminución en la generación de desechos químicos de laboratorio. Adicionalmente esto hace posible implementar este análisis en condiciones de campo o de bodega de almacenamiento.

Cuadro 1. Índice de flotación en diferentes solutos.

Soluto	Índice de Flotación (%)
Azúcar refinada	60.52 ± 2.16 a
Nitrato de sodio	60.38 ± 2.16 a

± error estándar. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

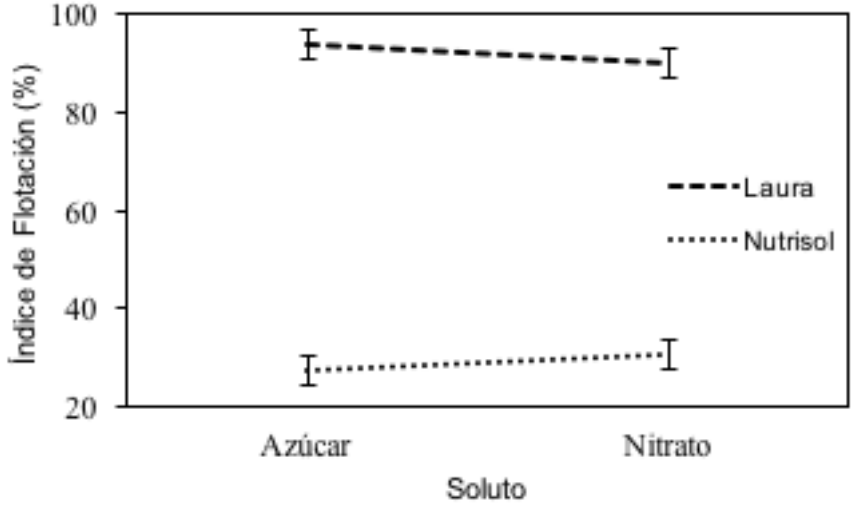


Figura 1. Índice de flotación de las dos variedades en las diferentes soluciones.

En cuanto a la comparación de variedad y tipo de soluto, no se encontró interacción entre estos factores. Solo se encontró una diferencia significativa entre las variedades (Figura 1), pero no entre el porcentaje de granos flotantes entre los diferentes solutos. Para la variedad Laura los granos flotantes en las dos soluciones no presentaron una diferencia significativa ya que los granos flotantes fueron similares (Nitrato de sodio: 90.05 %, Azúcar refinada: 93.94 %). Para el caso de la variedad Nutrisol, los resultados estadísticos tampoco presentaron una diferencia significativa entre cada una de las soluciones (Nitrato: 30.72 %, Azúcar: 27.11 %).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que la variedad Nutrisol tuvo granos más grandes y homogéneos por lo que es conveniente utilizarla. El uso del azúcar refinado utilizado como soluto para la selección de grano resultó tener valores similares al soluto "nitrato de sodio". El índice de flotación puede ser una herramienta útil para la clasificación adecuada de los granos, que permitirá evaluar la calidad de los granos y seleccionar los granos de amaranto para diferentes usos en la industria de alimentos.

REFERENCIAS

CIMMYT. (2016). Calidad de Grano para Técnicos Postcosecha. Laboratorio de Calidad Nutricional de Maíz. México D.F. P. 52.

Konishi, Y., H. Iyota: K. Yoshida; J. Moritani; T. Inoue; N. Nishimura and T. Nomura. 2004. Effect of moisture content on the expansion volume of popped amaranth seeds by hot air and superheated steam using a fluidized bed system. Bioscience, biotechnology, and biochemistry. 68(10): 2186-2189.

Lara, N., y J. Ruales. (2002). Popping of amaranth grain (*Amaranthus caudatus*) and its effect on the functional, nutritional and sensory properties. Journal of the Science of Food and Agriculture. 82(8): 797-805.

Zapotocizn, P.; M. Markowski; K. Majewska; A. Ratajski and H. Konopko. 2006. Effect of temperature on the physical, functional, and mechanical characteristics of hot-air-puffed amaranth seeds. Journal of food Engineering, 76(4):469-476.

CALIDAD GALLETERA DE HARINA INTEGRAL DE AMARANTO Y REFINADA DE TRIGO

Martínez Cruz E.[1]*, Espitia Rangel E.[1], Morales Guzmán Víctor[2], Lozano Grande A.[3], Valverde Ramos M G.[1] y L. F. Sesma Hernández[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX). Km.13.5 de la Carretera los Reyes-Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, 56250, México.martinez.eliel@inifap.gob.mx, espitia.eduardo@inifap.gob.mx. [2] Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez. Av. Universidad Tecnológica No. 1000, Tierra Negra, 73080 Xicotepec de Juárez, Puebla. victor_morales79@hotmail.com [3]Centro de desarrollo de productos bióticos. Carretera Yautepec-Jojutla, Km. 6, Yautepec, Morelos, 62731, México. lozanoazalia@gmail.com

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: Bebida funcional, aceptación, valor nutritivo, grasa, proteína.

INTRODUCCIÓN

Con base en la encuesta nacional de salud y nutrición realizada en 2012, en nuestro país, los niños en edad escolar, de ambos sexos de 5 a 11 años, presentaron 34.4% de sobrepeso u obesidad; mientras que para adultos se estimó en 73% para las mujeres y 69.4% para los hombres por lo que México ocupa el segundo lugar de obesos en el mundo (García-García *et al.,* 2008). Una de las causas más frecuente de sobrepeso y obesidad es la pérdida de balance entre la ingestión de energía y el gasto debido al consumo de alimentos ricos en energía y grasas totales. Por otro lado, existen números estudios en donde se refiere al amaranto como nutracéutico, es decir, que tiene un efecto favorable sobre la salud del consumidor (Czerwin´ski *et al*., 2004). En nuestro país el consumo per cápita galletas es 5.9 kg siendo la principal materia prima en la elaboración de estos productos la harina refinada de trigo (CANIMOLT, 2012). Una opción para incrementar su mercado es mediante la diversificación en la elaboración de productos, ofreciendo adicionalmente al consumidor mayores ventajas en el consumo de fibra y proteína. Por lo que la elaboración de productos de galletería utilizando amaranto pueden favorecer la calidad de la proteína y el consumo de fibra, para mantener o mejorar la salud del consumidor. De tal manera que el objetivo de esta investigación fue evaluar mezclas de harina refinada de trigo con harina de amaranto opaco y amaranto cristalino en función de su calidad galletera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la variedad de trigo harinero Urbina S2007 que es de masa débil- extensible apropiada para la industria de la galletería. Los genotipos de amaranto usadas fueron líneas experimentales denominadas opaca y cristalina, por lo que se obtuvieron harinas integrales de amaranto cristalino (HIAC) y opaco (HIAO), y la harina refinada se obtuvo del grano de trigo. Los genotipos de trigo y amaranto fueron generados por el programa de mejoramiento de trigo y amaranto del CEVAMEX-INIFAP, respectivamente. La harina integral

se obtuvo en un molino tipo UDY y la harina refinada en un molino Brabender (Quadrumat Senior, C.W. Brabender OHG, Alemania) y mediante un cernido a través de una malla de 129 μm de diámetro se obtuvo la harina refinada. Las mezclas evaluadas fueron: 100% HRT, 25% HIAC / 75 % HRT, 50% HIAC / 50 % HRT, 75% HIAC / 25 % HRT, 100 % HIAC, 25 % HIAO / 75 % HRT, 50 % HIAO/ 50 % HRT, 75 % HIAO/ 25 % HRT. 100 % HIAO. Se midieron características de amasado en las mezclas mediante el mixógrafo, con el método 54-40A de la AACC (2005). Una vez colocada la mezcla de harinas y agua en la taza el mezclado se realizó a 80 rpm. El amasado en el mixografo se registra mediante una imagen llamado mixograma, la prueba se detiene tres minutos posteriores a que se haya alcanzado la cima más alta de la curva. Del mixograma se calculó tiempo óptimo de amasado (min), estabilidad al amasado (min) y altura del mixograma (mm).

La calidad galletera estimada como factor galletero se realizó mediante el método 10-54 (AACC, 2005). La masa se laminó a 0.9 cm. de grosor y moldeó con un diámetro de 5.5 cm posteriormente se horneó durante 25 min a 220°C. El factor galletero se determinó utilizando 5 galletas homogéneas

Cuadro 1. Comparación de medias de las variables de amasado de mezclas de harina refinada de trigo (HRT) y harina integral de amaranto.

Mezcla	TA (min)	EAM (min)	AM (mm)
50 % HIAO/ 50 % HRT	1.0 cd	1.9 bc	34.3 c
75% HIAC / 25 % HRT	1.0 d	2.5 ba	35.5 bc
25% HIAC / 75 % HRT	1.1 cd	1.8 bc	35.3 bc
100 % HIAC	1.1 cd	1.9 bc	39.3 bc
25 % HIAO / 75 % HRT	1.3 cbd	2.0 bac	26.7 d
50% HIAC / 50 % HRT	1.3 cbd	1.5 bc	35.3 bc
100% HRT	1.6 cb	1.3 c	46.0 a
100 % HIAO	1.8 b	1.9 bc	41.3 ba
75 % HIAO/ 25 % HRT	3.0 a	2.9 a	25.6 d

HIAO y HIAC= harina integral de amaranto opaco y cristalino, respectivamente. TA = tiempo de amasado, EAM = estabilidad al amasado, AM = altura del mixograma. Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales.

Cuadro 2. Comparación de medias de las variables de calidad galletera de mezclas de harina refinada de trigo (HRT) y harina integral de amaranto.

Mezcla	Factor galletero
25 % HIAO / 75 % HRT	5.8 a
75% HIAC / 25 % HRT	5.7 a
25% HIAC / 75 % HRT	5.5 ba
100% HRT	5.3 bac
50% HIAC / 50 % HRT	5.3 bac
50 % HIAO/ 50 % HRT	5.0 bdc
100 % HIAC	5.0 bdc
75 % HIAO/ 25 % HRT	4.7 dc
100 % HIAO	4.5 d

HIAO y HIAC= harina integral de amaranto opaco y cristalino, respectivamente. Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales. Factor galletero (excelente=5.0 - 6.0, muy buena = 4.5 - 4.9, buena = 4.0 - 4.4, regular = 3.5 - 3.9 y no apto < 3.4.

en cuanto a tamaño y forma. Se midió el diámetro de cada una y su altura con un vernier. El factor galletero se calculó mediante la fórmula W/L donde: W= suma de los promedios de cinco diámetros y L= altura de las cinco galletas una sobre la otra. Con las variables medidas se efectuó un análisis de varianza con el paquete estadístico SAS y se utilizó la prueba de Tukey≤0.05 para indicar las diferencias entre las mezclas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presentan las medias para las características de amasado obtenidas del mixograma de las diferentes mezclas con harina de amaranto opaco y cristalino. Los tiempos de amasado variaron de 1 a 3.0 min. La mayoría de las mezclas con la harina integral de amaranto opaco y cristalino disminuyeron el tiempo de amasado. Lo cual concuerda con Osella *et al.* (2008) quienes indicaron que valores bajos de fuerza indicados por tiempo cortos de amasado favorecen la calidad de la galletera medida como factor galletero. Pero la mezcla 75 % de harina integral de amaranto opaco superó al testigo de 100 % de harina integral de amaranto opaco.

En el cuadro 2 se presentan los promedios de la variable factor galletero. El factor galletero varió de 5.8 en la mezcla con 25 % de harina integral de amaranto opaco a 4.5 con la harina 100 % integral de amaranto opaco. Con base en su factor galletero la mayoría de las mezclas se clasificaron como excelentes por su valor mayor a 5.0, con excepción de la combinación con 75 % de la harina integral de amaranto opaco y la muestra 100 % de harina integral de amaranto opaco las cuales se clasificaron como muy buenas por su valor entre 4.5 y 4.0. Lo anterior indica que la adición de harina integral de amaranto no incremento la tenacidad de la masa, por lo que no se encontraron combinaciones que resultaran en regulares o no aptas o con valores de factor galletero menor a 3.9 lo cual concuerda con Duyvejonck *et al.* (2012) quienes reportaron que la tenacidad de la masa se relaciona negativamente con el diámetro de la galleta lo cual disminuye el factor galletero.

CONCLUSIONES

De manera general en mezclas de harina refinada de trigo con la harina integral de amaranto opaca y cristalino se disminuyó el tiempo de amasado. Con base en su calidad galletera medida como factor galletero todas las combinaciones se clasificaron como muy buenas a excelentes por lo que el uso del grano de amaranto en productos de galletería podría favorecer su consumo además que se añadiría valor nutricional al producto.

REFERENCIAS

American Association of Cereal Chemists (AACC). 2005. Approved Methods of the AACC. (9th ed.). American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA.

Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo (CANIMOLT). 2012. Reporte Estadístico al 2012. México. CANIMOLT. México.

Czerwin´ski, J.; Bartnikowska, E.; Leontowic, H.; Lange, E.; Leontowicz, M.; Katrich, E.; Trakhtenberg, S. and Gorinstein, S. (2004). Oat (*Avena sativa L.*) and amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) meals positively affect plasma lipid profile in rats fed cholesterol containing diets. Journal of Nutritional Biochemistry 15:622-629.

Duyvejonck, A. E.; Lagrain, B.; Dornez, E.; Delcour, J. A. and Courtin, C. M. 2012. Suitability of solvent retention capacity tests to assess the cookie and bread making quality of European wheat flours. LWT-Food Science and Technology 47(1): 56-63.

García-García, E.; De la Llata-Romero, M.; Kaufer-Horwitz, M.; Tusié-Luna, M.T.; De Calzada-León, R.; Vázquez-Velázquez, V.; Barquera-Cervera, S.; Caballero-Romo, Al.; Orozco, L.; Velásquez-Fernández, D.; Rosas-Peralta, M.; Barriguete-Meléndez, A.; Zacarías-Castillo, R. y Sotelo-Morales, J. (2008). La obesidad y el síndrome metabólico como problema de salud pública. Una reflexión. Salud Pública de México 50(6):530-547.

Osella, C. A.; Robutti, J.; Sánchez, H. D.; Borrás, F. and de la Torre M. A. 2008. Dough properties related to baking quality using principal component analysis. Cienc. Tecnol. Aliment. 6(2):95-100.

DESARROLLO DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO WEIZEN ELABORADA CON AMARANTO DE LA ESPECIE *A. hypochondriacus*

*Calderón Caballero M.C.[a], López López J.E.[b], González Miguel M. E.[c] , Loreto Gómez G.[a] y Zavala Aranda S. D.[d]

[a] Ingeniería en Industrias Alimentarias, Instituto Tecnológico Superior de Uruapan, Carretera Uruapan Carapan 5555, Uruapan, Michoacán, 65000, México. carminacalderóncaballero@hotmail.com
[b] Ingeniería Agroindustrial, Universidad Tecnológica de Uruapan, Carretera Uruapan-Carapan 1200, Rancho de la Guadalupe, Uruapan, Michoacán, 60210, México
[c] Procesos Alimentarios, Universidad Tecnológica de Huejotzingo, Camino Real a San Matero s/n, Santa Ana Xalmimilunco, Huejotzingo, Puebla, 74169, México
dAsesor en la Industria Alimentaria, Uruapan, Michoacán, México

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: amaranto, doble maceración, almidones, valor agregado, diversificar

INTRODUCCIÓN

La cerveza es una antigua bebida fermentada de importancia cultural ya que ha estado presente en las tradiciones de numerosos pueblos en el mundo. Anteriormente en México la clasificación de las cervezas era alusiva a su procedencia y estatus comercial, hoy en día se considera que existen tres categorías: 1) Cerveza Industrial, 2) Cerveza artesanal, 3) Cerveza Casera; las cuales utilizan insumos como: agua, que representa el 95% de su composición, la cual debe tener características fisicoquímicas específicas, lúpulo, brinda los atributos de sabor, amargor y aroma propios que da origen a los distintos estilos de cerveza, levaduras, son microorganismos unicelulares que tienen la particularidad de transformar las moléculas de azúcar en alcohol, gas carbónico (CO_2) y calor (energía).

Uno de los ingredientes primordiales en la cerveza es la malta, de la cual se obtienen los almidones y azúcares para la fermentación, en la actualidad, las cervezas artesanales tienen la particularidad de utilizar ingredientes especiales que enaltecen el sabor, dando como resultado una bebida de mayor complejidad potencializando sus características organolépticas, tal es el caso del uso de maíz azul, maíz rojo, arroz, avena, sorgo y centeno, que son utilizados como materias primas que son fuente de almidón, capaz de ser de degradado químicamente por acción enzimática. El amaranto es una semilla con características similares a las de un cereal, con un contenido proteínico alto debido al aporte de aminoácidos (aa) esenciales, superior a la de otros cereales. El contenido de almidón es del 58 al 66%, este nutriente proporciona un valor agregado para la producción de cerveza, ya que en el proceso tradicional, se obtiene la bebida utilizando cebada sometida a un proceso de germinación y secado para activar los procesos enzimáticos presentes en el grano y obtener malta.

Debido al contenido de proteínas y aminoácidos presentes en el amaranto, el estilo de cerveza que se ajusta es del tipo Weizen, también conocidas como weissbier, las cuales son elaboradas con una mezcla de

cebada y trigo, este último en una proporción mayor a 50%. Las características de este estilo de cerveza son, color pajizo pálido a dorado, con una capa de espuma espesa, persistente y de color blanco. El alto contenido en proteínas de trigo disminuye la claridad en una cerveza no filtrada, dando como resultado turbidez. Se identifican también por ser cervezas ácidas y espumosas, con sabores parecidos a plátano o frutas, especias y clavo de olor. Por tanto el objetivo de este trabajo fue desarrollar y evaluar la calidad de una cerveza de tipo Weizen utilizando malta y amaranto (*A. hypochondriacus*), en sustitución del trigo, en proporciones similares, utilizando el método de doble maceración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia Prima: Agua, Granos de amaranto *(A. hypochondriacus) de la* comunidad de San Juan Amecac cultivado por el proceso tradicional de siembra semitecnificada de temporal, Malta (malta base cristal de dos hileras), Lúpulo (Cascade) y Levadura (*Saccaromyces cervisae* safale S-05).

El trabajo se realizó en cuatro etapas:

Etapa 1. Caracterización de la semilla de amaranto (A. *hypochondriacus*) mediante la determinación de los atributos bromatológicos.

Humedad (g agua/100 g muestra): Se determina de acuerdo al método 925.09 (AOAC 2001). Secado por estufa.
Proteína: se utilizó el método microkjendahl de acuerdo al método 954.01 (AOAC, 2001). Digestión acida.
Cenizas: fue realizada por el método gravimétrico de acuerdo al AOAC, método 923.03.
Extracto etéreo: Se determinó de acuerdo al método 920.30 del AOAC, determinación por extracto soluble en éter de petróleo sobre la muestra seca en equipo Goldfish.
Fibra cruda: Determinación de acuerdo al método 926.09 del AOAC. Digestión acido/alcalina e incineración.
Carbohidratos totales: se calcularon por diferencia.

Etapa 2. Proceso de elaboración.
El proceso para elaborar cerveza, se realizó en las instalaciones de una microcervecería de Uruapan, Michoacán; de acuerdo con lo descrito por Calderón Caballero, 2015, mediante las siguientes operaciones:

Molturación e hidratación: Se realizó la molienda tanto de la malta como del amaranto, utilizando un molino eléctrico (sin marca), se mezclaron con agua a temperatura ambiente y se dejó reposar con el fin de reblandecer el almidón del grano.
Obtención del mosto: Se realizó la maceración de la malta y el amaranto, el cual fue sometido a un tratamiento térmico previo, controlando las variables a partir de una curva de temperatura-tiempo con agua a temperatura de 68°C, para que el almidón esté disponible para ser transformado en azucares fermentables.
Doble Maceración: En este proceso (decocción) se extrajo una porción de la mezcla y se cocinó a 50°C por separado. Posteriormente se incorporó a la mezcla elevando la temperatura a 85ºC.
Filtrado: En esta etapa se separa el mosto dulce del bagazo insoluble, recirculando el mosto hasta que se forma el manto filtrante y se observa el líquido claro y limpio de cualquier impureza.
Cocción: Se lleva a cabo para evaporar el exceso de agua, inactivar las enzimas, esterilizar el mosto, remover el exceso de proteínas, coagulación de materias nitrogenadas complejas, ligera caramelización de los azúcares y solubilizar las sustancias que brindan el amargor del lúpulo. Durante el hervido se lleva a cabo la adición del lúpulo.
Enfriado: Concluido el hervido se procede al enfriado, con la ayuda de un intercambiador de calor de placas (sin marca) se baja la temperatura del mosto que está de 80 a 90°C hasta los 25ºC y se procede a inocular la levadura.
Inoculación: Las levaduras liofilizadas se deben hidratar previo a inocular. Una vez acondicionada la temperatura del mosto se inoculan inmediatamente las levaduras para evitar la contaminación microbiológica.
Fermentación: El proceso principal en la fabricación de cerveza es la fermentación del azúcar contenido en el mosto, para obtener alcohol y dióxido de carbono. Previo a este proceso es necesario convertir, con ayuda de las enzimas formadas, los componentes insolubles de la malta y el amaranto, principalmente los azúcares fermentables. La fermentación tiene lugar por siete días a una temperatura promedio de 25°C.
Clarificado y Acondicionado: El mosto se trasvasa a un fermentador secundario una vez que la fermentación inicial ha decaído, por lo que las levaduras tienden a sedimentar junto con una cantidad significativa de residuos de proteínas (turbidez). Se acondiciona adicionando azúcar antes de embotellar, para que se lleve a cabo la carbonatación en botella.

Embotellado y Etiquetado: Se envasó en botella ámbar de 355ml para posterior colocación de la corcholata y etiquetado de forma manual.
Maduración (2ª fermentación): Esta fermentación se realiza entre 8 y 10 días posteriores a su embotellado, procurando mantener sin variaciones de temperatura el área donde se almacene el producto.
Almacenamiento: El almacenamiento del producto se realiza en área fresca, que no sobre pase los 25°C.

Etapa 3. Análisis fisicoquímicos

Graduación alcohólica y densidad: Se determinó por destilación de la cerveza de acuerdo al Método de análisis B.O.E.(1985)
pH: Se utilizó un potenciómetro digital (Conductronic pH20, EE:UU), calibrado previamente con buffer pH 4 y pH 7 respectivamente, las determinaciones se hicieron por triplicado por inmersión del electrodo.
Acidez total: se determinó por valoración potenciométrica, una vez calibrado, se tomaron 10 ml de la cerveza y se titularon con NaOH 0.1N empleando como indicador azul de bromotimol hasta alcanzar un pH de 8.2. La acidez se reporta como % de Ácido láctico de acuerdo al método 22.059 del AOAC (1984). El cálculo de acidez titulable se determinó mediante la siguiente formula:

$$\text{Acidez Total (\% ácido láctico)} = \frac{V_1 \; x\, 10\, x\, 0.09}{V_2 \; x\, d}$$

Donde:

V_1 = Volumen de hidróxido de sodio, en ml, empleado en la valoración

V_2 = Volumen de cerveza, en ml

0.09 = Valor de 1 mili equivalente de ácido láctico

d = Densidad de la cerveza en g/ml, medidos a 20ºC

Color: Se empleó una tabla de referencia que muestra las escalas de color para cada estilo, evaluando por triplicado diferentes lotes y ubicando visualmente el estilo al que corresponde el color percibido.

Turbidez: Se realizó un análisis por espectrofotometría a una longitud de onda de 720nm, como una técnica alternativa, en comparación con la absorbancia que resultó del análisis de muestras de cerveza comercial estilo viena y estilo weizen.

Etapa 4. Análisis Sensorial

Se realizó una encuesta del nivel de agrado de la cerveza de amaranto, a través de una escala hedónica estructurada donde se evaluó apariencia, aroma y sabor. Los jueces fueron participantes no entrenados, asiduos consumidores de cerveza artesanal, cuyas edades oscilan entre 18 y 55 años, tomando para esta prueba 300 personas de las ciudades de Puebla, Zamora, Uruapan y Morelia, estas tres últimas del estado de Michoacán, que asistieron a festivales cerveceros, se tomaron como muestras piezas de producto terminado de diferentes lotes con la misma formulación, con la finalidad de obtener resultados variados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapa 1: Caracterización de la semilla de amaranto (*Hypochondriacus*).

En la tabla 1 podemos apreciar las características bromatológicas de la semilla de amaranto *(Hypochondriacus).* Se encontró que el contenido de carbohidratos oscila en el 66.1% el cual se aprovechará en la conversión de azúcares fermentables. Las desviaciones estándar determinadas del análisis proximal indican que las determinaciones fueron realizadas de forma adecuada, ya que el grado de dispersión es bajo.

Tabla 1 Resultados de la caracterización de la semilla *Amaranthus hypochondriacus*

Parámetros	Porcentaje
HUMEDAD	9.2 +/- 0.11
CENIZAS	2.5 +/- 0.02
PROTEINA	14.1 +/- 0.85
GRASA	1.4 +/- 0.27
FIBRA CRUDA	6.6 +/- 0.32
CARBOHIDRATOS	66.1+/- 0.50
TOTAL	100

Etapa 2: Proceso de elaboración

Se obtuvo como producto terminado una cerveza con características similares a las del estilo Weizen, los carbohidratos aportados por el amaranto resultaron productivos para la generación de alcohol.

Etapa 3: Análisis fisicoquímicos

De acuerdo a la tabla 2, la cerveza elaborada con amaranto *(Hypochondriacus)* cumple con los parámetros fisicoquímicos de una cerveza estilo Weizen, en cuanto al porcentaje de alcohol la cerveza resultó con un contenido mayor (1-1.5% en comparación a la cerveza testigo) debido a la cantidad de carbohidratos aportados por el pseudocereal. Se analizó por separado la turbidez de la cerveza en comparación con cervezas comerciales, de los estilos weizen y viena, resultando hasta un 86% mayor, como se puede observar en la tabla 4, esto se debe a la presencia de sólidos solubles que aporta el amaranto por medio de las proteínas presentes.

El color analizado se encuentra dentro de los parámetros 4 y 5, los cuales coinciden con el color del estilo weizen con la que se comparó, véase tabla 5.

Etapa 4: Análisis sensorial

Los resultados obtenidos a partir de los panelistas encuestados se aprecian en las siguientes figuras:
Apariencia: Color dorado predominante, con espuma blanca y retención media, la efervescencia por carbonatación resultó ligera.
Aroma: Los panelistas coinciden en notas florales y frutales, la presencia del lúpulo característico de esta cerveza, así como especias y el aroma a alcohol.
Sabor: Se percibió acidez, sabores cítricos, a granos tostados y caramelo, con notas florales y afrutadas. Es notorio el sabor a malta y hierbas que se atribuyen al lúpulo, final medio-seco a amargo.

Tabla 2 Análisis fisicoquímicos de cerveza de amaranto *hypochondiacus*

Muestra	Densidad g/ml	Graduación alcohólica %v/v	Acidez % alc. Láctico p/p	pH
1	1.045	5.5	1.9	4.4
2	1.048	6.4	1.6	4.4
3	1.050	6.5	1.4	3.8
PROM	1.048	6.1	1.6	4.2

Tabla 3 Características fisicoquímicas de una cerveza tipo Weizen

Característica	Parámetro
Alcohol (% v/v)	4.3-5.6
pH final	3.0 - 4.8
Densidad (g/ml) a 20°C	1.044 – 1.052

Tabla 4 Absorbancia de luz UV-Vis para medir turbidez

	CERVEZA AMARANTO					
Muestra	1	2	3	Promedio	WEIZEN	VIENA
No centrifugada	95%	86%	81%	87%	1%	3%
Centrifugada	38%	30%	22%	30%	1%	3%

Tabla 5 Análisis comparativo de color de la cerveza de Amaranto *Hypochondiacus*

Muestra	Color
1	4
2	5
3	4
PROM	4.33

Color de la cerveza	EBC	Ejemplos
	4	Pale lager, Witbier, Pilsener, Berliner Weisse
	6	Maibock, Blonde Ale
	8	Weissbier

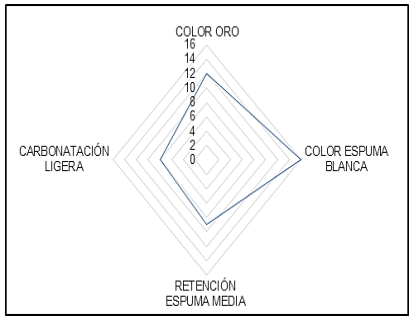


Figura 1 Resultados prueba de Apariencia

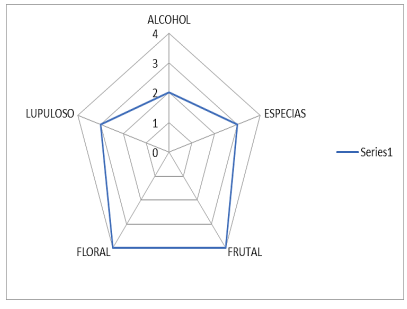


Figura 2 Resultados prueba de Aroma

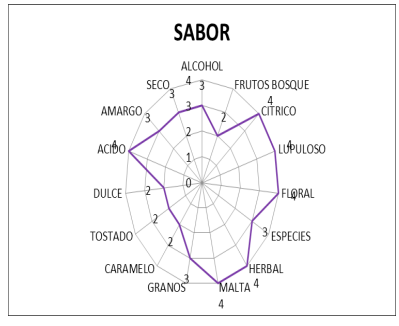


Figura 3 Resultados prueba de Sabor

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existe una relación estrecha entre el aporte de carbohidratos del amaranto, el método de elaboración de la cerveza y el porcentaje de alcohol obtenido en el producto final. De acuerdo a los resultados de las pruebas hedónicas y análisis fisicoquímicos, el producto fue de agrado para el consumidor, presentado atributos muy similares a una cerveza Weizen, los parámetros que se desvían de las características de este estilo son la turbidez y la graduación alcohólica, por lo que se recomienda trabajar en el método de clarificación para mejorar la calidad final del producto y continuar aprovechando los beneficios de la semilla de amaranto de la especie A. *hypochondriacus*. A su vez, se recomienda para futuras investigaciones, analizar el aporte nutricional de dicha cerveza.

REFERENCIAS

Calderón Caballero, M.C. (agosto de 2015). Desarrollo de una cerveza artesanal a partir de un cereal prehispánico: El caso del amaranto. Uruapan, Michoacán, México.

Gonzáles, L. y. (2000). Actividad antioxidante de la cerveza: estudios *in vitro.* Burgos, España: Universidad de Burgos.

Larousse. (2004). Larousse de los Vinos. Londres: SPES.

Rankine, B. (2000). Manual Práctico de Enología. Zaragoza, España: Grupo Latino.

BARRAS DE AMARANTO Y NOPAL PARA USO TERAPÉUTICO

Tinajero Fonseca Diana Gabriela[1], Córdova-Aguilar., M.S.[1]**, Martínez-Arellano, [I.2]

[1]Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, 04510, Ciudad de México, Apdo. Postal 70-186. [2]Cátedra Conacyt 988. E-mail: marisol.cordova@ccadet.unam.mx Tel. 56228602, ext.1312; Fax: +52 (55) 56.22.86.20.

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: Amaranto, cereales, fibra, diabetes.

INTRODUCCIÓN

El contenido de compuestos como flavonoides, ácidos fenólicos y vitaminas, así como el alto contenido de aminoácidos esenciales, en especial la lisina (Nisar Ahmad Mir 2018), hacen que el consumo de amaranto tenga un efecto positivo en la salud además de favorecer la reducción y/o prevención de enfermedades degenerativas no obstante la deficiencia en fibra. Se propone el diseño y elaboración de un alimento a base de amaranto, rico en vitaminas y altamente nutritivo además de apto, variado y económico para consumo de pacientes diabéticos, los cuales tienen un consumo limitado de productos adecuados para su salud e incluso, a un costo muy elevado.

En esta propuesta se busca utilizar el amaranto reventado como elemento principal, complementado con avena y bagazo de nopal. El bagazo es muy buena fuente de fibra, cuya presencia favorece la asimilación de la riboflavina (vitamina B_2), vitamina C, ácido fólico y vitamina E del amaranto. Se propone utilizar jarabe de agave como aglutinante y edulcorante, ya que tiene asociado un bajo índice glicémico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Por medio del análisis estadístico (STATGRAPHICS), se realizó un diseño de mezclas para elaborar barras a base de amaranto reventado, avena en hojuelas, bagazo de nopal en polvo como fuente de fibra y de jarabe de agave (avalado por la Asociación Mexicana de Diabetes). El bagazo es un subproducto de un proceso de extracción mecánica libre de solventes del mucilago de nopal para su uso como aditivo dispersante/espesante. Una vez separado el bagazo por centrifugación, se coloca en un secador de charolas a 50°C por 24 horas. El bagazo seco se somete a un proceso de molienda un minuto o hasta obtener un polvo fino (malla 100). Se realizó un diseño de mezclas dando lugar a un diseño experimental de 6 formulaciones donde los contenidos de amaranto y avena se varíaron del 20% al 40%, la fibra, de5% al 20% y el jarabe, del 10% al 30%. Las barras se elaboraron de un mismo tamaño y peso, utilizando una prensa de acero inoxidable de diseño propio. Posteriormente, se hornearon a 90°C/40 minutos, se empacaron en bolsas individuales para almacenar y evaluar al mes de almacenamiento a temperatura ambiente. Se evaluará la consistencia

por TPA marca BROOKFIELD® Texture Pro CT y con panel de consumidores. zona cada barra se le evaluará actividad de agua (aW) y % de humedad a tiempo cero, 7 y 30 días de almacenamiento. A futuro, las pruebas sensoriales a utilizar serán para determinar el nivel de agrado general y los atributos de dulzor y crujiente, utilizando una escala hedónica de nueve puntos. Así mismo se les presentará a los consumidores las seis muestras al mismo tiempo y se les pedirá que las ordenaran de acuerdo a su preferencia, de menor a mayor gusto, en los atributos apariencia, dulzor, crujiente. Finalmente, se evaluará la intensidad de los atributos dulzor y crujiente utilizando la escala justo como lo esperaba (Just About Right) de 5 puntos. Por otra parte, se harán análisis microbiológicos (hongos, coliformes y mesófilos) y un análisis nutrimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los datos de la composición nutrimental de la avena y del amaranto utilizados en estas formulaciones.

En la tabla 2 se presentan los datos del perfil de aminoácidos experimental obtenidos para ambos productos.

Para la extracción mecánica de mucílago, se utilizaron dos tipos de nopal, uno es nopal de poda o forrajero (de 5 meses o más) y el nopal de verdura, o "nopalito" que es de 15 días. Por tanto, se utilizaron los dos tipos de bagazo para elaborar las barras. Ambos bagazos tienen más de 70 % de fibra. En pruebas preliminares, se hicieron 2 mezclas, con 5% y 20%

Tabla 1. Composición nutrimental

Análisis Químico Proximal (g/100g)

Producto	Humedad	Energía (kcal/100g)	Proteína	Lípidos	Cenizas	Hidratos de Carbono	Fibra dietética
Avena	10.74	340	13.21	2.5	0.899	72.65	10.7
Amaranto	6.21	389.14	17.80	4.90	2.630	68.46	14.40

Tabla 2. *Perfil de aminoácidos*

Aminoácido	avena	amaranto
Triptófano	-	-
Treonina	0.47	0.1
Isoleucina	0.11	0
Leucina	0.49	0.38
Lisina	0.06	0.67
Metionina	0.19	0
Cisteína	0.11	0.33
Fenilalanina	0.57	0.25
Tirosina	0.46	0.22
Valina	0.30	0
Arginina	0.82	1.25
Histidina	0.14	0.18
Alanina	0.41	0.6
Ác. Aspártico	0.81	1.05
Ác. Glutámico	0.96	7.65
Glicina	0.00	0.92
Prolina	0.31	0.57
Serina	2.95	0.04

de fibra, manteniendo el jarabe de agave al 30%. Las formulaciones fueron quebradizas y difíciles de manipular después del prensado. Se agregó jarabe de agave hasta el 50% del total de la mezcla con lo cual se logró obtener una consistencia de barra firme y estable. Sin embargo, se decidió seguir la NOM-086-SSA1-1994, la cual indica que el contenido de fibra debe ser igual o mayor al 2.5 g/porción en relación al contenido del alimento original. Por ello se propusieron formulaciones hasta con 20% de fibra, variando la cantidad de avena, amaranto y 50% de jarabe de agave el cual es de bajo índice glicémico considerando que la población tipo son personas con diabetes. Se obtuvieron 3 mezclas con una humedad del 8.20, 7.20 y 4.20%, actividad de agua de 0.42. Las barras son de 9 cm x 3 cm y espesor de 1.5 cm en promedio y se empacaron en bolsas de polietileno para ser almacenadas a temperatura ambiente hasta 30 días.

La humedad y actividad de agua de la formulación con bagazo de poda no varían con respecto a los datos obtenidos con la formulación elaborada con bagazo de nopalito. Después de 7 y 30 días de almacenamiento, las muestras presentaron los mismos porcentajes de humedad y de actividad de agua. Esto implica que no hay cambios significativos y que el empaque funciona adecuadamente para la conservación de la barra.

Cabe señalar que, hasta el momento de este resumen, las evaluaciones tanto mecánicas, de textura y sensoriales están en desarrollo. Las pruebas sensoriales y microbiológicas hasta el momento son preliminares, ya que estamos en la etapa de formulación y estandarización del proceso de elaboración.

CONCLUSIÓN

Se desarrollaron 6 formulaciones a partir de una mezcla de amaranto, avena y dos tipos de bagazo de nopal. Estas barras proporcionan los nutrientes que permiten considerar los productos como botanas saludables, con carga glucémica baja y menor precio a las comerciales. El uso del bagazo de nopal, permite dar un valor agregado a un subproducto de desecho además de ofrecer una alternativa aceptable para este tipo de poblaciones.

REFERENCIAS

Guzmán-Maldonado, S. H. y Herrera-Hernández, M. G. 2011. Calidad nutricional y nutracéutica de un alimento tipo barrita preparado con harina de frijol y maíz. Revista de Salud Pública y Nutrición, Edición Especial No. 6, pp. 902-909.

Nisar Ahmad Mir, Charanjit Singh Riar, Sukhcharn Singh. (2018). Nutritional constituents of pseudo cereals and their potential use in food systems: A review. ELSEVIER, 75, 170-180. 19/08/2018, De SCOPUS Base de datos.

Steven K. Malin, Emily L. Kullman, Amanda R. Scelsi, Jacob M. Haus, Julianne Filion,

Mangesh R. Pagadala, Jean-Philippe Godin, Sunil Kochhar, Alastair B. Ross, John P. Kirwan. (2018). A whole-grain diet reduces peripheral insulin resistance and improves glucose kinetics in obese adults: A randomized-controlled trial. Metabolism Clinical and Experimental, 82, 111-117. 16/08/2018, De SCOPUS Base de datos.

CABEZAL ADAPTABLE A TRACTOR AGRÍCOLA CONVENCIONAL PARA LA COSECHA DIRECTA DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.)

Vargas Sállago J. M.[1]*; Reyes Amador A.[2]; Gutiérrez Martínez J. O.[1]; Jiménez Regalado R.[1]; Cervantes Osornio R.[1]; Tavitas Fuentes L[3]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Programa en Mecanización, Campo Experimental Valle de México-CIRCE. Carretera Los Reyes-Lechería, km 18.5, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230. (gutierrez.juan@inifap.gob.mx; jimenez.ramon@inifap.gob.mx; cervantes.rocio@inifap.gob.mx); [2] Universidad Autónoma Chapingo, Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Chapingo, Texcoco, edo. México, C. P. 56230 (arma234@hotmail.com); [3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Programa en Recursos Genéticos. Campo Experimental Zacatepec-CIRPAS, Carretera Zacatepec - Galeana Km. 0.5, Zacatepec, Morelos, México CP. 62780 (tavitas.leticia@inifap.gob.mx). *Autor de correspondencia: vargas.manuel@inifap.gob.mx.

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: mecanización, hidráulico, trilla.

INTRODUCCIÓN

El amaranto tiene enormes posibilidades y perspectivas de desarrollo, sin embargo presenta rezago principalmente en tecnologías de la producción (Cortés *et al.,* 2009). Precisamente por la falta de ayudas mecánicas, diseñadas exprofeso para este cultivo y accesibles en términos económicos, actualmente los agricultores de amaranto siguen realizando la labor de cosecha de forma manual con ayuda de machete o de oz. Este método implica pérdidas de grano desde el corte hasta el trasporte a las cabeceras; adicionalmente, los costos de producción se elevan, pues las labores manuales representan alrededor de 40 % de la estructura total de costos (Espitia, 2010). Tan sólo se requieren de al menos 10 jornales por hectárea para llevar a cabo la siega de las panojas para posteriormente pasar a una trilla convencional o semi-mecanizada (Tavitas *et al.,* 2012). En algunos lugares se ha intentado modificar máquinas combinadas con mesa de corte de cereales que, sin embargo, no dan el resultado deseado en la trilla, además de tener una reducción del rendimiento debido al propio carácter dehiscente del amaranto (Barrales *et al.*, 2010). Como objetivo de este trabajo se planteó el diseño y construcción de un equipo que permita la cosecha directa de las panojas de amaranto y sea accionado por medio de las tomas de potencia de un tractor agrícola convencional. Se pretende que este desarrollo, como eslabón de un sistema de trilla mecanizado, permita apoyar el decreto de la cruzada contra el hambre en áreas marginadas del país, no sólo en temas económicos, sino también en tecnológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó el modelo sinérgico de desarrollo de productos en donde se consideraron todas las aportaciones de las personas involucradas en el proyecto, directa o indirectamente, y en donde los detalles del diseño se especifican en las primeras etapas de éste. Para el desarrollo del proyecto se aplicó una

herramienta desarrollada en Japón, conocida como “Despliegue de las Funciones de Calidad” (QFD: Quality Function Deployment), la cual consiste en determinar sistemáticamente todos los requerimientos de los consumidores finales del equipo, para después traducirlos a requerimientos técnicamente mensurables, con el objetivo de saber las características que debe satisfacer el producto final (Watanabe, 2002). Para el diseño conceptual se estableció la descomposición funcional, así como el árbol de funciones correspondiente. Posteriormente se elaboró una tabla morfológica de diseño que sirvió de herramienta para la evaluación de los conceptos así como la selección de la mejor alternativa. Posteriormente, partiendo de la información generada en el diseño conceptual definitivo, se inició la fase de diseño de detalle para lo cual se emplearon programas CAD para elaborar los dibujos técnicos necesarios para la construcción de los componentes, así como los diseños 3D para realizar análisis estructurales. Como producto de esta etapa se obtuvieron de las dimensiones, materiales, modelos e integración de los diferentes componentes para los medios de accionamiento de los subsistemas que componen el equipo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la ponderación de cada una de las cuatro opciones en función de los requerimientos especificados para el equipo y del peso relativo, que se obtiene del análisis de importancia de requisitos de diseño, se empleó el método Pough, del cual se obtiene el cuadro 1. A partir de dicha información se conceptualizó el diseño sobre el que se desprendió el diseño de detalle.

La matriz de información se basa en estas reglas de decisión, 0 = opción que pude cumplir el requerimiento deseable; +1 = opción que cumple de mejor manera el requerimiento evaluado respecto de la referencia deseable; -1 = opción que cumple de menor manera con el requerimiento evaluado respecto de la referencia deseable.

Del cuadro 1, el cabezal para la cosecha directa de amaranto resultante es un equipo adaptable a un tractor convencional de al menos 40 Hp a la toma de fuerza (TDF) y con al menos un par de tomas auxiliares del sistema hidráulico. Permite el corte directo en campo de las panojas de amaranto con la finalidad de llevar a cabo una trilla mecanizada en otro implemento acoplado al mismo tractor. Tiene deflectores para llevar a cabo el corte de tres surcos de forma simultánea mediante discos dentados y seis bandas acarreadoras (Figura 1), todos los sistemas son activados por medio de motores hidráulicos. El material se trasporta a la salida por medio de gusano sinfín. El corte se logra desde una altura referenciada al suelo de 57 a 145 cm, situación que permite cortar panojas de cultivos con una altura de hasta 2.00 m. La forma elegida del cabezal es cóncavo de estructura cerrada para evitar pérdidas de grano desprendido durante el proceso.

Para garantizar la estabilidad del diseño, se realizaron análisis estructurales (Figura 2) sobre los diseños, empleando diferentes materiales, hasta satisfacer el nivel de deformación máximo propuesto. Después de la construcción y ensamble de los componentes, abajo, en la figura 3, marcado en color verde están las palancas del control hidráulico del equipo; en color marrón se resaltan las barras

Cuadro 1. Evaluación de conceptos de diseño.

Requerimiento	Conceptos				Peso relativo (%)
	opc 1	opc 2	opc 3	opc 4	
1a	-1	0	-1	**1**	20
1b	-1	0	**1**	-1	15
2a	**1**	-1	0	-1	10
2b	**1**	-1	-1	0	5
2c	-1	-1	**1**	0	2.5
2d	-1	-1	**1**	-1	7.5
2e	-1	0	0	**1**	10
3a	0	-1	0	**1**	7.26
3b	0	-1	-1	**1**	10.56
3c	-1	**1**	0	-1	12.21

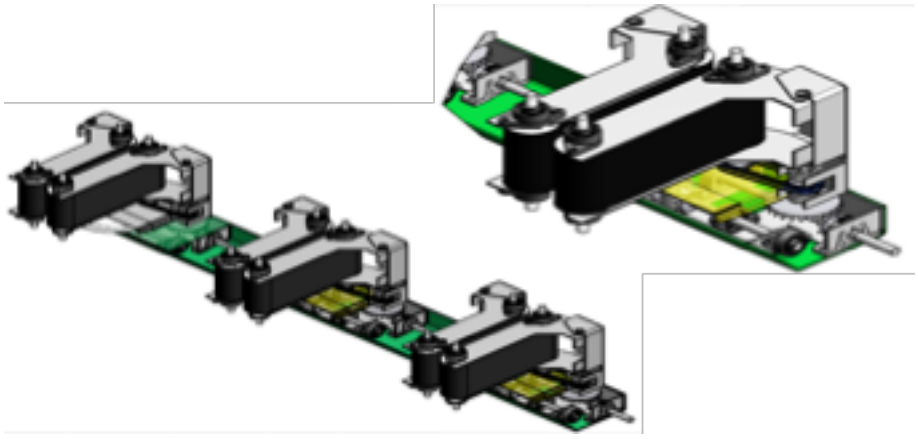


Figura 1. Barra de corte y alimentación de la máquina. Cuenta con unas bandas laterales autoajustables para diferentes diámetros de tallos.

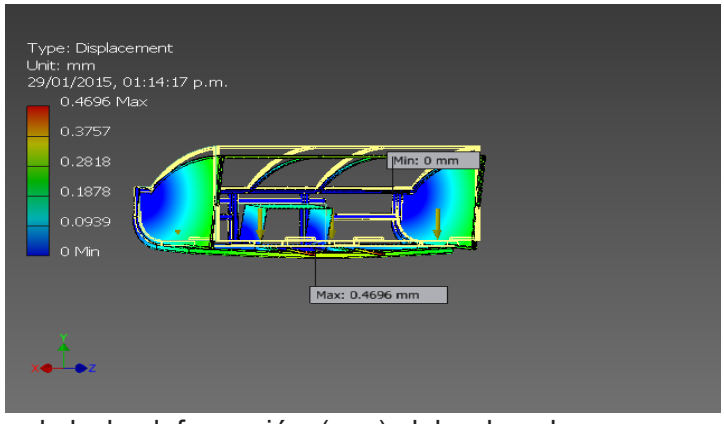


Figura 2. Análisis estructural de la deformación (mm) del cabezal con una carga simulada de 3000 N adicionales a su propia masa.

Figura 3. El cabezal de cosecha de amaranto funciona por medio de la potencia hidráulica del tractor, mientras que el sistema de trilla funciona por medio de una flecha cardán que impulsa los mecanismos mecánicos.

de simetría paralela que permite la elevación y descenso del cabezal siempre en posición horizontal de los discos de corte; en color azul, se ubica el equipo de trilla de tiro (también fabricado como parte del proyecto) que es el complemento de este sistema de cosecha.

Se ha demostrado el equipo con algunos productores de amaranto (Figura 4), a partir de lo cual se han recabado oportunidades de mejora al diseño para complementar esta tecnología de cosecha mecanizada.

CONCLUSIONES

Derivado del proyecto fiscal del INIFAP número 16353032539 se generó este prototipo con el cual se pretende dar solución a la necesidad de

Figura 4. Evento demostrativo del equipo de trilla con ejidatarios de Acolman, Estado de México.

herramientas que permitan mecanizar el proceso de cosecha del amaranto; a pesar de ser sólo un eslabón de un sistema de trilla mecanizado, este equipo puede ser accesible en términos económicos toda vez que la fuente de potencia que acciona todos los subsistemas proviene de un tractor agrícola convencional.

RECOMENDACIONES

En próximos trabajos llevar a cabo la prueba del prototipo con al menos 5 variedades de amaranto que más comúnmente se cultivan, pues la variación en la cantidad y disposición de hoja, así como resistencia del tallo a la flexión, además del carácter dehiscente individual podrán sugerir mejoras a este desarrollo. Es necesario validar ampliamente este desarrollo a fin de que esta tecnología se pueda implementar a nivel nacional, en zonas donde la producción de amaranto permite el ingreso con tractor, por ejemplo con agricultores de amaranto en los estados de Morelos, Tlaxcala, Puebla, Estado de México, zonas rurales de la Ciudad de México, inclusive Oaxaca.

Referencias

Barrales D. J. S., E. Barrales y E. Barrales. (2010). Amaranto. Recomendaciones para su producción. Universidad Autónoma Chapingo, Plaza y Valdés y Fundación Produce Tlaxcala. México D.F. 166 p.

Cortés E. L., R. E. Espitia, V. P. Rivas, y C. J. M. Hernández. (2009). Diagnóstico socioeconómico de la producción de amaranto en Valles Altos. VI Reunión Nacional de Innovación Agrícola. León, Guanajuato, México. 327 p.

Espitia Rangel E., S. C. Mapes, L. D. Escobedo, O. M. De la O, V. P. Rivas, T. G. Martínez, E. L. Cortés, y C. J. M. Hernández. (2010). Conservación y uso de los recursos genéticos de amaranto en México. INIFAP, México. 200 p.

Tavitas, F. L.; Hernández A. L. y Valle V. M. (2012). Paquete tecnológico para el cultivo de amaranto en el estado de Morelos. Folleto técnico número 62. INIFAP. 29 p.

Watanabe, J. 2002. Curso de diseño mecánico. Sección de Estudios de Posgrado. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Instituto Politécnico Nacional. México, D. F. Libro. pp. 10-11.

BARRA DE AMARANTO Y MIEL DE ABEJA

Biviano-Pérez C. *, Chávez-Puentes A., Aguirre-García, M.

Av. Tecnológico S/N, San Pablo Actipan, C.P. 75200, Puebla, Tepeaca
carolbip@yahoo.com

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: Amaranthus, barra, miel de abeja.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tuvo como finalidad determinar las condiciones de proceso para la elaboración del dulce típico “alegría”, a base de amaranto y miel de abeja, y la capacitación a productores de amaranto. La importancia del amaranto (*Amaranthus*) radica en su alto valor nutritivo, tanto en cantidad como en calidad de proteína, superando a cereales de uso común como trigo (*Triticum aestivum*), arroz (*Oryza sativa*), avena (*Avena sativa*) y maíz (*Zea mays*) (Morales *et al.*, 2009). De acuerdo con Barba de la Rosa *et al.* (2009), el amaranto produce semillas con niveles elevados de proteína total, así como del aminoácido lisina, generalmente deficiente en otros cereales (Belton y Taylor, 2002), por lo que puede colocarse en diferentes nichos importantes de mercado.

El amaranto tiene un alto valor nutritivo siendo mayor, en términos generales, al que presentan maíz, trigo y arroz, quienes proveen más de la mitad del aporte energético de la dieta humana actual. Además de poseer un mayor aporte energético que los tres cereales mencionados anteriormente, el amaranto también aporta más proteína con un mejor balance de aminoácidos esenciales, así como mayor cantidad de calcio, hierro, magnesio, fósforo y potasio (Aragón *et al.*, 2018).

El amaranto se ha consumido por poblaciones rurales, generalmente originarias, donde de acuerdo con las condiciones de nuestro país, la mayoría de la población se encuentra en condiciones de pobreza. En esta situación destaca los problemas nutricionales y de salud, así como el reducido acceso a los servicios médicos, por lo que el consumo de amaranto es importante debido a las propiedades benéficas para la salud (Aragón *et al*., 2018).

El cultivo del amaranto en el estado de Puebla en el municipio de Tochimilco representa un alto valor económico del mercado nacional. Por ello, se ha convertido en una actividad productiva importante para contribuir al ingreso económico de las familias campesinas de Tochimilco. El manejo para la producción se realiza, principalmente, con técnicas tradicionales, con variaciones en el grado de uso de prácticas que incorporan tecnología, sin embargo, no se cuenta con información económica de los costos y beneficios que los tipos de manejo aportan a los agricultores (Sánchez, 2016).

La miel es un producto natural alimenticio de alto valor nutritivo que ha sido utilizado en la medicina tradicional de todo el mundo por sus propiedades curativas, antibacterianas y antiinflamatorias. Diversos estudios indican que la miel posee propiedades quimiopreventivas e inmunorreguladoras, así como fuente potencial para servir como antioxidante natural alimenticio (Fauzi *et al.*, 2011 citado por Cauich, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de elaboración de alegrías se desarrolló en el Laboratorio de la Ingeniería en Alimentos del Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca en tres etapas las cuales se describen a continuación. Las barras se desarrollaron de forma artesanal para evitar encarecer el producto.

Materia prima

Las semillas de amaranto reventadas, la miel de abeja y los limones se adquirieron en el municipio de Tochimilco.

Formulación y elaboración del producto

Se realizaron varias pruebas para determinar la temperatura idónea para obtener la mezcla de los ingredientes, con la que se obtuviera una "alegría" de textura firme y crujiente. En una olla de peltre de 5 L. se depositó la miel de abeja y se agregaron 5 ml de jugo de limón, se elevó la temperatura hasta un rango de 132-135 °C, se adicionó el amaranto reventado, las pasas y se mezcló con una pala de madera, la pasta se agregó a moldes plásticos rectangulares de de 12 x 5 cm para dar la forma de barra, se dejó enfriar la pasta hasta obtener una estructura firme, se empacaron en bolsas de celofán y se sellaron con una selladora de brazo manual ZCS300A y fueron almacenadas a temperatura ambiente (Fig. 1).

Se envió la muestra de barras de amaranto al Laboratorio certificado Silliker México S.A. de C.V. para realizar los análisis bromatológicos y microbiológicos.

Realización del taller de capacitación a productores

Con la formulación establecida y las condiciones de proceso determinadas, se realizaron talleres de capacitación en el municipio de Tochimilco, Puebla, en los cuales se enseñó a los productores la técnica de elaboración de las "barras de amaranto y miel de abeja".

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Formulación y elaboración de barras

Los productos obtenidos La proporción determinada de los ingredientes en las alegrías

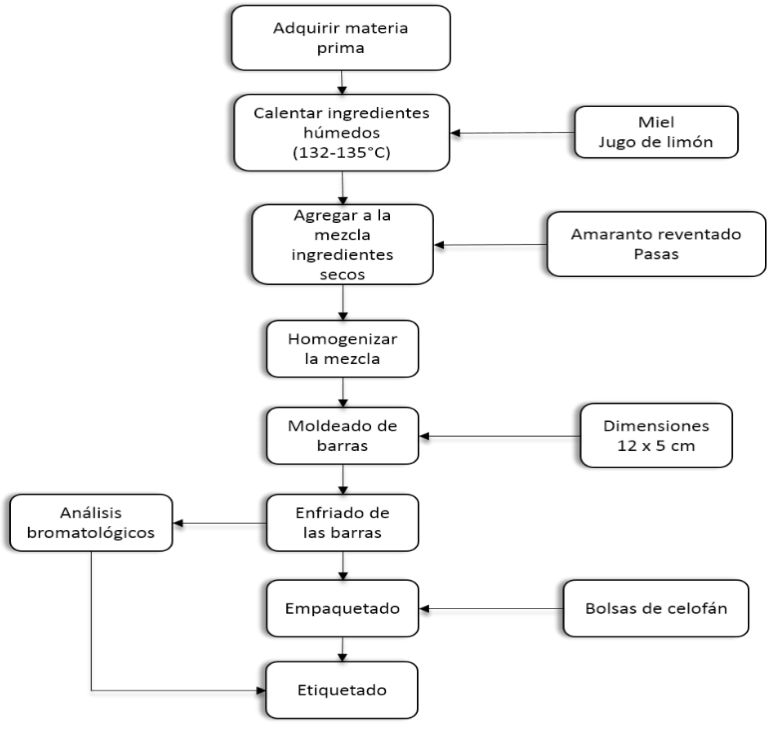


Figura 1. Diagrama de proceso de elaboración de barras de amaranto.

fueron amaranto (32%), jugo de limón (2%), miel de abeja (58%) y pasas (8%), el rango de temperatura de la miel para realizar la pasta fue de 132-135 °C, con estas condiciones, se obtuvo un producto firme y crujiente.

Los resultados nutrimentales del producto evaluados por el laboratorio SILLIKER ubicado en la Ciudad de México fueron los siguientes, 5.82 % de humedad, 1.46 % de cenizas, 6.73 % de lípidos y 6.7 % de proteína, el 79.29% restante corresponde a los carbohidratos obtenidos por diferencia (Tabla 1).

En cuanto a los análisis microbiológicos ser realizaron pruebas de coliformes totales en placa por la NOM-113, levaduras por NOM-111, mesofílicos aerobios por NOM-092 y mohos por NOM-111, los cuales se encontraron dentro de los límites establecidos.

Tabla 1. Tabla nutrimental de barra de amaranto y miel de abeja.

Tamaño de la porción: 100g
Cantidad por porción.
Contenido energético: 1672.42 kJ (395.49 kcal)
Grasas (Lípidos): 6.730 g **de la cual:** Grasa saturada: 1.52 g Grasa poliinsaturada: 1.48 g Grasa monoinsaturada: 3.73 g Grasa trans: 0.00 g Colesterol: 0.00 mg
Sodio: 28.0 mg
Carbohidratos totales (Hidratos de carbono): 79.29 g **del cual:** Azúcar: 48.26 g Fibra dietética: 2.26 g
Proteína: 6.70 g

Tabla 2. Comparativa de la barra comercial con la barra de amaranto y miel.

	Barra orgánica superfoods Nutri Well (100g)	**Barra de amaranto y miel (100g)**
Contenido energético (kcal)	367*	395.49
Contenido energético (kJ)	1550*	1672.45
Grasas totales (g)	7*	6.73
Carbohidratos (g)	70*	79.29
Azúcar (g)	33*	48.26
Fibra dietética (g)	13*	2.26
Proteína (g)	7*	6.70
Na (mg)	50*	28

*Etiqueta de empaque de 16 piezas de “Barra orgánica superfoods Nutri Well”

En la siguiente tabla se muestra un comparativo con un producto comercial denominado “Barra orgánica superfoods Nutri Well” (Tabla 2):

La barra de amaranto y miel presentó valores similares en cuanto a contenido energético, con respecto a grasas totales y contenido de sodio (aspectos importantes que los consumidores exigen a la hora de comprar este tipo de producto) se observaron valores más bajos que el producto comercial esto es debido a los ingredientes utilizados para su elaboración.

Con respecto a la capacitación de los productores, el taller se llevó a cabo en el Municipio de Tochimilco, se impartió en las casas de los productores, asistieron 50 personas, entre las cuales estaban, esposas, hijos, hijas y productores de amaranto, los cuales elaboraron las barras con el amaranto que ellos cosecharon y la miel de la región, se promovió el uso de las buenas prácticas de manufactura para la elaboración de los productos, los resultados fueron satisfactorios, porque se les enseñó a producir las barras con la técnica establecida, usando utensilios fáciles de conseguir, esta fue una alternativa para que los productores consumieran el amaranto y la miel, además de poder vender las barras a un precio más elevado, en comparación con la semilla de amaranto sin tostar, que es la forma en que los productores la comercializan comúnmente.

CONCLUSIONES

Con la elaboración de este producto se pretendió dar a los productores de amaranto una opción de comercialización semi-industrializada del amaranto que producen en la región de Tochimilco Puebla.

REFERENCIAS

Aragón, C., Ramírez, B., Montero, M., Araque, R., y Pérez, J. (2018). Valoración por el consumidor de las características hedónicas, nutritivas y saludables del amaranto. Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento, 6 (16).

Barba de la Rosa, A. P., Fomsgaard, I.S., Laursen, B., Mortensen, A. G., Olvera, L., Silva, C., Mendoza, A., De León, A., and González, J. (2009*). Amaranth (Amaranthus hypochondriacus) as an alternative crop for sustainble food production: phenolic acids and flavonoids with potential impact on its nutraceutical quality*. Journal of Cereal Science 49 (1), 117-121. doi:10.1016/j.jcs.2008.07.012

Belton, P., and J. R. N. Taylor. (2002). *Pseudocereals and less common cereals*. Nueva York: Springer.

Cauich, R., Ruiz, J., Ortíz, E., y Segura, M. (2015). *Potencial antioxidante de la miel de Melipona beecheii y su relación con la salud: una revisión. Nutrición Hospitalaria*, 32(4), 1432-1442.

Morales, J. C., Vázquez, N. y Bressani, R. (2009). *El amaranto: Características físicas, químicas, toxicológicas y funcionales y aporte nutricio.* México: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Sánchez, J., Argumedo, A., Álvarez, J., Méndez, J y Ortiz, B. (2016). *Análisis económico del sistema sociotécnico del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla.* Acta Universitaria, 26 (3), 95-104.

SOPLADORA PARA LA LIMPIEZA DE SEMILLA DE AMARANTO

Jiménez Regalado Ramón*[1], Gutiérrez Martínez Juan Oliver[1], De la O Olán Micaela[1], Vargas Sállago José Manuel[1]

[1]Campo Experimental Valle de México, km 18.5 Carretera Los Reyes-Lechería, Chapingo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230. INIFAP, SAGARPA.
jimenez.ramon@inifap.gob.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: Producción, mecanización, limpieza.

INTRODUCCIÓN

La limpieza de granos y semillas se realiza utilizando, en general, cribas de diversos tamaños de acuerdo al tamaño y forma de las mismas, y ventiladores para eliminar el polvo y tamo que no se pueden separar por medio de las cribas. La limpieza de granos es recomendable hacerla para obtener un producto de mejor calidad y poder tener un mejor precio de venta. Para el caso de semilla o grano de amaranto, y otros granos de tamaño muy pequeño como chía, ajonjolí, etc., la limpieza no es fácil de lograr, principalmente en lo referente a la separación del grano y el tamo. El uso de ventiladores ayuda a la separación pero debe, de alguna forma, disminuirse el flujo de aire, para evitar que los granos de amaranto sean acarreados junto con el tamo. Por otro lado, el flujo de material (amaranto y tamo), también debe ser controlado para obtener semilla razonablemente limpia. Con el fin de limpiar el grano cosechado de parcelas demostrativas y experimentales, se adaptó un motor de corriente directa y un variador de frecuencia a una sopladora de origen japonés marca KUMAGAI. La sopladora mencionada tiene una tolva con una compuerta que puede cerrarse, para controlar el flujo de material a limpiar. Con estas dos características, control del flujo de aire y control de la cantidad de material a limpiar, se logró obtener semilla limpia hasta con un 99% de pureza. Se realizó una demostración de la sopladora para productores de amaranto de Tulyehualco, quienes opinaron que les podría servir con algunas modificaciones. La nueva sopladora debería ser de acero inoxidable, con cuatro salidas. La sopladora original es de lámina negra con dos salidas. Las modificaciones sugeridas se llevaron a cabo y se construyó el nuevo modelo de sopladora. El presente trabajo muestra la construcción y evaluación de la sopladora para la limpieza de amaranto.

MATERIALES Y MÉTODOS

La adaptación y rediseño de la limpiadora se realizó por personal del CENEMA. Los dibujos técnicos se hicieron utilizando el paquete de apoyo al diseño SolidWorks. El diseño se basó en la sopladora marca KUMAGAI, a la cual se le agregaron dos salidas de material limpio y se le adapto un motor de 0.5 hp y un variador de frecuencia Marca Weg. La construcción del prototipo y las evaluaciones preliminares se llevaron a cabo en el taller del propio Centro. Los materiales utilizados fueron: lámina de acero inoxidable, motor

eléctrico de 0.5 hp, variador de frecuencia, poleas y banda para la transmisión. La sopladora construida se presenta en la Figura 1. Para la evaluación se utilizó amaranto de las Variedades Nutrisol y Revancha, cosechado en parcelas demostrativas. Durante la evaluación se midió el rendimiento de la sopladora (kg/h) y el porcentaje de impurezas (%). Se registró la mano de obra necesaria. Para la evaluación se utilizó el siguiente material: bolsas para muestras, costales, cronómetro, báscula.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La construcción de la sopladora se realizó en el taller del CENEMA, el financiamiento fue a través de apoyos gestionados por los productores. Todas las piezas se cortaron y doblaron en el propio taller, con excepción de las láminas laterales, las cuales se mandaron a un taller de la localidad. La sopladora consta de las siguientes partes: Tolva, ventilador, ducto, cuatro salidas de material limpio, una salida de tamo, base para motor, motor, variador de frecuencia, cuatro patas, conexión eléctrica, deflectores para ajustar la salida del material y una palanca para abrir y cerrar la tolva. Es operada con energía eléctrica de 110 v. la manera de operarse es la siguiente: se conecta a una toma eléctrica doméstica (110 v), se llena la tolva de material a limpiar, se enciende el variador de frecuencia, con su potenciómetro se hace trabajar el ventilador hasta una velocidad conveniente, se abre la salida de la tolva, se revisa que el material este saliendo limpio, se ajusta la velocidad del ventilador hasta que el material salga limpio y que no se tengan perdidas de grano por la salida del tamo. Para la evaluación de la sopladora se utilizaron las variedades Nutrisol y Revancha, las cuales contenían desde 8% hasta 15% de tamo. El rendimiento de la sopladora fue de 80 kg/h hasta 120 kg/h, con un operador. Comparado con el rendimiento cuando se utilizan ventiladores domésticos es de dos a tres veces mayor. La sopladora sólo separa el tamo de la semilla, no puede separar residuos de fierro, o material más pesado que el grano de amaranto. El costo de construcción (material y mano de obra) de la sopladora de amaranto es de aproximadamente $ 25,000.00 (Veinticinco mil pesos 00/MN)

CONCLUSIONES

(1) Se adaptó y construyó una sopladora para amaranto, (2) La sopladora es capaz de obtener material hasta 99% puro, (3) Con la sopladora se obtiene un rendimiento dos a tres veces mayor que con ventiladores domésticos.

RECOMENDACIONES

Con el fin de reducir costos se podría fabricar una sopladora con lámina negra y utilizar un motor de corriente directa con un variador de frecuencia doméstico.

REFERENCIAS

Jiménez R.R, y Grimaldo G. JP. 2016. Adaptación, construcción y evaluación de una sopladora para amaranto. Informe técnico. 24 p. CENEMA, INIFAP.

Jiménez R.R, y Grimaldo G. JP. 2017. Sopladora para la limpieza de amaranto. Desplegable para productores. 2 p. CENEMA, INIFAP.

Figura 1. Sopladora de amaranto.

HIDROLIZADOS PROTEÍNICOS DEL GRANO DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*) OBTENIDOS MEDIANTE FERMENTACIÓN SUMERGIDA QUE PRESENTAN ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA

Jiménez Ramos, B. J.[1]; Lopez Diaz, K. A.[1] y Reyes Bautista, R.[1]*

[1]Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincon, División de Ingeniería Bioquímica. Blvd. del Valle # 2301, Col. Guardarrayas, Purísima del Rincón, Guanajuato, 36413, México. *raul.reyes@tecpurisima.edu.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: actividad antimicrobiana, bacterias ácido lácticas, fermentación sumergida

INTRODUCCIÓN

Existe una larga historia sobre los procesos de fermentación en la producción de alimentos. Las semillas comestibles, como ciertos frijoles y granos de cereales, son importantes en la dieta humana y brindan muchos beneficios para la salud. Varios microorganismos, tales como bacterias de ácido láctico, hongos y levaduras, considerados generalmente como seguros (GRAS), se usan comúnmente para fermentar semillas comestibles y sus productos. La fermentación puede cambiar los componentes bioactivos y producir nuevas bioactividades. Las semillas comestibles fermentadas y sus productos contienen componentes bioactivos mejorados, especialmente ácido γ-aminobutírico y compuestos fenólicos naturales, y poseen diversas bioactividades, como efectos antimicrobianos, antioxidantes y anticancerígenos, y, por lo tanto, pueden recomendarse como una parte importante de la dieta humana, o pueden convertirse en alimentos funcionales para ayudar en la prevención de ciertas enfermedades crónicas (Gan *et al*., 2017). La utilización de bacterias ácido lácticas (BAL) podría ser de gran aplicación para el desarrollo de alimentos funcionales.
El amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L) es un pseudocereal con un contenido de proteínas entre 16-20% mayor a los cereales comunes. Debido al gran contenido de proteínas, este pseudocereal ha sido objeto de estudio debido a que contiene secuencias encriptadas con funcionalidad biológica. La hidrólisis enzimática libera biopéptidos a partir de proteínas; sin embargo, hay información limitada sobre la bioactividad de los péptidos de las proteínas de amaranto. Trabajos previos han mostrado por análisis *in silico* e *in vitro* que en las proteínas de este grano se encuentran diversas secuencias capaces de ejercer diversas actividades biológicas como: antihipertensiva, antioxidante, antimicrobiana, antitrombótica, anticancerígena, entre otras (Reyes-Bautista, 2017). Por lo que el objetivo del presente trabajo fue obtener hidrolizados proteínicos que, obtenidos mediante fermentación sumergida; mediante BAL, presentaran actividad antimicrobiana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó grano de amaranto de la especie *Amaranthus hypochondriacus* adquirido en Tulyehualco, Ciudad de México. Todos los reactivos utilizados fueron grado analítico. Los granos de amaranto se sometieron a una molienda utilizando un molino (KRUPS GX4100), tras la que la harina obtenida se pasó a través de un tamiz con tamaño de malla de 0.25 mm. La grasa contenida en

la harina de amaranto fue extraída utilizando acetona (5 mL/g) en agitación constante a temperatura ambiente durante 16 h (3 repeticiones), seguido de filtración al vacío y un lavado con éter etílico (4 mL/g). La extracción de las proteínas se realizó de acuerdo a lo reportado por Soriano-Santos *et al*. (1992) y Barba de la Rosa *et al*. (2010) cuyos métodos se basan en la solubilidad de diferentes fracciones peptídicas. El contenido de proteína se cuantificó por el método de Bradford (1976). El contenido de nitrógeno total se determinó por el método de Kjeldahl (AOAC, 2000) utilizando un factor de conversión de 5.87.

El grado de hidrólisis (GH) se determinó cuantificando los grupos amino libres, bajo el método Cd-Ninhidrina (Folkertsma y Fox 1992). El GH se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación:

Donde *h* es el número de enlaces peptídicos que se hidrolizaron y h_{tot} el número total de enlaces peptídicos presentes en la proteína nativa, el cual se determinó por hidrólisis con HCl 6 N a 120°C durante 24 h. Ambos *h* y h_{tot} son expresados en meq L-Leucina/g proteína, previa elaboración de una curva patrón de L-Leucina. El cultivo de bacterias ácido lácticas (BAL) se realizó en caldo MRS y se inocularon en los medios entre 4 y 6 h en una concentración de 1 x 10^8 cel/mL, monitoreando su crecimiento por sonda de densidad óptica. La evaluación de la actividad antimicrobiana se realizó mediante por el método modificado y descrito por Papagianni *et al.* (2006), Se utilizaron como microorganismos indicadores cultivos de *Staphylococcus aureus* y *Salmonela typhi*, estos microorganismos se cultivaron en caldo LB durante 24 h a 37 °C. Posteriormente 50 mL de cada uno de los cultivos se transfirió a un matraz que contenía 200 mL de medio fresco y se incubaron por 3 h a 37 °C y con una agitación de 150 rpm para obtener células en fase de crecimiento logarítmica. Los tubos contenían 0.5 mL de los caldos de cultivo a analizar o bien caldo de cultivo estéril (control) y 2 mL de caldo de cultivo con el microorganismo indicador con una absorbancia inicial de 0.120. Se midió la absorbancia a 650 nm de todos los tubos después de 1, 2, 3 y 4 h de incubación (37°C).

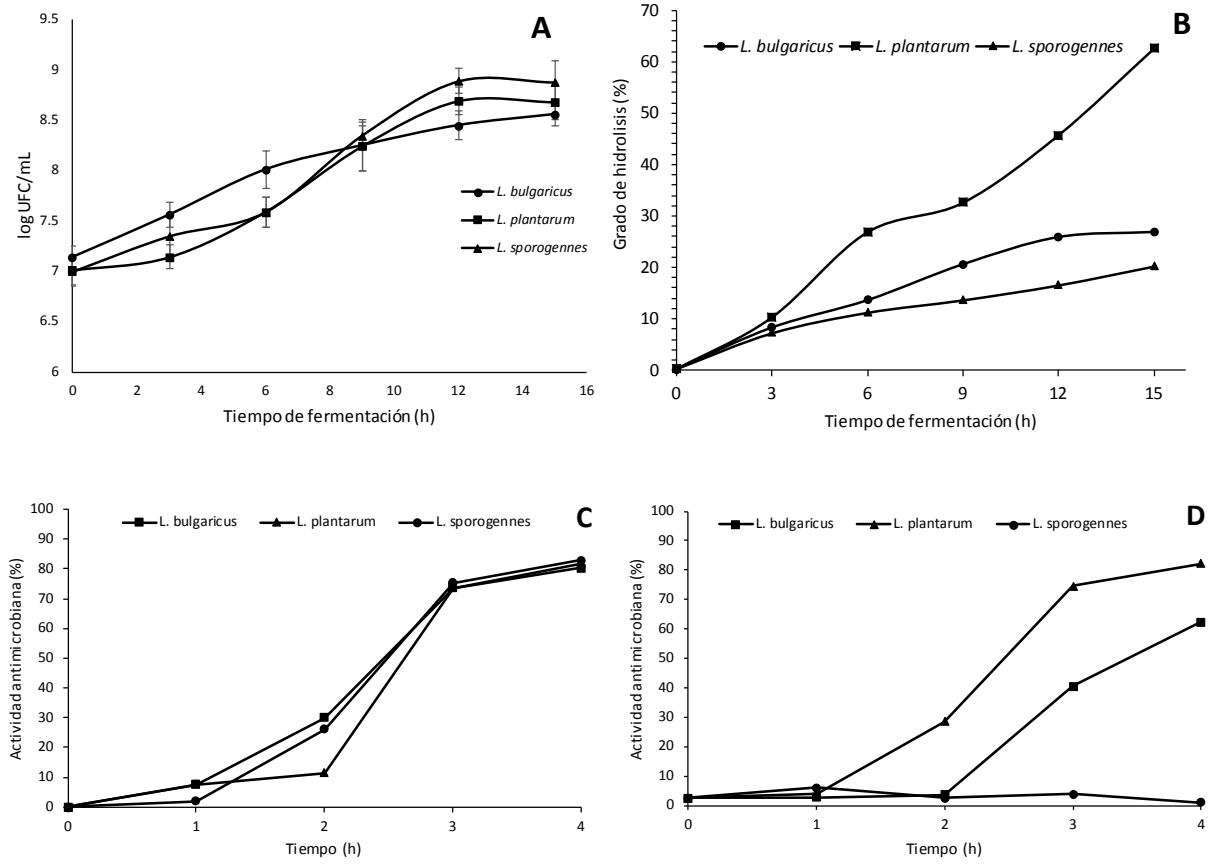


Figura 1. (A) Evaluación del crecimiento microbiano de los cultivos de BAL sobre medio MRS y (B) Grado de hidrólisis determinado durante la fermentación ácido-láctica. (C-D) Evaluación de la actividad antimicrobiana de los hidrolizados obtenidos por los cultivos de BAL, utilizando como microorganismos indicadores *S. aureus* (C) y *S. typhi* (D).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura (1-A) se muestra la cinética del crecimiento microbiano de las cepas de BAL desarrolladas en medio MRS, donde se puede apreciar que que el crecimiento de las BAL fue de $3.63x10^8$, $4.79x10^8$ y $7.6x10^8$ UFC/mL para *L. bulgaricus, L. plantarum* y *L. sporogennes* respectivamente, esto se presentó a las 15 h de fermentación, estos resultados son semejantes a los reportados por Rui *et al.* (2015).

En la Fig. (1-B) se muestra la evaluación del grado de hidrólisis causado por la expresión de proteasas extracelulares frente a las proteínas del grano de amaranto. El grado de hidrólisis causado por la expresión de proteasas extracelulares fue de 26.8, 62.52 y 20.25% para *L. bulgaricus, L. plantarum* y *L. sporogennes* respectivamente, esto se presentó a las 15 h de fermentación, encontrándose que solo *L. plantarum* presentara un alto grado de hidrólisis esto debido a que se diversos autores han reportado una gran actividad proteolítica elevada (Montoya *et al.*, 2010).

En la Figura 1 C-D se muestra el efecto de la incorporación de los hidrolizados proteínicos obtenidos de los distintos cultivos de BAL sobre dos microorganismos indicadores (A) *S. aureus* y (B) *S. typhi*. Se encontró que los hidrolizados proteínicos obtenidos con los tres tipos de BAL inhibieron considerablemente los cultivos de *S. aureus* de hasta 80% de inhibición, sin embargo, cuando se presentaron los cultivos frente al *S. typhi* los hidrolizados obtenidos con *L. soporogenes* no presentó actividad antimicrobiana.

CONCLUSIONES

Los hidrolizados obtenidos mediante fermentación sumergida presentan un gran potencial sobre los obtenidos mediante enzimas comerciales además que estos últimos son costosos, se pretende que la fermentación del grano de amaranto via BAL podría ser una alternativa dirigida hacia la producción de péptidos con actividad bilógica incluso potencializar sus efectos por acción de los microrganismos utilizados en el presente estudio. Con ello se pretende generar hidrolizados con diversas actividades bilógicas y de esta manera diversificar el uso y destino del grano de amaranto.

REFERENCIAS

Barba de la Rosa, A. P., Barba Montoya, A., Martínez-Cuevas, P., Hernández-Ledesma, B., León-Galván, M. F., De León-Rodríguez, A. and González, C. (2010). Tryptic amaranth glutelin digests induce endothelial nitric oxide production through inhibition of ACE: Antihypertensive role of amaranth peptides. *Nitric Oxide*, **23**, 106–111.

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, **72**, 248 – 254.

Gan, R.Y., Li H.B., Sui Z.Q y Corke H. (2017). Effects of Fermented Edible Seeds and Their Products on Human Health: Bioactive Components and Bioactivities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **16**, 489-531.

Montoya, C.A., Lallès, J.P. Beebe, S. y Leterme, P. (2010). Phaseolin diversity as a possible strategy to improve the nutritional value of common beans (Phaseolus vulgaris). *Food Research International*, **43**, 443-449.

Papagianni, M., Avramidis, N., Filioussis, Dasiou, D. E L. Ambrosiadis. 2006. Determination of bacteriocin activity with bioassays carried out on solid and liquid substrates: assesing the factor “indicator microorganism”. Microbial Cell Factories. **5**, 1-14.

Reyes-Bautista, R. (2017). Obtención de inhibidores de la Dipeptidil Peptidasa-IV del grano de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) y su efecto en la glucemia de ratones diabéticos. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Rui, H., Wen, D., Li, W., Chen, X. Jiang, M. y Dong, M. (2015). Enrichment of ACE inhibitory peptides in navy bean (Phaseolus vulgaris) using lactic acid bacteria. *Food & Function*, **6**, 622-629.

Soriano-Santos, J., Iwabuchi, S. and Fujimoto, K. (1992). Solubility of amaranth seed protein in sodium sulphate and sodium chloride: The main factor in quantitative extraction for analysis. *International Journal of Food Science and Technology*, **27**, 337 – 346.

COLORANTE ALIMENTARIO DE PANOJAS DE AMARANTO

Sáenz C.[1]*, Apablaza E.[1], Baginsky C.[2]

[1]Departamento de Agroindustria y Enología, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santa Rosa 11315, Santiago, Chile. Correo-e *csaenz@uchile.cl, elaapablaza@gmail.com. [2]Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santa Rosa 11315, Santiago, Chile. Correo-e: cbaginsk@uchile.cl

Eje temático: 3
País: Chile
Palabras clave: betalaínas, inflorescencias, pigmento natural.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha habido una demanda creciente hacia el reemplazo de colorantes sintéticos por pigmentos naturales, más saludables (Sidgurson et al., 2017).

Las betalaínas, presentes en forma escasa en vegetales, son los pigmentos responsables del color de la remolacha roja (*Beta vulgaris*), hojas y panojas de amaranto (*Amaranthus sp*.), tunas de colores (*Opuntia ficus-indica*), entre algunos otros. Se dividen en dos grupos estructurales principales, las betacianinas, de color rojo-púrpura y las betaxantinas que son amarillo-anaranjado.Desde el punto de vista químico, son compuestos nitrogenados hidrosolubles de naturaleza N-heterocíclica, en que el ácido betalámico es su precursor biosintético común.

Las betacianinas de la remolacha roja se han utilizado ampliamente en la industria alimentaria durante muchos años (International Association of Color Manufacturers, 2018); sin embargo, existen algunas plantas de la familia Amaranthaceae, particularmente, especies de *Amaranthus,* que han atraído considerablemente la atención como posibles fuentes alternativas de betalaínas (Cai et al., 2005),debido a que poseen panojas con colores que van del amarillo-anaranjado, pasando por el rosado, el rojo, hasta el púrpura.

Este estudio tuvo como objetivo la obtención de un polvo colorante rico en betalaínas, a partir de inflorescencias de amaranto, para uso alimentario como colorante natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron cinco variedades de amaranto, entre ellas, dos pertenecientes a la especie de *A. cruentus* (Kum y CB-01) y tres de *A. hypochondriacus* (Areli, Diego y Nutrisol) obtenidas de la Estación Experimental del Campus Antumapu, Universidad de Chile. Para la producción del polvo se separaron las inflorescencias de las panojas y se liofilizaron durante 24 horas (Liofilizador Sumtron, CTFD-10P, China) a -55°C±5 y 10 Pa. Posteriormente se molieron y se obtuvieron polvos de cada muestra. La medición de parámetros de color (L,

a*, b*, C* Hab) se realizó en un espectro-colorímetro Ultrascan Pro (Hunter Associates Laboratory Inc, USA).Los extractos para la evaluación de polifenoles totales, capacidad antioxidante y concentración de betalaínas totales se realizaron pesando una cantidad de polvo en agua, homogenizando, y agitando por 60 min para luego centrifugar, filtrar y finalmente enrasar a un volumen específico.Para la determinación de polifenoles totales se utilizó el método de Folin–Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1965), para capacidad antioxidante, ORAC (Dávalos et al. (2004) y concentración de betalaínas totales se utilizó el método espectrofotométrico (Cai et al., 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los polvos obtenidos de las cinco variedades, tienen un componente rojo similar (a*) y debido a su componente amarillo (b*), unos presentan tonos (H_{ab}) más rojos (Areli) y otros más rojo-anaranjado, siendo más marcado en CB-01(Tabla 1). Esta variedad obtuvo el valor más alto en todos los parámetros de color, con mayor luminosidad, ángulo de tono (H_{ab}) y saturación (C*).Los resultados obtenidos en *A. hypochondriacus* tienen concordancia con los reportados por Li et al. (2015), en luminosidad, a* y C* (saturación).

Como se observa en la Tabla 2, la capacidad antioxidante, polifenoles totales y betalaínas de CB-01 es menor en los tres parámetros; la variedad Nutrisol, es la más alta en polifenoles totales y betalaínas y las variedades Areli, Diego y Kum, no presentaron diferencias significativas entre ellos para polifenoles totales y contenido de betalaínas.

Cai et. al (1998) en extractos acuosos, reportaron para *A. cruentus,* una concentración de betalaínas entre 42±3.3 y 199±6.9 mg/100 g (12 genotipos diferentes) encontrándose los resultados de este trabajo dentro de este rango, y para *A. hypochondriacus,* encontraron un valor *de*47±1.9 mg/100gmenor al obtenido en este estudio, sin embargo, los citados autores sólo estudiaron un solo genotipo de esta especie.

Según lo reportado por Li et al. (2015) en extractos metanólicos de inflorescencias de *A. hypochondriacus*se observó un menor contenido de polifenoles totales (2.30±0.14 mg EAG/gp.s.), capacidad antioxidante (57.98±3.51 µmol EqTrolox/gp.s.) y concentración de betalaínas (0.95±0.12 mg/100 gp.s.).

La capacidad antioxidante de las inflorescencias es alta comparada con hojas de amaranto de la variedad Areli (hojas de color púrpura) que presentan un valor de 6215.5 µmolEqTrolox/100 gp.f (Datos no publicados); la comparación con otras flores que contienen betalaínas no ha sido posible, ya que -hasta donde conocemos- no hay antecedentes en la literatura sobre capacidad antioxidante, ni polifenoles, ni contenido de betalaínas.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo y buscando las mejores características para continuar los estudios de un polvo colorante, se podría considerarlos genotipos que proporcionan panojas de un color rojo-púrpura intenso y a la vez con una buena capacidad antioxidante y contenido de betalaínas y polifenoles, por lo que destacaría la variedad Kum en colores rojo-anaranjado y Nutrisolen colores más rojos, ambas con alta capacidad antioxidante.

Tabla 1. Parámetros de color de polvos de inflorescencias de amaranto.

Especie	Variedad	L	a*	b*	C*	H_{ab}
A. cruentus	CB-01	53.09±0.7a	10.09±0.07a	3.84±0.03a	10.80±0.05a	20.82±0.28a
	Kum	49.80±0.29e	9.71±0.06b	3.43±0.04b	10.30±0.06b	19.44±0.17b
A. hypochondriacus	Areli	51.01±0.08c	9.11±0.04c	0.79±0.02e	9.15±0.04d	4.93±0.16e
	Diego	51.73±0.02b	8.56±0.03d	2.03±0.02c	8.80±0.03e	13.36±0.11c
	Nutrisol	50.34±0.11d	9.68±0.04b	1.68±0.06d	9.83±0.03c	9.85±0.36d

Los datos indican los promedios ± sd (n=3). Letras minúsculas distintas en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos (P≤0,05), según test LSD Fisher.

Tabla 2. Capacidad antioxidante, polifenoles totales y concentración de betalaínas totales de polvos de inflorescencias de amaranto.

Especie	Variedad	Capacidad antioxidante µmol EqTrolox/100 gp.s.	Polifenoles totales mgEAG/100 g p.s.	Betalaínas mg/100 gp.s
A. cruentus	CB-01	10617±62a	607±97a	76±1.8a
	Kum	17304±138d	941±64b	122±3.1b
A.hypochondriacus	Areli	13238±48b	906±18b	122±2.5b
	Diego	15675±839c	964±55bc	122±1.9b
	Nutrisol	17025±259cd	1036±38c	188±2.3c

Los datos indican los promedios ± sd (n=3). Letras minúsculas distintas en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos (P≤0,05), según test LSD Fisher.

CONCLUSIONES

A partir de inflorescencias de amaranto es posible generar polvos de color rojo a rojo-anaranjado, ricos en betalaínas con potencial como colorante alimentario. Destaca la capacidad antioxidante de los polvos, lo que se suma a ser un colorante natural. Los polvos colorantes de as inflorescencias de esta planta ancestral son por tanto, otra alternativa para la industria de alimentos.

REFERENCIAS

Cai, Y.; Sun, M.;Wu, H.X.; Huang, R.H.; Corke, H. (1998) Characterization and quantification of betacyanin pigments from diverse *Amaranthus* species. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46: 2063-2070.

Cai, Y.; Sun, M.; Corke, H. (2005) Characterization and application of betalain pigments from plants of the Amaranthaceae. Trends in Food Science and Technology 16 (9):370-376.

Dávalos, A.; Gómez-Cordovés, C.; Bartolomé, B. (2004) Extending applicability of the oxygen radical absorbance capacity (ORAC-Fluorescein) assay. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52:48-54.

International Association of Color Manufacturers (2018), https://www.iacmcolor.org/safety-of-color/natural-colors/beet-red/.Revisada 20 Agosto 2018.Li, H.; Deng, Z.; Liu, R.; Zhu, H.; Draves, J.; Marcone, M.F.; Sun, Y.; Tsao, R. (2015) Characterization of phenolics, betacyanins andantioxidant activities of the seed, leaf, sprout, flower and stalk extractsof three Amaranthus species. Journal of Food Composition and Analysis 37:75−81.

Singleton, V.L.; Rossi, J.A. (1965). Colorimetric of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16:144-158.

Sigurdson, G.T.; Tang, P.P.; Giusti, M.M. (2017). Natural Colorants: Food Colorants from Natural Sources. Annual Review of Food Science and Technology 8: 261-280.

SQUALENE EXTRACTION FROM AMARANTH SEEDS USING MICROWAVE ASSISTANCE

Lozano-Grande M.A.[1], García-Dávila J.[2], Ríos-Cortés G.[3], Dávila-Ortiz G.[4], Espitia-Rangel E.[5], Martínez-Ayala A.L.[1]*

[1] Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Instituto Politécnico Nacional. San Isidro, Yautepec, Morelos, 62731, México. [2] Universidad Politécnica de Tlaxcala. A. Universidad Politécnica No. 1 San Pedro Xacaltzinco, 90180, Tepeyanco, Tlaxcala, México. [3]Instituto Tecnológico de Orizaba, Oriente 9, Emiliano Zapata, 94320, Orizaba, Veracruz, México. Gabriel Ríos. [4] Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11340, México.[5] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle de México. Coatlinchan, Texcoco, México, 56250, México. Corresponding author: alayala@ipn.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: lipid, triterpene, antioxidant, anticarcinogenic, Box-Behnken.

INTRODUCTION

Squalene (SQ) is a triterpene used in food, pharmaceutical, and cosmetic products for its antioxidant capacity and anticancer properties. It is originally extracted from shark liver oil, however, by new animal protection rules prohibit its extraction, therefore to meet the global demand are looking for other sources, mainly of plant origin (Turchini & Tocher, 2011).

Amaranth is a pseudocereal with high SQ content, more than other species such as olive, rice, soybean, corn, peanut, and palm. Amaranth contains from 4-7 g oil/ kg^{-1} of seed and squalene from 4000-8000 mg/100 g of crude oil (Krulj et al., 2016; Wejnerowska et al., 2013; He et al., 2002). The most common methods used for squalene extraction are supercritical fluid (SFE), pressurized solvent extraction or organic solvent that consumes a lot of time, create waste and are expensive (Popa et al., 2015).

A promising green technology is microwave-assisted extraction (MAE) which accelerates reactions effectively and consumes less solvent. The extraction speed protects the thermolabile components and high-performance capacity with low solvent consumption. Furthermore, in recent years, the use of MAE for bioactive plant components has shown enormous potential compared with conventional techniques that are unsafe and limited for analysis of numerous constituents. (Mandal et al., 2007).

Main parameters which influence the effectiveness of MAE are solvent nature, volume, extraction time, microwave power, temperature and matrix characteristics (Azmir et al., 2013). These define the process of permeation and solubilization to remove the analyte from within the matrix. Therefore, it is necessary to obtain a suitable strategy for the optimization of these parameters that provide quality, performance and functionality of phytotherapeutic products (Sekhon, 2011).

The extraction process is a basic step in medicinal plant research because the preparation of crude extract is the start point for the isolation and purification of chemical components. Despite this, the extraction step neglected area, which over the years has received less attention and research.

The objective of this study was optimizing the MAE condition to maximize the yield of oil extract rich in squalene from amaranth seeds. The study will provide an alternative versus conventional methods.

MATERIALS AND METHODS

Samples. *Amaranthus hypochondriacus* seeds (Santa Lucía S5 line) were provided from the germplasm bank of INIFAP-México. The seeds were milled to obtain the diameter of 0.05 mm. The amaranth flour was extracted oil by MAE assistance and Soxhlet method (5 h with hexane-95% pure at 80 ℃) to compare.

The microwave system was a Monowave™ 300 (Anton Paar, Austria) using a glass vial G30 in mono mode (Figure 1B). Two hundred milligrams of amaranth flour were treated with a mixture of solvent and co-solvent. The reaction was performed at a fixed temperature internally measured by an IR thermometer. The pressure in the microwave vessel during reaction achieved 1 bar under the best conditions (Figure 1A). The optimization was performed on 3 factors with 3 levels in a Box-Behnken experimental design, the independent variables were temperature (X1), extraction time (X2) and solvent proportion (X3) (Table 1); the response variables were oil yield (Y1) and squalene content (Y2) (Table 1).

To determine the number of treatments required, factors and levels (Table 1) were crossed using a Box-Behken design and analyzed by Minitab® software Statistica™ Version 18. Fifteen experiments were conducted to optimize the reaction

Table 1. Factors and levels used in the experiment.

Level	FACTOR		
	X1	X2	X3
	Temperature (ºC)	Time (min)	Solvent ratio (% v/v)
-1	40	20	50:50
0	60	25	60:40
1	80	30	70:30

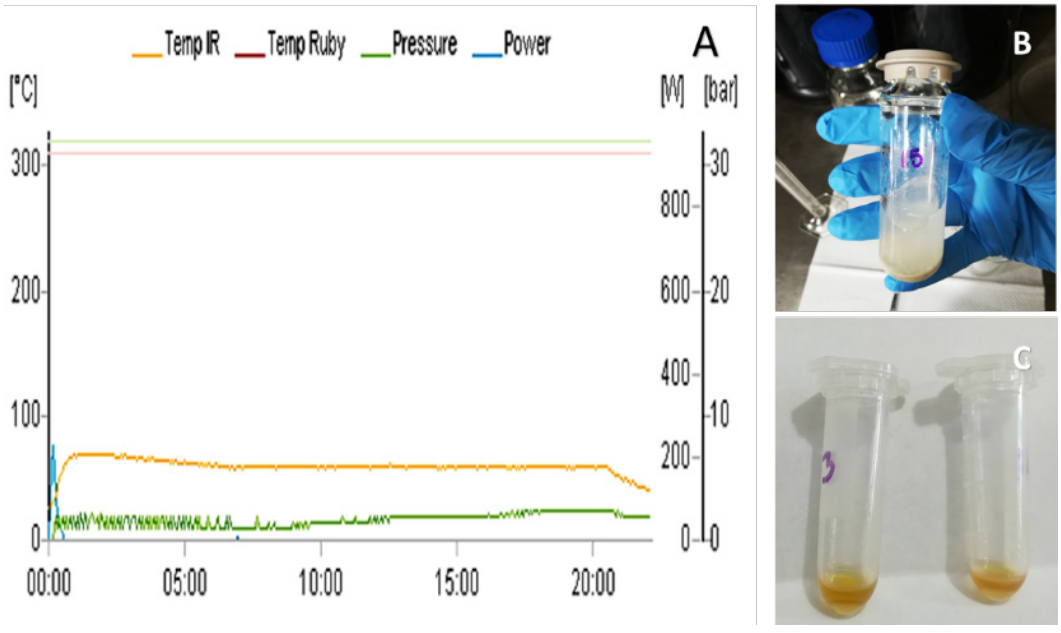


Figure 1. Isolation of amaranth oil by microwave extraction. (A) Graphic of temperature control, power and pressure in closed system of microwave radiation, (B) sample before to MAE, (C) amaranth oil extract.

conditions. The linear and quadratic effects of each variable, as well as their interaction and significance, were evaluated by analysis of variance. A statistically significant multiple regression relationship between the independent variables (X1, X2 and X3) and the response variables (Y) was established.

The squalene yield was determined by GC/MS chromatography Agilent 7890A with an G4513A autosampler coupled to a 5975C VL MSD mass spectrometer. To quantify the squalene was used a standard of Sigma Aldrich® (GC grade of 99% pure). All analytical GC determination were realized in triplicate.

The oil extracts (Figure 1C) were refrigerated at 4 °C for spectrometric analysis (ATR-FTIR) in a Fourier transform infrared spectrometer in attenuated total reflectance sampling mode. For data acquisition, the region was measured of middle infrared (4000-400 cm^{-1}) with a resolution of 4 cm^{-1}. This analysis was conducted to determine the quality, purity, oxidation or possible thermally degraded oil extracts.

To identify the efficiency of MAE extraction, a microstructural analysis of the residual cake was performed by Confocal Microscopy. Samples of seed and post-extraction residue were dehydrated with FAA solution (formaldehyde/acetic acid/ethanol) for 48 hours. The samples were placed in a freezing medium to obtain cuts from 20 µm at -30°C. The cuts were adhered to gel coated slides and stained with Nile red 1%. The samples were observed under the Nikon Eclipse Ti-U laser scanning confocal microscope with 550 nm excitation wavelength to detect lipid autofluorescence.

RESULTS

The response surface (not shown in this summary) demonstrated the MAE method is efficient to obtain the higher yield of squalene of 13,100 mg·100 g^{-1} of oil (α=0.05, R^2=0.98) at 40 ºC with oil yield of 5 g/100 g of flour whereas the concentration decreases at high temperature (80 ºC). Optimal conditions of the MAE method demonstrated that the time consumption was 30 min, i.e. 12 times faster than Soxhlet method, with warm-up times of 6 h. The MAE time was faster even with super-critical fluid where the maximum yields were 310 mg of squalene/100 g of amaranth grain at 2 hours of extraction (He et al., 2003).

In the determination by GC/MS we found the retention time of analyte was 23 minutes (Mw= 422 g mol and m/z=69) and the squalene concentration decreases to the longer microwave radiation time (Figure 2 A).

A comparison of samples was carried out by ATR-FTIR spectroscopy, the amplitude peaks of oil extracts were compared with the peaks of squalene standard to observe the effect of microwave extraction. There was not a difference in the frequencies and intensity of stretching vibrations of the double bonds (2800-3000 cm^{-1}). But in the fingerprint region of samples, was registered a slight variation (1100-1200 cm^{-1}) related to a decrease of olefinic groups and C-H bonds of CH_2 groups by an effect of the increase heating temperature (Figure 2 B).

The confocal microscopy images confirmed that MAE extraction was efficient, the seed before extraction showed areas of high fluorescence

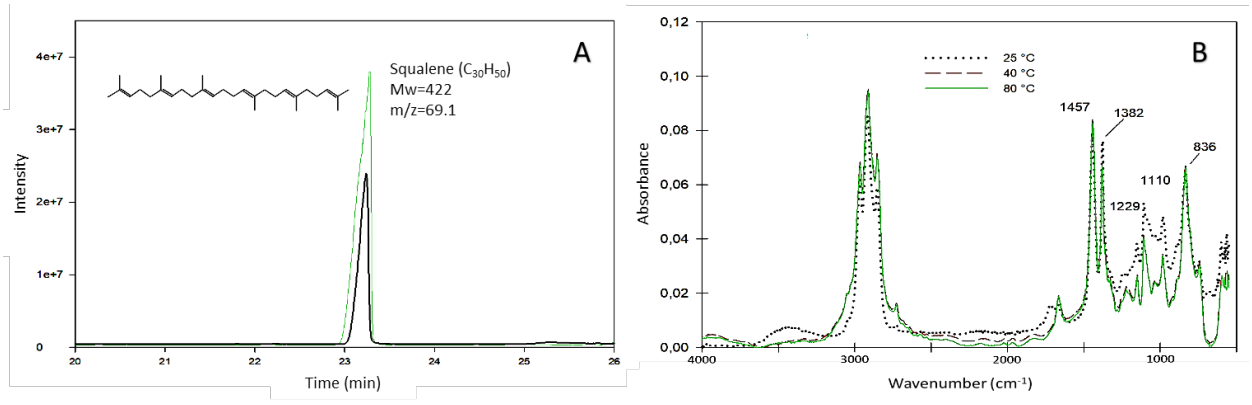


Figure 2. (A) Time retention of squalene at 20 (---) and 30 (---) minutes of microwave extraction. (B) ATR-FTIR spectra of extracts obtained at 25 ºC, 40 °C and 80 °C of microwave temperature.

intensity due to increased retention of fluorochrome by the quantity of lipids inside the structures, while the tissue after extraction showed the low intensity of fluorochrome in the cuticle and traces of endosperm.

CONCLUSSION

The results demonstrated the amaranth grain is a favorable source of squalene using the microwave technique because is efficient and faster producing an oil concentrate with low modification of squalene, very low oxidation compounds and conserve thermolabile molecules during the thermal process.

The Microwave Assisted Extraction is better than the conventional methods due to decrease extraction time, reducing solvent consumption and possible scale-up industrial.

REFERENCES

He, H. P., Cai, Y., Sun, M., & Corke, H. (2002). Extraction and purification of squalene from Amaranthus grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*(2), 368–372. https://doi.org/10.1021/jf010918p

He, H. P., Corke, H., & Cai, J. G. (2003). Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Oil and Squalene from Amaranthus Grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. https://doi.org/10.1021/jf030488y

J. Azmir, I.S.M. Zaidul, M.M. Rahman, K.M. Sharif, A. Mohamed, F. Sahena, … Omar. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*, *117*, 426–436.

Krulj, J., Brlek, T., Pezo, L., Brkljača, J., Popović, S., Zeković, Z., & Bodroža Solarov, M. (2016). Extraction methods of Amaranthus sp. grain oil isolation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *96*(10), 3552–3558. https://doi.org/10.1002/jsfa.7540

Mandal, V., Mohan, Y., & Hemalatha, S. (2007). Microwave assisted extraction - An innovative and promising extraction tool for medicinal plant research. *Pharmacognosy Review*, *1*(1), 7–18.

Popa, O., Bəbeanu, N. E., Popa, I., Niţə, S., & Dinu-Pârvu, C. E. (2015). Methods for obtaining and determination of squalene from natural sources. *BioMed Research International*. https://doi.org/10.1155/2015/367202

Sekhon, N. C. and B. S. (2011). Standardization of Herbal Drugs : an Overview. *International Research Journal of Pharmacy*, *2*(12), 56–60.

Turchini, G. M., Ng, W.-K., & Tocher, D. R. (2011). *Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds*. CRC Press.

Wejnerowska, G., Heinrich, P., & Gaca, J. (2013). Separation of squalene and oil from Amaranthus seeds by supercritical carbon dioxide. *Separation and Purification Technology*, *110*, 39–43. https://doi.org/10.1016/j.seppur.2013.02.032

DESARROLLO DE UNA BARRA DE AMARANTO COMO SNACK SALUDABLE PARA NIÑOS

Bonilla Fernández J.[1]; Jiménez Serna A.[1], Córdova Aguilar M.S.[2] y Nava Arenas, D.[1]

[1]Universidad del Claustro de Sor Juana, Centro de Investigación y Capacitación en Gastronomía, José María Izazaga No. 92, Centro Histórico, Col. Centro, C.P. 06080, Ciudad de México, México. *Correo-e: ajimenezs@d.elclaustro.edu.mx

[2]Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Circuito Exterior S/N Cd. Universitaria, UNAM, C.P. 04510, Cd. México, México.
Correo-e: marisol.cordova@ccadet.unam.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave:snack saludable, amaranto, niños.

INTRODUCCIÓN

El sobrepeso, la diabetes y la obesidad son tan frecuentes que en la actualidad se les considera una epidemia mundial (Globesity) (World Health Organization, 2017); en México representan un problema de salud pública al afectar a más del 70% de la población, sobresaliendo los habitantes de la Ciudad de México que se encuentran por arriba de la media nacional de acuerdo con alunas mediciones en las que el 74.5% de mujeres, 69% de hombres adultos, y el 35% de los menores de edad presentan alguna de estas alteraciones. Es el segundo país en el mundo con mayor tasa de obesidad en sus ciudadanos (el primero lo ocupa Estados Unidos) y según la Encuesta de Salud y Nutrición (2012) la mitad de la población tiene sobrepeso (Cabrera, 2017).

Con respecto a la obesidad juvenil e infantil, su prevalencia e incidencia están en aumento tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo, esto es altamente preocupante ya que se asocia frecuentemente a factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas, calculándose una disminución de 20 años en el promedio de vida a causa de estas enfermedades, además de una disminución significativa de la calidad de vida por las complicaciones secundarias.

Existe una alta probabilidad de que la obesidad de los niños y jóvenes persista en la etapa adulta si no se da tratamiento oportuno y eficaz. Se considera que la obesidad y el sobrepeso en México van en paralelo con cambios sociales como el tipo y organización familiar en el que existe una mayor participación de la mujer-madre como proveedor, sin perder su principal papel de cuidadora con tareas de adquisición, preparación y distribución de alimentos, incrementando la tendencia a adquirir alimentos preparados y/o consumidos fuera del hogar. Por lo cual, es indispensable que se opte por el consumo de alimentos menos procesados, con insumos más naturales y que tengan un aporte nutrimental rico en proteínas.

El amaranto se considera indiscutiblemente como uno de los alimentos con un aporte de proteína vegetal. Según especialistas en el Departamento de Investigación en Alimentos (DIA) de la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ) de la Universidad Autónoma de Coahuila (UADEC) estudian sus propiedades nutrimentales, reportando que se ha considerado que puede ser utilizado para combatir problemas de desnutrición. Este es un grano que tiene un contenido de proteína que puede variar desde 12 hasta 19%; el perfil de aminoácidos que contiene también es muy interesante, se puede encontrar la lisina en mayor proporción, valina, metionina, fenilalanina y treonina y es una fuente excelente en fibra, minerales, vitamina C, vitaminas del complejo B y vitamina A (Sánchez Banda, 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se detalla el proceso de elaboración del snack saludable de amaranto para niños. Se utilizó mucílago de nopal deshidratado, elaborado y caracterizado en el ICAT - UNAM, como aglutinante y edulcorante natural para la barra, que aportó también un olor y un color tostado agradable.

Se utilizaron 10 g de amaranto cocido, 1 g de mucílago de nopal rehidratado previamente en 5 mL de agua caliente y 5 mL de miel de agave, mezclados al mismo tiempo dentro de un bowl de acero inoxidable con 3.78 L de capacidad, con una pala miserable de silicón.

En una charola para horno de 45 cm x 65 cm de acero inoxidable, se colocó un silpat (tapete de silicón para hornear) de 42 cm x 30 cm, sobre el cual se colocó un molde rectangular de 18 cm x 10 cm x 5 cm, en el que se vertió la mezcla anterior y se compactó. Se horneó durante 30 min en un horno Rational cerrado herméticamente, con temperatura controlada de 160°C y aire caliente de fluido constante para distribuir el calor de manera homogénea y asegurar un cocido liso.

Se dejaron enfriar durante 15 min a temperatura ambiente, tiempo suficiente para que el producto siga blando y fácil de manipular, se procedió a cortar en 18 piezas de 5 cm x 2 cm x 5 cm, se reservaron a temperatura ambiente, una vez fríos y endurecidos se embolsaron para una mayor conservación de las propiedades.

Se realizaron pruebas hedónicas de aceptabilidad con 37 niños y pruebas de seguimiento de vida de anaquel, por un lapso de 19 días en conservación, con bolsa de celofán en un lugar seco, sin luz, ni humedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede observarse, se incorpora el procedimiento estandarizado de la obtención del snack saludable para niños.

En el procedimiento de elaboración es indispensable que se realice adecuadamente el proceso previo de rehidratación del mucílago de nopal, donde un factor indispensable es el control de temperatura del agua para la rehidratación, ya que esto permitirá que el mucílago de nopal no se conglomere, generando una textura no deseable en el producto elaborado, así como influir de manera negativa en el sabor por su aporte considerablemente amargo, que es enmascarado por la miel de agave.

Por otro lado, es muy importante mencionar que las pruebas de aceptabilidad se realizaron con 37 niños en edad escolar, cuya aceptabilidad corresponde a las siguientes gráficas, e inmediatamente se muestra la hoja escala de valoración utilizada. Es muy importante mencionar que debido a que el nicho de enfoque son niños en edad escolar, la escala utilizada es la hedónica facial, para generar mayor compatibilidad de respuesta en sus valoraciones (Figura 4).

Como podemos apreciar en la Figura 1, los resultados para sabor muestran que se obtuvo un resultado favorable, aceptado por la mayoría de los encuestados. En cuanto a la valoración de textura, (Figura 2), apreciamos que tiene un resultado favorable, es crujiente pero suave.

En cuanto a la presentación final de producto, en la Figura 3, apreciamos que les es indiferente, y seguidamente les gusta, debido a que no lleva colores u adornos llamativos para los niños. Sin embargo, el color dorado y el olor tostado proporcionado por el mucílago, lo vuelven atractivo.

CONCLUSIONES

Dado que el objetivo general de la presente investigación fue elaborar un snack saludable de amaranto para niños, se considera factible la elaboración, aceptabilidad y vida de anaquel

UNIVERSIDAD DEL CLAUSTRO DE SOR JUANA

Colegio de Gastronomía

Barra saludable

TIPO DE RECETA:	**Estándar**		CLASIFICACIÓN:		Colación
RENDIMIENTO:	0.045	g	COSTO TOTAL DE INSUMOS:		4.73
TAMAÑO DE LA PORCIÓN:	0.003	g	COSTO UNITARIO:(POR PORCIÓN)		0.26
NÚMERO DE PORCIONES:	18	Pax.	IVA		0.03945
			Costo con iva		0.30
TIEMPO DE PREPARACIÓN:	60	min.	Utilidad		0.05
TIEMPO DE COCCIÓN:	30	min.	Precio Final		0.35
TEMPERATURA DE SERVICIO:	24	°C			
			FECHA DE ELABORACIÓN:		10/06/2017

INGREDIENTES	PESO BRUTO	PESO NETO	UNIDAD	% DE RENDIMIENTO	PORCIÓN/ MEDIDA	COSTO UNITARIO	IMPORTE
Amaranto	0.010	0.010	g	100%		$ 116.00	$ 1.16
Miel de Agave	0.015	0.015	mL	100%		$ 190.00	$ 2.85
Agua caliente	0.050	0.050	mL	100%		$ 10.00	$ 0.50
Mucílago de nopal deshidratado	0.001	0.001	g	100%		$ 224.00	$ 0.22
					COSTO TOTAL DE INSUMOS		4.73

TÉCNICA:

1.- Lavar y desinfectar utensilios y área de trabajo.
2.- Hervir una taza de agua y agregar el amaranto para reventarlo. Colar y dejar secar, reservar.
3.- Rehidratar el mucílago de nopal utilizando agua caliente, mezclar hasta deshacer los grumos
4.- En un Bowl, mezclar el amaranto, nopal y la miel de agave hasta conseguir una consistencia espesa y manejable.
5.- Colocar un silpat en una charola para horno, y verter la mezcla en un molde rectangular y compactar. Hornear por 30min a 160°C.
6.- Una vez transcurrido el tiempo, desmoldar y proceder a cortar en rectángulos de 2cmx5cmx5cm aproximadamente.
7.- Reservar en diferentes empaques para medir el tiempo de vida.

NOTAS:

Mientras se cuece el amaranto se puede agregar un poco de miel para tener sabor dulce.

EQUIPO PARA PRODUCCIÓN:

Báscula, charola de horno, cazo cónico, cuchillo chef, Bowl y pala.

FOTOGRAFÍA

EQUIPO PARA PRESENTACIÓN:

APORTE NUTRICIONAL:

410Cals 6.59g grasa 124.03g Carbohidratos
1.45 g Proteína 0% azúcares Por porción

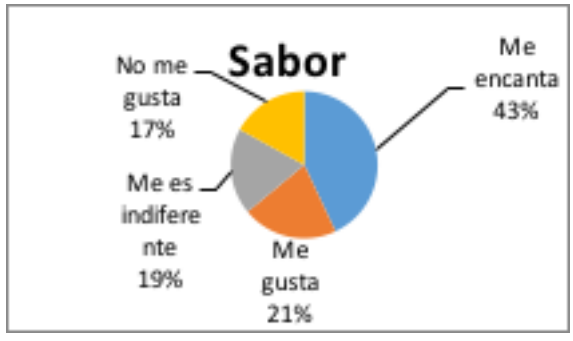
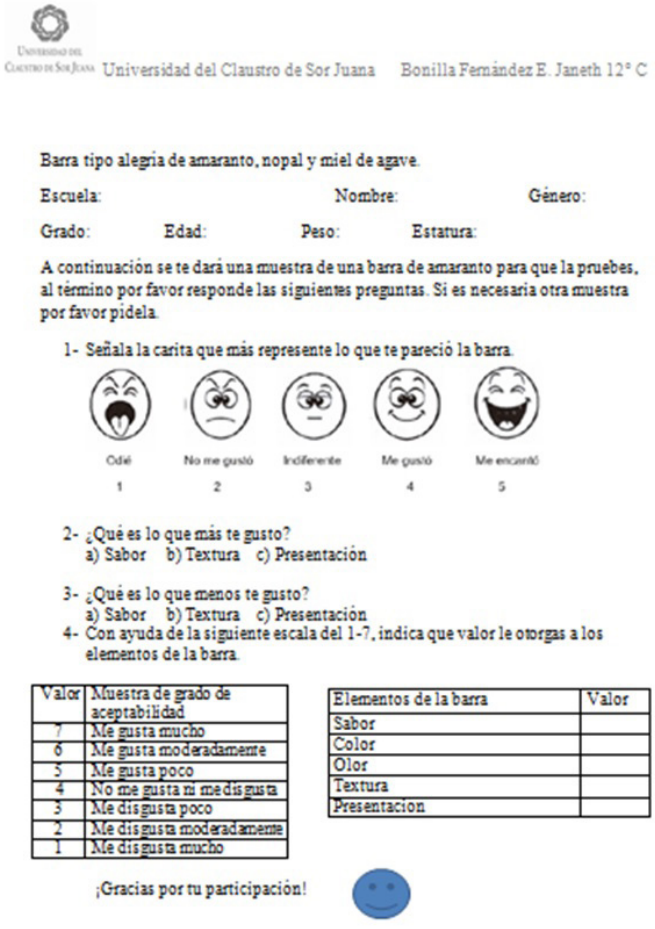


Figura 1. Valoración sensorial: sabor

Figura 2. Valoración sensorial: textura.

Figura 3. Valoración sensorial: presentación.



Universidad del Claustro de Sor Juana Bonilla Fernández E. Janeth 12° C

Barra tipo alegría de amaranto, nopal y miel de agave.

Escuela: Nombre: Género:

Grado: Edad: Peso: Estatura:

A continuación se te dará una muestra de una barra de amaranto para que la pruebes, al término por favor responde las siguientes preguntas. Si es necesaria otra muestra por favor pídela.

1- Señala la carita que más represente lo que te pareció la barra.

Odié 1 | No me gustó 2 | Indiferente 3 | Me gustó 4 | Me encantó 5

2- ¿Qué es lo que más te gusto?
a) Sabor b) Textura c) Presentación

3- ¿Qué es lo que menos te gusto?
a) Sabor b) Textura c) Presentación

4- Con ayuda de la siguiente escala del 1-7, indica que valor le otorgas a los elementos de la barra.

Valor	Muestra de grado de aceptabilidad
7	Me gusta mucho
6	Me gusta moderadamente
5	Me gusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta poco
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Elementos de la barra	Valor
Sabor	
Color	
Olor	
Textura	
Presentacion	

¡Gracias por tu participación!

Figura 4 Hoja escala de valoración para snack saludable de amaranto

controlada como condiciones que permiten la replicabilidad y escalamiento del proceso de elaboración, donde la incorporación de amaranto como fuente proteíca se considera una opción viable para el consumo saludable en niños, que pueda incidir en la disminución de los niveles de obesidad infantil en el país.

REFERENCIAS

World Health Organization, Obesity (2017). Preventing and Managing the Global Epidemic. WHO Obesity and Technical Report series 894. Geneva, Switzerland:200.

Cabrera D. (2017). México: Obesidad, sobrepeso y diabetes. Marzo 26, 2017, de El Universal Sitio web: http://www.eluniversal.com.mx/articulo/periodismo-de-datos/2015/08/27/mexico-obesidad-sobrepeso-y-diabetes.

Sánchez M. (2010). Eficacia de la Calcarea Carbónica Ostrearum para la reducción de IMC en Adolescentes de 14 a 18 años con Obesidad Exógena Grado I y II. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.

Felipe Sánchez Banda (2018). El alto valor nutritivo del amaranto y la quinoa. Agencia Informativa CONACyT, México. Enero 2018.

DESARROLLO DE UNA GALLETA DE AMARANTO, ENERGÉTICA Y NUTRITIVA PARA CORREDORES RUNNERS

Pulido Pérez Castro J. A.[1]; Jiménez Serna A.[1] y Nava Arenas A. [2]

[1]Universidad del Claustro de Sor Juana, Centro de Investigación y Capacitación en Gastronomía.
[2]Universidad del Claustro de Sor Juana
Izazaga No.92, Col. Centro Histórico, CDMX, Mexico, C.P. 06080
*Correo-e: ajimenez@d.elclaustro.edu.mx & *Corre-e:jorgealbertopulidoperezcastro@gmail.com
& *Correo-e: d.navaa@universidaddelclaustro.edu.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: Galleta energética / nutritiva, amaranto, corredores runners.

INTRODUCCIÓN

La alimentación ha sido determinante para el desarrollo social, cultural, científico y económico de la civilización. La Organización Mundial de la Salud definió en 1986 el estilo de vida como "*una forma general de vida basada en la interacción entre las condiciones de vida en un sentido amplio y los patrones individuales de conducta determinados por factores socioculturales y características personales*".[1]

El estilo de vida que adopta la sociedad tiene repercusión en la salud tanto física como psicosocial. Si se considera saludable repercute de forma positiva en la salud. Comprende hábitos como la práctica habitual de ejercicio, una alimentación adecuada y saludable, el disfrute del tiempo libre, actividades de socialización, mantener la autoestima, etc. En la actualidad existe un sector de la sociedad que tiene un estilo de vida con mayor actividad física o deporte. Este grupo recurre a suplementos alimenticios enfocados a deportistas de alto rendimiento con el fin de obtener beneficios energéticos, de recuperación y musculares, que generalmente no contienen ingredientes naturales. En México, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Secretaria de Salud generaron una guía alimentaria de actividad física para la población mexicana revisada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).(2) En particular para los corredores *runners*, surge el interés de proponer y elaborar una galleta con ingredientes naturales resaltando: el amaranto, el cacao y la miel de agave, sugiriendo su ingesta antes, durante o después de hacer una actividad física con el propósito de recuperar los macronutrimentos en los deportistas, ya que se gasta la energía que el cuerpo requiere para llegar al rendimiento óptimo. Este producto favorece la recuperación muscular y la energía perdida y busca evitar el desgaste físico. El aporte proteico de este producto se considera fundamentalmente importante por lo que la incorporación de amaranto, y su aporte de proteína vegetal es relevante en el desarrollo del producto. El amaranto puede ser la planta más nutritiva del mundo. Botánicos y Nutricionistas han estudiado esta planta, encontrando que posee gran calidad nutritiva, en especial un alto contenido de proteínas, calcio, ácido fólico y vitamina C. Las semillas de amaranto tostado proveen una fuente de proteínas superior, que puede satisfacer gran parte de la ración recomendada de proteínas para niños, y también pueden proveer aproximadamente el 70% de energía de la dieta. (3)Posee un

alto contenido proteico, aproximadamente 17%. La semilla compite bien con variedades convencionales de trigo que contiene de 12 a 14% de proteína, con el arroz que contiene de 7 a 10%, con el maíz que contiene de 9 a 10% de proteínas y con otros cereales de gran consumo. Además, el amaranto posee abundante lisina, aminoácido esencial que está en baja proporción en los demás cereales. Tiene el doble de lisina que el trigo, el triple que el maíz, y tanta lisina como la que se encuentra en la leche. (3)

Objetivo: Diseñar y elaborar una galleta de amaranto, energética y nutritiva para corredores *runners*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El procedimiento culinario de elaboración de la galleta de amaranto se describe a continuación: - Insumos: harina de amaranto, nibs de cacao, cocoa en polvo, chía activada, néctar de agave, jarabe de piloncillo y polvo para hornear. Los métodos realizados en la elaboración son los siguientes: 1) Sanitización de superficies (mesa de trabajo y utensilios), por la técnica de aspersión con solución desinfectante de cloro a 200 ppm. 2) Sanitización de manos de acuerdo a normatividad vigente, utilizando solución de yodo como desinfectante. 3) Precalentamiento de horno a 150°C por 15 min. 3) Mezcla de insumos secos en un bowl: harina de amaranto, nibs de cacao y polvo para hornear. 4) Mezcla de insumos húmedos: chía, néctar de agave y jarabe de piloncillo. 5) Incorporación de insumos secos en el bowl de insumos húmedos, incorporar y mezclar hasta obtener una masa homogénea. 6) Horneado en una charola para horno con papel estrella formar las galletas en bolitas y aplanarlas en

4.3 Estandarización de receta

NOMBRE DE LA RECETA: GALLETA ENERGETICA

TIPO DE RECETA Estándar

CLASIFICACIÓN: Galleta Energetica

PRODUCCIÓN	0.195	Kg
RENDIMIENTO PORCENTUAL	85.90%	Porcentaje
TAMAÑO DE LA PORCIÓN:	0.097	Kg
NÚMERO DE PORCIONES:	2	Unidades
TIEMPO DE PREPARACIÓN:	32	Minutos
TIEMPO DE COCCIÓN:	12	Minutos
TEMPERATURA DE SERVICIO:	27	Grados °C

Costo Total de Insumos	$	14.34
Mano de Obra Directa	$	5.28
Costo Indirectos y gastos.	$	8.00
Costos y Gastos por una porción	$	13.81
Precio de Venta de una porción sl IVA	$	26.00
% Del costo y gastos por porción		53%
% De la utilidad por Porción		47%
Utilidad por Porción	$	12.19
Precio de Venta de una porción c/ IVA	$	30

INGREDIENTES	PESO BRUTO	PESO NETO	UNIDAD	%DE RENDIMIENTO	PORCIÓN/MEDIDA	COSTO UNITARIO	IMPORTE
HARINA DE AMARANTO	0.056	0.056	Kg	100%	1/3 taza	$ 20.00	$ 1.12
POLVO PARA HORNEAR	0.010	0.010	Kg	100%	1 cdita	$ 80.45	$ 0.80
NIBS DE CACAO	0.015	0.015	Kg	100%	1 cda	$ 100.00	$ 1.50
COCOA EN POLVO	0.005	0.005	Kg	100%	1cdita	$ 167.00	$ 0.84
CHIA ACTIVADA	0.051	0.051	Kg	100%	1/3 taza	$ 35.88	$ 1.83
NECTAR DE AGAVE	0.040	0.040	L	100%	1/3 taza	$ 170.00	$ 6.80
JARABE DE PILONCILLO	0.050	0.050	L	100%	1/3 taza	$ 28.92	$ 1.45
		0.227				Costo Total de Insumos	$ 14.34
						COSTO UNITARIO	$ 7.17

TECNICA

Lavar y desinfectar utensilios y áreas de trabajo.
sctar manos de acuerdo a a norma vigente en el establecimiento
3. Precalentar el horno a 150 ° C por 15 minutos.
cos en un bowl: Harina de amaranto, polvo para hornear y nibs de cacao.
los ingredientes humedos. Chía activada, nectar de agave y jarabe de piloncillo.
e los humedos incorporar y mezclar en un bowl los ingredientes hasta obtener una masa.
las galletas en bolitas y aplanarlas en un aro de 10 cm para formar un circulo con formando la galleta.
galletas con cocoa y meter a hornear por 12 minutos a 150° C.
s que inicien un dorado o si en el tiempo estan ya cocidas y dejar enfriar.

Presentacion

OLOCAR LAS GALLETAS EN UN RECIPIENTE.

EQUIPO DE PORUDCCION

PARA HORNEAR, BOWL CHICO Y BOWL MEDIANO, BASCULA
ESPATULA.

EQUIPO PARA PRESENTACIÓN

INZAS, BOTE HERMETICO PARA GALLETAS.

APORTE NUTRICIONAL

756 Kcal 378 Kcal por galleta

FOTOGRAFIA

un aro de 10 cm para forma un círculo conformando la galleta. 7) Espolvoreado las galletas con cocoa y refrigerar por 20 min. 8) Finalización de refrigeración. 9) Horneado por 12 min a 120°C. 10) Finalización de horneado, hasta que las galletas presenten un color dorado o estén cocidas.11) Evaluación sensorial de las galletas a través de prueba hedónica de aceptabilidad.

A partir de ésta, es factible conocer la aceptabilidad de la galleta, en el grupo específico de personas para el que fue diseñado. En este sentido, se realizó una prueba hedónica de 9 puntos, para conocer la preferencia o grado de aceptabilidad que la galleta de amaranto tuvo con 40 corredores *runners* en un rango de edad de 28 - 34 años. Los resultados correspondientes se muestran a continuación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de elaboración de la galleta de amaranto se muestran a través de la estandarización del procedimiento de elaboración, a través de los siguientes formatos:

La galleta energética propuesta presenta atributos sensoriales con aceptabilidad de atributos sensoriales (sabor, color, olor, textura). Se realizó la prueba hedónica de aceptabilidad a 40 corredores *runners*. Algunas de las limitantes que pueden mencionarse se encuentran las siguientes: Algunos corredores *runners* consideraron que se requiere que la aceptación en el mercado, requiere una estrategia mercadológica que genere el posicionamiento de la marca y reduzca el impacto debido a prejuicios culturales sobre el consumo de un producto, con base en insumos naturales, ya que se considera

NOMBRE DE LA RECETA: JARABE DE PILONCILLO

TIPO DE RECETA: **Complementaria de:** GALLETA ENERGÉTICA

CLASIFICACIÓN: JARABE DE PILONCILLO

RENDIMIENTO:	0.050 Kg
TIEMPO DE PREPARACIÓN	22 minutos
TIEMPO DE COCCIÓN	5 miinutos

COSTO TOTAL DE INSUMOS	$ 1.45
COSTO UNITARIO:(POR Kg / L)	$ 28.92

INGREDIENTES	PESO BRUTO	PESO NETO	UNIDAD	%DE RENDIMIENTO	PORCIÓN/MEDIDA	COSTO UNITARIO	IMPORTE
PILONCILLO	0.042	0.042	Kg	100%		$ 33.00	$ 1.39
AGUA	0.030	0.030	L	100%		$ 2.00	$ 0.06

COSTO TOTAL DE INSUMOS	$ 1.45

TECNICA:

1. lavar y desinfecta el material de trabajo asi como las manos.
2. pesar el piloncillo y agua colocarlo en un conico a fuego medio.
3. mover constanemente para derretir el piloncillo hasta obtener un jarabe.
4.derretido el piloncillo apagr el fuego retirar y reservar para usar en la galleta energetica.
5
6

EQUIPO PARA PRODUCCIÓN:

bascula, bowls, conico chico, miserable.

NOMBRE DE LA RECETA: CHÍA ACTIVADA

TIPO DE RECETA: **Complementaria de:** GALLETA ENERGÉTICA

CLASIFICACIÓN: HIDRATACION DE CHÍA

RENDIMIENTO:	0.051 Kg
TIEMPO DE PREPARACIÓN	22 minutos
TIEMPO DE COCCIÓN	

COSTO TOTAL DE INSUMOS	$ 1.83
COSTO UNITARIO:(POR Kg / L)	$ 35.88

INGREDIENTES	PESO BRUTO	PESO NETO	UNIDAD	%DE RENDIMIENTO	PORCION/MEDIDA	COSTO UNITARIO	IMPORTE
CHÍA	0.020	0.020	Kg	100%		$ 90.00	$ 1.80
AGUA	0.015	0.015	L	100%		$ 2.00	$ 0.03

COSTO TOTAL DE INSUMOS	$ 1.83

TECNICA:

1. lavar y desinfecta el material de trabajo asi como las manos.
2. pesar la chia y el agua.
3. poner la chia junto con el agua en un bowl dejar hidratar por 20 minutos.
4.exprimir para retirar un poco de agua y reservar para su utilizacion.
5
6

EQUIPO PARA PRODUCCIÓN:

bascula, bowls, cuchara sopera, guantes.

que para ser efectivo deberá contener agentes no naturales para mayor efectividad. Se requiere además, un seguimiento particular para determinar que el deportista mejora su rendimiento físico y recuperación muscular, después del consumo controlado del producto.

Los resultados obtenidos a partir de esta prueba, reflejan que el 83.5% (33 corredores *runners*) de los mismos, consideraron a la galleta, después de la valoración sensorial, entre el punto 9 (Me gusta muchísimo) y 8 (Me gusta mucho). Se considero que en esta prueba, los consumidores valoraran la textura, color y sabor de la galleta energética de amaranto. Con un 13% (5 corredores *runners*) de los corredores, identificaron la valoración sensorial con un valor 7, correspondiente a Me gusta bastante, y el 3.5% (2 corredores *runner*) restante, la identificaron un valor de 6, Me gusta ligeramente.

Los resultados obtenidos determinaron necesario, conocer de manera detallada los motivos por los cuales 2 de los corredores definieron su valoración en el valor escalar de Me gusta ligeramente, con finalidad de mejorar o considerar sus aportaciones para la mejora del producto obtenido.

CONCLUSIONES

El propósito de la presente investigación fue desarrollar una galleta de amaranto energética y nutritiva para corredores *runners*, compuesta además de cacao, miel de agave y chía, con el fin de aportar los nutrimentos necesarios para la recuperación de energía, por lo que puede concluirse que es factible la elaboración de un producto tipo galleta que cumpla con las características sensoriales de aceptabilidad para el nicho de mercado especifico de consumo: corredores *runners.* Una de las perspectivas a futuro de esta investigación es la evaluación particular del rendimiento energético de los deportistas, con la finalidad de comprobar que el aporte energético de la galleta permite mayor efectividad del rendimiento.

REFERENCIAS

Organización Mundial de la Salud. Actividad Física (2018) http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/

Academia Nacional de Medicina. (2015). Guías Alimentarias y de Actividad Física en contexto de sobrepeso y obesidad en la población mexicana. pp 1-188. https://ods.od.nih.gov/pubs/2015_DGAC_Scientific_Report_ODS_Compiled_DS_Statements.pdf

Amaranto, el alimento del futuro (2018). Chile. http://www.amaranto.cl/informacion-nutricional.html

TRILLADORA DE AMARANTO, DE FLUJO AXIAL, ACCIONADA POR LA TOMA DE FUERZA DEL TRACTOR AGRÍCOLA

Jiménez Regalado Ramón*[1], De la O Olán Micaela[1], Gutiérrez Martínez Juan Oliver[1].

[1]Campo Experimental Valle de México, km 18.5 Carretera Los Reyes-Lechería, Chapingo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230. INIFAP, SAGARPA.
jimenez.ramon@inifap.gob.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: Trilla de amaranto en México, producción, mecanización, trilla, cosecha.

INTRODUCCIÓN

La producción de amaranto en México y en particular la que se realiza en el Centro del país, en los Estados de México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, y en la Ciudad de México, tienen como característica el empleo de mucha mano de obra, bajo nivel de mecanización y por ende altos costos de producción. La necesidad de una trilladora para amaranto ha sido señalada por los productores de amaranto de Tulyehualco desde el año 2003. En el CENEMA se tuvo el primer prototipo de trilladora en el año 2005, el cual no fue lo suficientemente funcional como para ofrecerlo de manera comercial. En el Estado de Morelos, se detectó también la necesidad de contar con una trilladora de amaranto, para mecanizar esta labor y hacer el cultivo más rentable. En esta ocasión, el CENEMA también participó en el diseño de una trilladora de amaranto. El nuevo diseño fue una trilladora de flujo axial, operada a través de la toma de fuerza del tractor. La trilladora de amaranto fue diseñada por personal del CENEMA, y construida en el taller del mismo Centro. La trilladora fue evaluada de manera preliminar en el CENEMA y las evaluaciones de campo se realizaron con agricultores cooperantes. El objetivo de la presente investigación fue diseñar, construir y evaluar una trilladora de amaranto.

MATERIALES Y MÉTODOS

La trilladora fue diseñada por personal de CENEMA, utilizando el paquete de diseño SOLIDWORKS, y se construyó en el taller del mismo Centro. Los materiales utilizados fueron: fierro comercial en lámina y varios perfiles, PTR, ángulos, solera, canal, láminas perforadas (cribas), chumaceras, cajas de engranes, catarinas, cadena, poleas, bandas, ejes, llantas, muelles, COLDROLL, naylamid, birlos, tornillos, remaches, pernos. La mayoría de las piezas se maquinaron y construyeron en el taller del CENEMA, y algunas (las más grandes) se llevaron para corte, doblez, rolado, y maquinado a talleres de la localidad. Una vez construidas y probadas cada una de las piezas y componentes de la trilladora, se desarmó, pintó y se volvió a armar para evaluar su funcionamiento. Las evaluaciones preliminares se realizaron en el CENEMA con material cosechado de parcelas experimentales y demostrativas. Las variedades utilizadas fueron Nutrisol y Revancha. A la versión original de la trilladora se le hicieron dos modificaciones principales: se cambió el tipo de banda de alimentación para que el amaranto se transportara mejor, sin que se regresara, y se agregó un eje con barras (a manera de abatidor) para que aseguraran la entrada del material. Una vez terminadas

las modificaciones se hicieron las evaluaciones con productores de amaranto en localidades de los Municipios de Tepexpan y Tezoyuca en el Estado de México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La trilladora de amaranto diseñada y construida fue una trilladora de flujo axial, operada por medio de la toma de fuerza del tractor. Las partes principales de la trilladora son: bastidor, montado sobre un eje con muelles y dos neumáticos, enganche para tiro de tractor agrícola, flecha cardán, cilindro y cóncavo, tapa, banda de alimentación, dos cribas, ventilador, sinfín y elevador, transmisión de poleas y bandas. La trilladora de amaranto se presenta en la Figura 1.

Para la evaluación de la trilladora se utilizaron los siguientes materiales: cronómetro, báscula, costales, bolsas, lonas, tractor agrícola, cultivo de amaranto. Asimismo, se requieren al menos cuatro personas para acarrear el material y dos para alimentar la trilladora. La trilladora se opera de la siguiente manera: (1) se engrasan los rodamientos de la trilladora, (2) se revisa que no tenga piezas sueltas o tornillos flojos, (3) se engancha a la barra de tiro del tractos, (4) se engancha y asegura la toma de fuerza, al tractor y a la trilladora, (5) se enciende el tractor y se activa la toma de fuerza, (6) se revisa que no peguen las partes que se mueven, (7) se acelera hasta la velocidad de operación, (8) se coloca un costal a la salida del material trillado, (9) se alimenta la máquina con el material a trillar, (10) se revisa el material trillado que sale, (11) se ajusta la velocidad de operación de manera que el material salga trillado y limpio, (12) se cambia el costal de semilla trillada cuando se llene. Las evaluaciones realizadas con productores cooperantes dieron los siguientes resultados: rendimiento en tiempo de 3 h/ha. a 4 h/ha., rendimiento en cantidad de 300 kg/h a 400 kg/h; contenido de impurezas de 6% a 12%; pérdidas de 2% a 4%. Se emplean al menos cuatro personas para acarreo de material y dos para alimentar la trilladora. El corte se hace manual y tiene que hacerse al menos tres días previos al día de trilla. El costo de construcción y mano de obra de la trilladora de amaranto es de aproximadamente $ 160,000.00 (Ciento sesenta mil pesos 00/MN).

CONCLUSIONES

(1) se diseñó, construyó y evaluó una trilladora de flujo axial para amaranto, (2) el rendimiento de la trilladora es de 4 h/ha, (3) el contenido de tamo del material trillado es de 6% a 12% y (4) las pérdidas son de 2% a 4%.

RECOMENDACIONES

Se recomienda agregar una turbina de succión para eliminar el tamo del grano trillado, ya que éste sistema es más eficiente que el soplado con ventilador.

REFERENCIAS

Jiménez R.R, De La O O. M., Gutiérrez M. J.O. 2017. Trilladora estacionaria de amaranto, accionada por la toma de fuerza del tractor. Desplegable para productores No. 15. 2p. INIFAP. SAGARPA.

Tavitas F.L., Jiménez R.R., Hernández A. L. 2016. Manual para la producción mecanizada de amaranto. Folleto Técnico. 30 p. INIFAP. SAGARPA.

Figura 1. Trilladora de amaranto operada por la toma de fuerza.

DIÁLOGO DE SABERES Y PROCESOS DE INNOVACIÓN APLICADOS AL REVENTADO DE AMARANTO

Argumedo-Macias A.*[1], Ortiz-Torres E.[1]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Bolulevard Forjadores de Puebla Num. 205, Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, Puebla, C.P. 72760. México. Correo-e: aadrian@colpos.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: conocimiento, movilización, reventado, innovación.

INTRODUCCIÓN

En este estudio se parte de reconocer que el conocimiento en tanto creencias o disposiciones a proceder como si el mundo fuera de determinada manera y que dispone de argumentos adecuados (León-Olivé, M, 2009, p.59) está presente en el medio rural y dispone de determinada certeza en las explicaciones que genera y aplica a las condiciones de la realidad en que se desenvuelve, no obstante que su origen no es propio de criterios científicos exclusivamente. Este conocimiento tiene validez para ser incluido y empleado en procesos de cambio para incidir en mejoras en las diversas actividades que tienen lugar en el medio rural. La idea que subyace en este estudio es el de la necesidad de conjuntar los conocimientos tradicionales con el científico para potenciar la creación de nuevas ideas que aporten a la solución de problemas en el medio rural como respuesta a las condiciones restrictivas en que se encuentran las personas que lo habitan.

Para explicar el proceso de esta conjunción de conocimientos se tomó como referencia al amaranto, especie vegetal de un potencial alimentario y nutricio para las áreas en cuestión y que hasta el momento ha estado marginado como alimento y como actividad económica agrícola para el país. Se partió de la idea de que la interacción de conocimientos tanto de origen científico como los de carácter tradicional, es una oportunidad para avanzar en la comprensión de los fenómenos y problemas que suceden en torno al cultivo, en especial en la zona productora de Tochimilco, Puebla.

El objetivo del estudio se orientó a conjugar los tipos de conocimiento, tanto el campesino como el técnico y científico para crear un artefacto reventador y valorar su aceptación por los habitantes de la zona productora de Tochimilco, Puebla.

METODOLOGÍA

El estudio es de tipo cualitativo y se apoyó en la herramienta de la Investigación Acción Participativa en la modalidad Técnica propuesta por Latorre (2003), Suárez Pazos (2005), Peter Park (1990), como lo señala Colmenares *et al*., (2008), para el diseño y ejecución de una estrategia orientada a la solución de un problema concreto y ampliar el conocimiento y habilidades en torno a la técnica de reventado de amaranto.

La inclusión de ésta herramienta de investigación responde a la posibilidad de que los participantes se involucren en la creación del conocimiento.

El área de estudio consideró de inicio a la región Oeste Centro del estado de Puebla debido a que es la principal zona productora de amaranto en el país, misma que involucra al principal municipio productor, Tochimilco, a Atzitzihuacan y Cohuecan.

Para el la guía de interacción entre actores se utilizó como guía metodológica, el modelo de creación de conocimiento aplicado propuesto por Nonaka y Takeuchi (1999) p-80, conocido como Modelo SECI de Nonaka y Takeuchi y tiene como base lo siguiente: consiste en (una espiral del conocimiento) crear conocimiento mediante la interacción de los 2 tipos de conocimiento: el tácito y el explícito. Se basa en cuatro fases de las que Nonaka y Takeuchi señalan se puede crear nuevo conocimiento y son las siguientes: 1) Socialización; 2) Exteriorización; 3) Combinación e; 4) Interiorización (Figura 1).

RESULTADOS

La experiencia inició con un acercamiento entre agentes municipales que solicitaron apoyo para fertilización en amaranto. En esa interacción se interaccionó con tres grupos de mujeres que se habían organizado para la transformación del amaranto, en especial en cuanto al proceso de reventado, para alimentación familiar y para agregación de valor. El diálogo entre actores permitió entender que se disponía de información y tecnología, aunque mal diseñada, para el reventado de amaranto. De acuerdo se determinó crear un nuevo dispositivo que realizara la tarea de reventado de manera más eficiente. Se accedió a información básica para entender la dinámica del proceso de reventado y se procedió a diseñar un artefacto reventador que cumpliera con los requerimientos que la propia experiencia de los productores sugería: efectivo para su función de reventar, accesible económicamente, de fácil manejo y modular. De este primer contacto se inició el proceso del modelo de NYT cuyas etapas se describen a continuación.

SOCIALIZACIÓN

Esta etapa, se inició a solicitud de funcionarios del área agrícola del ayuntamiento de Tochimilco, de acuerdo a dificultades para transformar la semilla de amaranto en producto comestible a partir del reventado con los equipos de reventado otorgados. El diálogo se inició entre profesionales agrónomos que tenían *Know what* y poco conocimiento tácito respecto a lo relacionado con el cultivo de amaranto y su transformación, es decir no existía *know how,* de tal forma que se concurrió con los grupos de mujeres, productores y agentes internos del municipio primero y fuera de éste después, para identificar el conocimiento tácito (*know how*) para retomarlo, entenderlo y una vez aprehendido pasar al siguiente paso de la espiral.

El primer acercamiento sirvió para profundizar en la comprensión del problema que los tres grupos de mujeres transformadoras enfrentaban, esto es, del desconocimiento del *know how* con técnica artesanal y tecnológica. La comunicación en la movilización del conocimiento de acuerdo al modelo SECI, está orientada a los empleados de la empresa y los beneficiarios de las innovaciones son los consumidores. En el caso que nos ocupa el SECI se aplica en la agricultura campesina, por tal razón se identificó que era preciso proponer un esquema de comunicación que diera un papel central a los productores, que en este caso son productores y

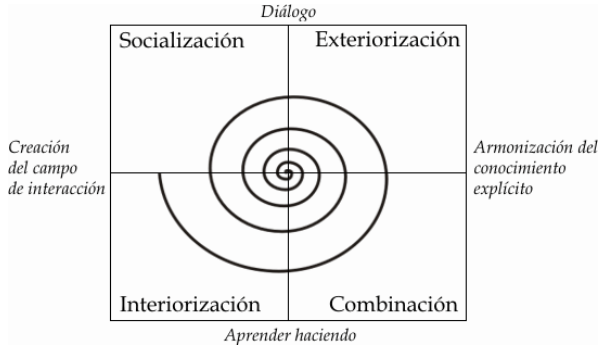


Figura 1. Modelo de intercalación de diversas formas de conversión de conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1999).

beneficiarios a la vez. En este diálogo intervino el proceso de Comunicación para el Cambio Social (CCS) de Gumusio-Dagron (2009), que involucra discusión y debate, sentido de pertenencia y acción colectiva.

Se encontraron dos tipos de conocimiento técnico: 1) conocimiento de técnicas artesanales y; 2) técnicas industriales de base científica (de acuerdo a la clasificación de Quintanilla, 2005). Los dos tipos de técnicas sin una aplicación que entendiera de manera eficiente el proceso de reventado. Sin embargo sirvió para entender las características generales del proceso de reventado de semilla del cultivo en cuestión. Se hizo una primera descripción del proceso. El reventado en comal con fuego de leña y el reventado con gas mediante un lecho fluidizado.

La confrontación de conocimiento, experiencias, valores y aspiraciones entre los involucrados permitió alinear modelos mentales y reconocer la importancia y la oportunidad de considerar al amaranto dentro de la dieta de la población y de la necesidad de generar y difundir conocimiento sobre técnicas y tecnología para que la población acceda a una de las maneras más comunes de comer amaranto, es decir, al reventado de semilla.

EXTERNALIZACIÓN

Una vez situado el estado técnico del proceso de reventado se pasó a su disección (identificación de conceptos explícitos) por los componentes del sistema y de su funcionamiento y se estudiaron desde un punto de vista formal, es decir, con el conocimiento explícito propio para cada componente, tales como: 1) flujo volumétrico de aire, 2) combustión y calor, 3) proceso físico-químico para reventado de semilla de amaranto y, 4) integración preliminar del sistema para el reventado de semilla de amaranto. Aquí ya se tenía claro la búsqueda de un artefacto reventador, al cual se le definieron los conceptos del conocimiento tácito para pasarlos a explícitos y éstos a su vez se integraron al sistema. Tal es el caso de la combinación de fuego y aire que se entendía como aire caliente y se conceptualiza como lecho fluidizado, cámara de reventado (lugar de tostado) donde se hace la mezcla homogénea de aire y calor para un reventado uniforme, sistema de alimentación por gravedad (depósito, embudo y tubo para semilla, sistema de expulsión (salida de semilla reventada), entre otros. Esta fase permitió entender el funcionamiento de los principios del sistema y hacer una integración mental del mismo y que se probara una reventadora de concreto, una de barro y una de lámina. Estos modelos permitieron el know how a los técnicos y productores crear conocimiento tácito mejorado y entender las bases del funcionamiento del sistema de reventado.

COMBINACIÓN

Una vez conocida la estructura de los componentes y su función en el proceso de reventado, se trabajó en la conformación del sistema básico de una reventadora. En vista de que se optó por un diseño de un artefacto que conjugara técnica arcaica (Quintanilla, 1999) y tecnología de base científica, se integró el sistema para generar el reventador con manejo tácito y explícito. También se trabajó en incorporaciones al sistema de componentes que se basan en prueba y error, al igual que en la operación del mismo, donde se aplica la práctica y habilidad del operario para un buen reventado. Por esto se decidió que no todo el proceso involucraría solo conocimiento explícito, sino que se optó por un componente importante de conocimiento tácito. De cualquier forma, el sistema se complementó en esta fase con una revisión de bibliografía e información documental para conocer los antecedentes de otras máquinas y aportar a la nuestra. Así, fue posible integrar un prototipo de reventadora que se fue acercando a lo planeado. El proceso para tener un artefacto completo con un desempeño aceptable fue de dos años y a partir de ese momento se inicia su promoción en el municipio, dando paso a la etapa de interiorización. Cabe mencionar que la espiral es rápida en cuanto a conjugar conocimiento tácito y explícito ya que se han hecho mejoras que surgen en el transcurso de la socialización (prueba de la máquina) y rápidamente se incorporan a la misma, tal es el caso de cambio de materiales, sistema de encendido, sistema de alimentación, entre otros, esto ha permitido que a la fecha incorporar y generar nuevo conocimiento explícito que fue ayudando a definir y estructurar un modelo más acabado de reventadora.

INTERIORIZACIÓN

Esta etapa consistió en llevar la creación del modelo de reventadora a los grupos y comunidades. En función del problema original se regresa información en forma de respuesta al mismo lugar donde salió. El artefacto creado tiene la función de reventar amaranto de acuerdo a lo planeado y

cumple con un buen desempeño.

Su difusión mediante demostraciones para aprender haciendo se da originalmente en los grupos de donde partió la información y solo uno adoptó la tecnología debido a que dos grupos se desintegraron por problemas diversos. Se trabajó con un grupo de jóvenes a quienes se les asignó un equipo de reventado para dar servicio comunitario y solo funcionó durante unos dos meses ya que debido a sus ocupaciones no siguieron con el servicio de reventado.

La segunda opción de difusión consistió en involucrar a una Agencia de Desarrollo Rural (ADR), la cual a través de grupos de trabajo organizados, fueron informados de la disponibilidad de estos equipos y estuvieron de acuerdo en colaborar en la gestión de recursos de gobierno para ser apoyados con una reventadora. Esta fue la opción más prometedora para la difusión de la máquina, ya que por medio de este esquema se han difundido 14 equipos de reventado en el municipio de Tochimilco e influyendo en municipios aledaños como Atzitziuacan y Cohuecan en el estado de Puebla. Además tres microempresas procesadoras de amaranto han accedido al equipo dado que responde a sus necesidades de producción dentro de sus esquemas de operación.

Con esta etapa de interiorización se completa un ciclo de la espiral, desde la detección del problema de desconocimiento de cómo transformar amaranto a través del reventado, pasando por la colección de saberes tácitos y explícitos hasta la fabricación de un equipo y su difusión en el territorio de donde partió el problema.

El nuevo ciclo de la espiral se plantea a través del problema de la fabricación de un equipo de reventado de bajo costo de tal forma que pueda ser adquirido como un equipo funcional de uso multifamiliar. Por otro lado, se ha observado que la falta de una mayor difusión responde a que no se tiene una cultura de consumo de amaranto entre la población. En este sentido la espiral puede incorporar el abordaje de este problema. Se ha trabajado en varias estrategias de operación para influir en la cultura del consumo, estudio que está en su segunda fase de ajuste. Aún no se tiene una medida del impacto en el consumo entre la población, lo que sí ha quedado claro es que el artefacto funciona de acuerdo a lo que se pretendía de éste. Esta fase de interiorización es la final del proceso de movilización del conocimiento y donde termina un ciclo de la espiral del conocimiento de acuerdo con Nonaka y Takeuchi.

CONCLUSIONES

El modelo de movilización de conocimiento de Nonaka y Takeuchi permitió explicar el proceso de interacción entre conocimiento tácito y explícito y reflejarse en la creación del dispositivo reventador.

La creación de tecnología se ve favorecida cuando los productos tienen un componente tácito y explícito en un ciclo permanente de interacción entre actores interesados, sobre todo quienes son parte del problema.

La adopción de tecnología se ve favorecida cuando la creación o invención responde a necesidades locales e involucra en su estructura tanto experiencia y conocimiento tradicional y el científico.

REFERENCIAS

Colmenares, A. M., Piñero M.L. (2008). La investigación. Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. Laurus 14 (27): 96-114.

Gumucio-Dagron, A. (2011). Comunicación para el cambio social: clave del desarrollo participativo. Signo y Pensamiento, 30(58): 26-39.

Nonaka, I. y Tackeuchi, H. (1999). La organización creadora de conocimiento. Como las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación. Oxford University Press. México.

Olivé, L. 1996. *Razón y sociedad*. Distribuciones Fontamara. México.

Quintanilla, M. A. (2005). Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología. México. Fondo de Cultura Económica.

GRUPO COOPERATIVO QUALI Y AGUA PARA SIEMPRE - SISTEMA ALIMENTARIO DE AMARANTO ORGÁNICO COMO MODELO INNOVADOR DE DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE DE AGRICULTURA FAMILIAR PARA SUPERAR LA POBREZA

Hernández Garciadiego, Raúl.[1] *; Herrerías Guerra, Gisela.[2]

[1]Grupo Cooperativo Quali, Centro Mesoamericano del Agua y la Agricultura. Autopista Tehuacán- Oaxaca, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla. Correo /P.O. Box: Apartado Postal 306 Tehuacán 75700 Pue. México
Correo-e: raulhernandez@alternativas.org.mx
[2]Alternativas y Procesos de Participación Social A.C., Museo del Agua "Agua para Siempre". Centro Mesoamericano del Agua y la Agricultura Autopista Tehuacán- Oaxaca, Valle de Tehuacán-Cuicatlán Correo /P.O. Box: Apartado Postal 306 Tehuacán 75700 Pue. México
Correo-e: giselaherrerias@alternativas.org.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: Promoción educativa, organización cooperativa, innovación tecnológica, regeneración ecológica, alimentos nutritivos de amaranto.

INTRODUCCIÓN

En ocasión de la "Década de las Naciones Unidas para la Acción en Nutrición 2016-2025", la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), lanzó la convocatoria "10 Iniciativas Innovadoras y Escalables para el Desarrollo Rural Sostenible de América Latina y el Caribe". El Comité de Evaluación Final, conformado por expertos de FAO, del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Fondo de Innovación Social de Chile (FIS) y la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), otorgó el primer lugar a ***"Grupo Cooperativo Quali y Agua para Siempre (México)****, por promover el sistema alimentario de amaranto orgánico como un innovador modelo de desarrollo rural sostenible de agricultura familiar para superar la pobreza"*. Esto ayudará a posicionar el sistema alimentario de amaranto orgánico para contribuir al cumplimiento de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, para cuidar y regenerar nuestra Casa Común.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo reporta el proceso de desarrollo sostenible[1] impulsado por Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. (Alternativas) durante 38 años de promoción educativa de la participación organizada de la población para identificar su problema eje -la falta de agua-[2] así como su participación activa en el rescate e innovación del amaranto y de la visión hidroagroecológica ancestral de esta región que es centro de origen y diversificación permanente de maíz, frijol, amaranto, chile, aguacate y otros cultivos que constituyen el núcleo de la cocina mexicana, reconocida por la UNESCO como Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad. El trabajo destaca las innovaciones en diversos campos: a) en la metodología de promoción educativa, b) en las tecnologías agroecológicas para el cultivo de amaranto en milpa en regiones semiáridas, c) el desarrollo de equipos para el campo y para la transformación agroindustrial de alimentos, d) la construcción de una red social de personas conscientes del valor de los alimentos nutritivos e inocuos, de la importancia de la regeneración ecológica de las cuencas y de las relaciones de comercio

1 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2014) "Flota, la chingadera- Agua para Siempre y el Grupo cooperativo Quali, Sistematización de la experiencia de los años 2003 a 2014"
2 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2005) "Agua para Siempre y Quali: un cuarto de siglo de desarrollo regional"

equitativo y solidario para evitar los oligopsonios que dañan a la economía de la agricultura campesina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.- Innovaciones en producción cooperativa agroecológica. Quali ha capacitado a 2,817 sembradores en el cultivo del amaranto con métodos orgánicos. Se han incorporado como socios 1,103 personas, en 93 cooperativas agroecológicas, en 69 pueblos, de 3 estados. Cuentan con 614 hectáreas certificadas como orgánicas, y una superficie adicional de tamaño semejante destinada al autoconsumo. Se innovó en siembra con almácigos enriquecidos con composta; en baja densidad de siembra para evitar el fenómeno de acame propiciado por el crecimiento acelerado por la competencia por la luz solar y posteriormente causado por fuertes vientos; en manejo agroecológico para pequeñas parcelas, para proteger los suelos de la erosión y enriquecer su fertilidad; así como en certificación orgánica para garantizar la inocuidad y lograr un precio equitativo y más remunerador en el mercado. Se inventaron trilladoras y limpiadoras para pequeñas superficies. Se diseñó un sistema de captación, almacenamiento y uso eficiente de agua de lluvia para aplicar riegos por goteo como adaptación ante el cambio climático, para evitar pérdidas por la sequía interestival.[3] 2.- Innovaciones en transformación agroindustrial. En 1994, no existía en el mercado tecnología para el procesamiento de amaranto, por lo que a partir de esa fecha el Centro de Tecnología de Alternativas ha diseñado los procesos y fabricado los equipos con grado alimenticio para su transformación agroindustrial, los cuales han sido mejorados continuamente durante 24 años, creando una cultura institucional de innovación permanente.[4] Los pasos de planta piloto (1994), a planta formal pequeña (1999) y a dos plantas medianas (2009 y 2014), han enriquecido la experiencia acumulada, perfeccionando procesos y equipos. Estas naves están equipadas con amplios miradores en la azotea, para poder transmitir a los visitantes los conocimientos en buenas prácticas de manejo de alimentos, sin arriesgar su inocuidad. 3.- Innovación en procesos y alimentos funcionales e inocuos. Para combatir los alimentos chatarra causantes del sobrepeso, obesidad y consecuencias asociadas al síndrome metabólico, se desarrollaron alimentos nutritivos de amaranto atractivos y sabrosos que tuvieran gran aceptación entre los niños y sus familias. 4.- Innovación en creación de mercados equitativos y solidarios. Para evitar oligopsonios, se tejió la Red de Aliados Quali como mecanismo de distribución que enlaza el campo y la ciudad vinculando personas conscientes: a) del valor y calidad nutricional de los alimentos -así como la certeza de su inocuidad- para consumo de sus familias, b) de la importancia del cuidado de los recursos naturales del ambiente durante los procesos de cultivo, y c) de la justicia económica, cumpliendo con los principios de comercio equitativo y solidario. En esta misma línea, se establecieron relaciones con redes cooperativas en Europa para la exportación del amaranto. 5.- Innovación en regeneración ecológica de cuencas. Entre 1988 y 2017, el programa "Agua para Siempre" ha construido 11,427 obras de agua y regeneración ecológica, para abastecer de agua a las familias en los pueblos y proveer riego por goteo para salvar sus cosechas en tiempos de sequía, al mismo tiempo que mejora los suelos de las parcelas, beneficiando entre todas a 271,170 personas que viven en 252 localidades de 82 municipios de Puebla, Oaxaca y Veracruz. 6.- Innovación en estructuración institucional. Se diseñó y organizó progresivamente el Grupo Cooperativo Regional que presta adecuadamente los servicios necesarios: organizativos, técnicos, agrícolas, administrativos, contables, financieros, jurídicos, de desarrollo humano y de calidad de vida de los colaboradores. 6.- Quali brinda empleo a 71 personas con trabajo formal permanente de tiempo completo. Se ha demostrado la repetibilidad del modelo al aplicarlo en diversas regiones, con muy distintos climas y culturas en los estados de Puebla, Oaxaca, Tlaxcala y Veracruz.

CONCLUSIONES

1.- La experiencia acumulada en 38 años ha permitido afinar la metodología para un exitoso escalamiento horizontal hacia nuevos territorios (expansión) y nuevos participantes (profundización). Se han identificado innovadoras líneas de escalamiento funcional, ofreciendo nuevos productos con nuevas tecnologías, para el mercado nacional y de exportación, con las cuales se han incrementado los flujos económicos hacia la región, que permiten combatir la pobreza, al mismo tiempo que se abaten la desnutrición y la malnutrición.

3 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2006) *"Tecnologías apropiadas de regeneración de cuencas para la obtención de agua"*

4 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G.. (2016) "El Grupo Cooperativo Quali, un caso de continuidad en la innovación".

2.- La continuidad y permanencia del equipo profesional y de las familias participantes en las cooperativas agroecológicas, son indicadoras de la idoneidad de la modalidad socio-estructural de las empresas sociales integradas en el Grupo Cooperativo Quali que opera el sistema alimentario del amaranto orgánico, así como de la adecuación de los servicios que prestan y de los alimentos que entregan a los consumidores. Las innovaciones desarrolladas y validadas, también pueden permitir un escalamiento vertical, al incorporarse como política pública para superar el hambre, la obesidad y la pobreza, todo lo cual valoró la FAO al otorgarle el primer lugar en este certamen continental, al considerar que contribuyen al cumplimiento de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, y durante la "Década de las Naciones Unidas para la Acción en Nutrición 2016-2025".

REFERENCIAS

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G.. (2016) "El Grupo Cooperativo Quali, un caso de continuidad en la innovación". Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. en "Tejiendo Sueños. Experiencias y perspectivas de autogestión y participación social en México" Auge Desarrollo Autogestionario A.C. Xalapa.

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2014) "Flota, la chingadera- Agua para Siempre y el Grupo cooperativo Quali, Sistematización de la experiencia de los años 2003 a 2014". Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. 32 pp. en "Caminos de lucha y esperanza- Once relatos por la justicia, la inclusión y todos los derechos humanos". Reygadas Robles-Gil (ed) Servicios, Desarrollo y Paz A.C. SEDEPAC. México, D.F.

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2006) *"Tecnologías apropiadas de regeneración de cuencas para la obtención de agua"* Alternativas y procesos de participación Social A.C. Experiencia local exitosa seleccionada para el IV Foro Mundial del Agua México.

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2005) "Agua para Siempre y Quali: un cuarto de siglo de desarrollo regional" 47 pp. Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. en "Proyecto de Sistematización y Proyección de los Aportes de la Sociedad Civil al Desarrollo Local. Consejo de Educación de Adultos de América Latina, México D.F.

EXTRUSION DE KIWICHA (*Amarathus caudatus*) VARIEDAD CENTENARIO

Basilio-Atencio Jaime[1]*, Condezo-Hoyos Luis[2], Repo-Carrasco-Valencia Ritva[1]

[1] Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria la Molina, La Molina, Lima–Perú. *Correo-e: jbasilio95@hotmail.com. [2] Scientific Analyst & Consultant, Lima, Peru. lcondezo@hotmail.com

Eje temático: 3
País: Perú
Palabras clave: Índice de expansión, solubilidad, reología, DSC

INTRODUCCIÓN

Los snacks extruidos tienen un gran potencial de desarrollo porque se puede hacer de diferentes formas capturando el deseo de los consumidores (Awolu *et al.,* 2015), para el desarrollo de productos como snacks libres de gluten dirigido a personas intolerantes al gluten, muchos investigadores probaron diferentes materias primas (Reddy *et al.,* 2013) y para mejorar el aspecto nutricional debido a la falta de proteína, diferentes fuentes de proteína fueron adicionadas (Marco and Rosell 2008). Los productos extruidos se considera como alimentos con alto índice glicémico, este índice ha sido asociado con enfermedades como diabetes, pre-diabetes, enfermedades cardiovasculares, cáncer y obesidad (Liatist *et al.,* 2010). Los productos extruidos elaborados con la inclusión de pseudo-cereales mostraron disminución a la respuesta glucémica en ingestión de cereales de desayuno extruidos. (Brennan *et al*., 2012). Algunas propiedades hidratantes y térmicas de los componentes individuales de amaranto (proteína, fibra, almidón) han sido ampliamente discutidos en la literatura (Repo-Carrasco-Valencia *et al.,* 2009).

El objetivo de este estudio fue terminar los parámetros de extrusión, para obtener un producto tipo snack listo para comer, obteniéndose un producto libre de gluten, bajo índice glicémico y con proteína de buena calidad. Se evaluó la molienda del grano, humedad, velocidad de tornillo y temperatura de extrusión.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) variedad Centenario, fue adquirido del programa de cereales de la Universidad Nacional Agraria la Molina - Perú, los granos fueron molidos en un molino martillos usando la malla de 1 mm, los granos y harina de kiwicha se acondicionaron a los diferentes niveles de humedad requeridos para los experimentos por adición de agua determinado por balance de materia midiendo la humedad inicial. Las pruebas de extrusión se realizaron en un extrusor de laboratorio de doble tornillo (JINAN DINGRUN MACHINERY CO; LTD, China), que tiene una cámara de extrusión con cuatro zonas de calentamiento eléctricos independientes, la apertura de la boquilla de salida es de 2.95 mm de diámetro. Se estudió la extrusión con grano entero y molido, la velocidad del tornillo, la humedad de la kiwicha y la temperatura de extrusión. Se evaluó el índice de expansión como parámetro para determinar la mejor

extrusión. El índice de expansión seccional (SEI), fue determinado en veinte muestras de extruidos usando la metodología descrita por (Alvarez-Martinez *et al.,* 1988), el diámetro de la muestra fue medida con un vernier, y el SEI fue determinado por la ecuación (1).

$SEI = (D / Do)^2$ ….. (1)

Dónde:

D es el diámetro de los extruidos en mm. Do es diámetro del agujero de salida en mm.

El Índice de solubilidad en agua (WSI) fue determinado de acuerdo a la metodología descrita por (Anderson et al., 1969). El análisis termogafico se realizó con un MCDSC (Multi Cell Diferential Calorimeter of Scanning) marca TA, el análisis reológico se realizó con un viscosímetro rotacional marca Brookfield Pro-III. Los análisis estadísticos se realizaron con el Software Statgraphics Centrurion XV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis por calorimetría diferencia de barrido (DSC) (Figura 1) se tiene que la temperatura de gelatinización del almidón de kiwicha es de 64.53°C con un incremento de entalpia de 10.55 J/g. Con el resultado obtenido de la temperatura de gelatinización se realizó un análisis reológico del comportamiento de la harina de kiwicha en solución a una concentración de 8%, evaluando diferentes temperaturas de 30 a 70°C de tratamiento térmico por 5 minutos, obteniéndose que la viscosidad se incrementa considerablemente a partir de los 60°C (Figura 2), esto se debería al proceso de gelatinización del almidón produciendo un incremento de la viscosidad.

Para determinar el efecto de la molienda en el índice de expansión, se realizó la extrusión a 170°C y 75 RPM de velocidad de tornillo del grano entero y molido, encontrándose que se tiene un efecto significativo ($P_{valor} < 0.05$) en el índice de expansión (Tabla 1), observándose un incremento en el índice de expansión de aproximadamente el doble de la kiwicha molida con respecto al grano entero. El índice de expansión también se incrementa ligeramente con el incremento de la humedad en estas condiciones de extrusión (Tabla 1).

De la evaluación de la velocidad de tornillo, se encontró que el índice de expansión se incrementa con el incremento de la velocidad de tornillo, pero que el incremento no era significativo ($P_{valor}>0.05$) a partir de 125 RPM. Así mismo se determinó que tecnológicamente no se podía combinar la humedad menor a 14% y temperatura mayor a 190°C por que ocurría atascamiento o quemado del producto.

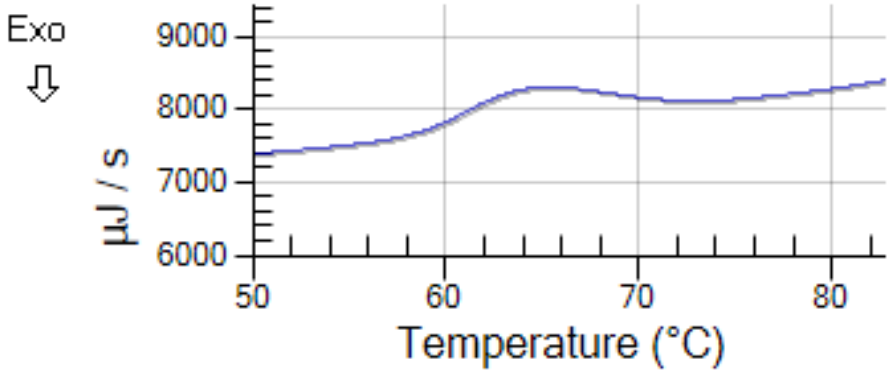


Figura 1. Termograma del almidón de kiwicha centenario.

Tabla 1. Índice de expansión de kiwicha extruida a 170°C y 75 RPM de velocidad de tornillo.

	Grano Entero		Grano Molido	
Humedad %	D* mm	SEI**	D* mm	SEI**
12	2.99	1.03	4.42	2.25
15	3.32	1.27	4.86	2.72
18	3.74	1.61	5.04	2.91

* Diámetro de los extruidos; ** Índice de expansión seccional.

Con los resultados obtenidos previamente se estableció que para la extrusión se debería utilizar granos molidos y velocidad de tornillo de 125 RPM, se continuo con el estudio para establecer la humedad de la harina de kiwicha y la temperatura de extrusión, el cual se realizó con un diseño completo al azar con arreglo factorial teniéndose como temperatura de extrusión de 160, 175 y 190°C y las humedades de 14, 16 y 18%, obteniéndose que a bajas temperaturas 160°C el índice de expansión se incrementa con el incremento de la humedad, y a alta temperatura 190°C ocurre lo contrario, es decir el índice de expansión disminuye con el incremento de la humedad. (Figura 3).

El mejor índice de expansión de 7.3 fue a 14% de humedad y 190°C de temperatura, el cual es aproximadamente 4 veces el índice de expansión del peor tratamiento que es a 14% de humedad y 160°C (Figura 3).

La solubilidad de la harina de kiwicha se incrementa de 11% a 61% por efecto de la extrusión.

CONCLUSIONES

La viscosidad de la solución de harina de kiwicha se incrementa cuando es tratado térmicamente por encima de la temperatura de gelatinización. El índice de expansión de los extruidos es mejor utilizando kiwicha molida que en grano entero, también aumenta significativamente con el aumento de la velocidad de tornillo hasta 125 RPM. El índice de expansión se incrementa con el incremento de la temperatura, la humedad tiene un efecto favorable en el índice de expansión a baja temperatura pero un efecto contrario a alta temperatura. La extrusión incrementa la solubilidad de la harina de kiwicha, la solubilidad de la harina extruida es más de cinco veces que la solubilidad de la harina sin extruir.

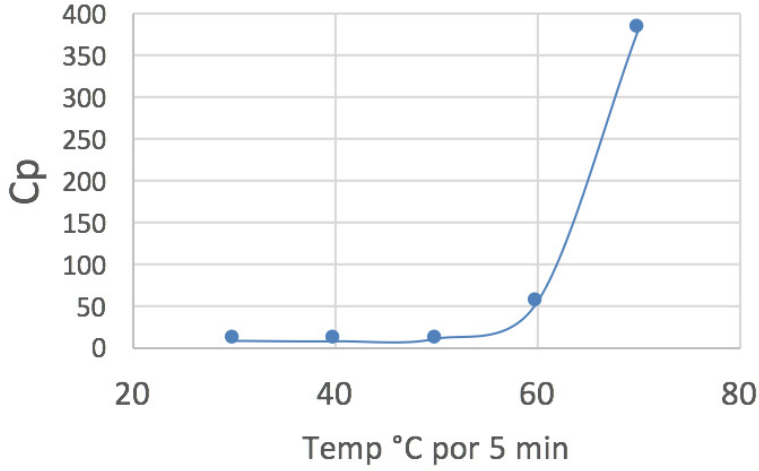


Figura 2. Viscosidad aparente de la solución al 8% de harina de kiwicha, tratado a diferentes temperaturas por 5 min, y medido a 30°C y 80 rpm

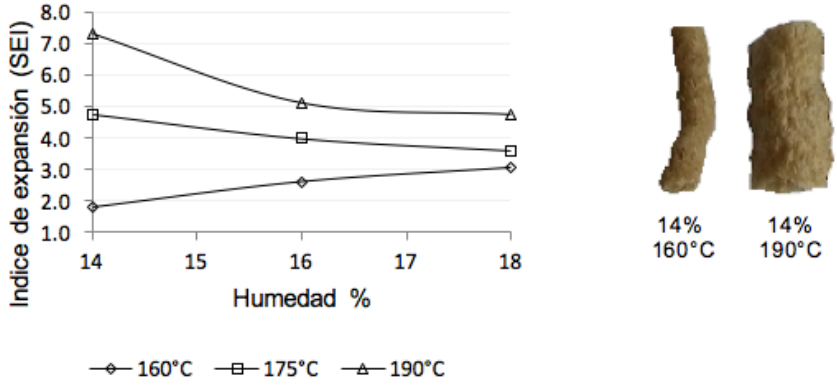


Figura 3. Variación del índice de expansión del extruido de kiwicha con la variación de la humedad y la temperatura de extrusión.

AGRADECIMIENTO

Esta investigación fue realizado gracias al financiamiento recibido por: MINEDU - Perú, Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnología (CONCYTEC) y del proyecto Protein2Food del programa de Investigación de Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud al acuerdo N° 635727.

REFERENCIAS

Alvarez-Martinez, L., Kondury, K., & Harper, J. (1988). A general model for expansion of extruded products. Journal of Food Science, 53(2), 609–615.

Anderson, R. A., Conway, H. F., Pfeifer, V. F., & Griffin, E. L. (1969). Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. Cereal Science Today, 14(4), 11–12.

Awolu, O. O., Oluwaferanmi P.M., Fafowora, O.I., Oseyemi, G.F. (2015) Optimization of the extrusion process for the production of ready-toeat snack from rice, cassava and kersting's groundnut composite flours. LWT - Food Science and Technology 64 18 -24

Brennan, M.A., Menard, C., Roudaut, G., and Brennan, C. (2012). Amaranth, millet and buckwheat flours affect the physical properties of extruded breakfast cereals and modulates their potential glycaemic impact. Starch 64, 392–398

Liatist, S., Grammatikou, S., Poulia, K. A., Perrea, D. et al., (2010) Vinegar reduces postprandial hyperglycaemia in patients with type II diabetes when added to a high, but not to a low, glycaemic index meal. Eur. J. Clin. Nutr. 64,727–732.

Marco, C., & Rosell, C. M. (2008). Functional and rheological properties of protein

enriched gluten free composite flour. Journal of Food Engineering, 88(1), 94-103.

Reddy, M.K., Kuna, A., Devi, L., Krishnaiah, N., Nagamalleswari, Y. (2013). Development of extruded Ready-To-Eat (RTE) snacks using corn, black gram, roots and tuber flour blends. J Food Sci Technol

Repo-Carrasco-Valencia, R., Peña, J., Kallio, H., & Salminen, S. (2009). Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (Amaranthus caudatus). Journal of Cereal Science, 49, 219 - 224.

INCREMENTO DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE SEMILLAS DE AMARANTO CON EL HONGO MEDICINAL GANODERMA LUCIDUM

Mitzi Dávila V. [1], Sobal Cruz M.[1]*, Morales Almora P. [1], Martínez Carrera D. C.[1] y Tello Salgado I.[2]

[1]Colegio de Postgraduados (CP), Campus Puebla, Laboratorio de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales, Puebla, México, C. P 72760.
vladi_mit911@hotmail.com, *msobal@colpos.mx
[2]Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), Morelos, México. C. P 62209.

Eje temático: 3
País: Perú
Palabras clave: Índice de expansión, solubilidad, reología, DSC

INTRODUCCIÓN

Se han estudiado la aceptabilidad de algunos suplementos alimenticios de semillas de amaranto en presentaciones de polvo con sabores a plátano, chocolate y vainilla. Durante su consumo se asoció un aumento de peso en niños por debajo de su peso normal, mayor apetito, más crecimiento, incremento de energía, mejora en su estado de ánimo, de salud y disminución de enfermedades respiratorias (Zarco *et al.,* 2006). Por otro lado, Rosado *et al.* (1999), desarrolló y evaluó nueve suplementos alimenticios en modalidades de papilla y de bebida que cumplieron con las características nutricias, físicas y químicas e higiénicas, obteniendo una buena aceptación entre los grupos estudiados garantizando el aporte de energía y nutrimentos. El amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) o huautli, es una planta alimenticia de la cual se saben sus bondades empíricas desde hace siglos y con comprobaciones científicas hoy en día. El contenido de proteína cruda, lípidos, fibra y cenizas de las semillas de amaranto son más altos en comparación con otros cereales. Las semillas contienen sodio, potasio, calcio, magnesio, zinc, cobre, manganeso, níquel y hierro (Calderón *et al.*, 1991). Los extractos acuosos y metanólicos de *Ganoderma lucidum* se utilizan en el tratamiento de enfermedades causadas por microorganismos o, como medida preventiva contra ellos. *G. lucidum* es un hongo medicinal y funcional, conocido como *reishi* en la cultura oriental. Crece de manera silvestre en México. Se han comprobado las propiedades de este hongo en modelo animal utilizando la cepa CP-145 de *G. lucidum* (Meneses-Álvarez *et al*., 2016).

El objetivo de esta investigación fue obtener extractos del hongo *G. lucidum* y de amaranto para elaborar un suplemento alimenticio que incremente las propiedades medicinales y funcionales, así como el valor alimenticio del amaranto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivo del hongo medicinal *Ganoderma lucidum*

El hongo medicinal *Ganoderma lucidum* (CP-145) se cultivó en el Laboratorio de Biotecnología de

Hongos Comestibles, Medicinales y Funcionales, del Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla. Los basidiocarpos cosechados se deshidrataron a 40 °C durante 24 horas.

Obtención de las semillas de amaranto

La semilla criolla de amaranto nieves (NI) que se utilizó en esta investigación fue *Amaranthus* spp. cultivada en Huazulco, Temoac, Morelos, y las semillas de amaranto variedad nutrisol (NU) (*Amaranthus hypochondriacus* L.) se cultivó en la localidad de Calpan, Puebla.

Preparación de las muestras

Se pesaron 10 g de cada muestra semilla y se molieron en una licuadora (Osterizer), hasta obtener un tamaño de partícula lo más fina posible. Las semillas molidas el amaranto nieves quedaron registradas como Ni, y la nutrisol como Nu. Las tres muestras se colocaron en sobres de papel filtro poro medio, de 7.5 cm de ancho x 9 cm de largo, sellándose para evitar pérdidas.

Extracción por maceración

Las muestras envasadas se colocaron en frascos estériles de vidrio de 200 mL, a los cuales se les agregaron 150 mL de solvente hidroalcohólico comestible (Tequila 100 años®). El tiempo de maceración fue de 24 horas. Los macerados se decantaron y las muestras empaquetadas en el papel filtro se presionaron en una prensa vertical (Oishii take, México), para recuperar toda la muestra líquida.

Obtención de los extractos hidroalcohólicos

Los macerados obtenidos de cada muestra o ingrediente se concentraron en un rotavapor (Hahn Shin, HS-2000 NS), a 38 °C y 90 rpm hasta obtener un concentrado de aproximadamente 7 mL, los cuales se aforaron a 10 mL con el mismo solvente. Los extractos así obtenidos se esterilizaron en un sistema de esterilización Sterifil (Millipore) usando un filtro de 47 mm de diámetro y poro de 0.45 µm.

Liofilización de los extractos

Los extractos de las muestras seleccionadas se congelaron en un ultracongelador (REVCO) a -26 °C y luego se deshidrataron en una liofilizadora (Labconco, modelo Freezone 4.5) por 48 horas. Las muestras se almacenaron a -24°C.

Elaboración de los suplementos alimenticios en base p/p

Se prepararon los suplementos alimenticios con el extracto liofilizado del hongo *G. lucidum* y las muestras liofilizadas de amaranto nieves y nutrisol. Se disolvieron 4 g de muestra en 10 mL del mismo solvente hidroalcohólico. Las claves asignadas a cada suplemento fue la letra J que contenía 2 g de *G. lucidum* + 2 g de Ni; la letra K 2 g de *G. lucidum* + 2 g de Nu, la L para 4 g de *G. lucidum*, la M con 4 g de amaranto nieves, y la clave N 4 g de amaranto

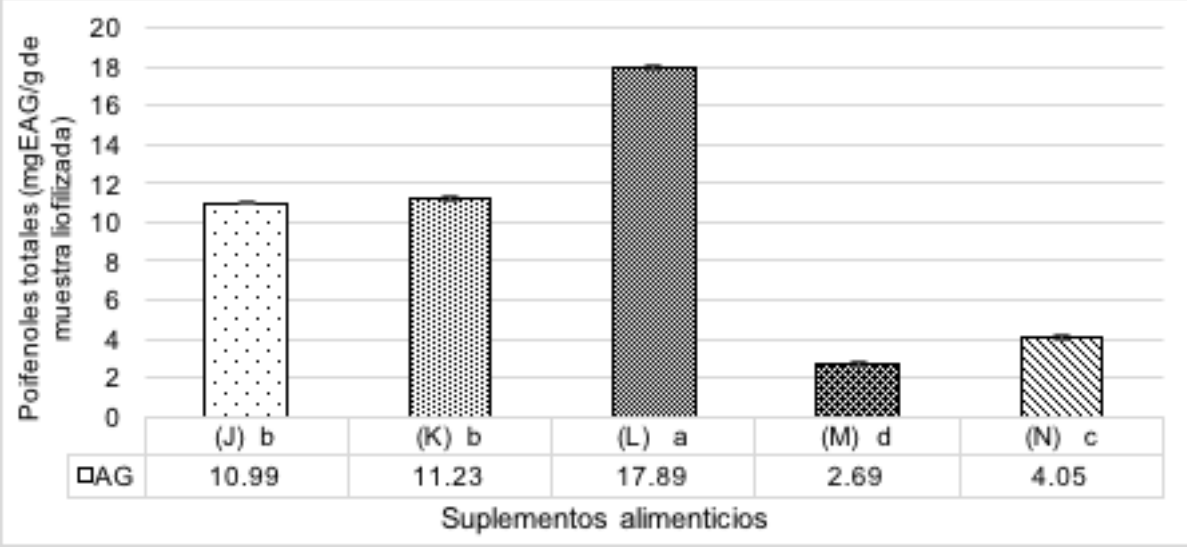


Figura 1. Polifenoles totales de los suplementos alimenticios a base de *Ganoderma lucidum* y semillas de amaranto J= *G. lucidum* 2 g: amaranto nieves 2 g; K= *G. lucidum* 2 g: amaranto nutrisol 2 g; L= *G. lucidum* 4 g; M= Amaranto nieves 4 g; N= Amaranto nutrisol 4 g. *Medias con la misma letra son similares de acuerdo con la prueba de Tukey a una P≤0.05 (n=3).

nutrisol. Los suplementos alimenticios se filtraron en el sistema de esterilización por microfiltración estéril (Millipore). Se caracterizaron los suplementos elaborados, midiendo los polifenoles totales, el rendimiento y la actividad antimicrobiana.

Determinación del contenido de polifenoles totales

El contenido de polifenoles totales se determinó por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteau (Müller *et al.,* 2010), con tiempo de incubación en obscuridad de 2 horas y lectura en el espectrofotómetro de multiplaca (Epoch, Biotek) a 740 nm. Los polifenoles totales se expresaron como equivalentes de ácido gálico por gramo (EAG/g), mediante una curva de calibración de ácido gálico de 0 a 200 µg/mL.

Rendimiento

Se determinó tomando 500 µL (n=5) de cada suplemento depositándolo en una caja de Petri. Las muestras se secaron en una incubadora a 40 °C. Se tomaron los pesos de las cajas de Petri más la del extracto a las 24 horas. Se realizaron las operaciones y se expresaron en mg/mL de extracto (10 mL) o mg/g de muestra (10 g).

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó a los suplementos de semillas de amaranto en el programa SAS (Statistical Analysis System) con el análisis de varianza (ANOVA), en un diseño completamente al azar. Se realizó la prueba de Tukey (n=3).

Prueba de susceptibilidad bacteriana de los suplementos alimenticios

El ensayo se realizó en una microplaca transparente de 96 pozos con fondo redondo (Corning) siguiendo el protocolo del CLSI (2006). En un espectrofotómetro a la microplaca se le midió el efecto Bacteriostático o Concentración Mínima Inhibitoria (CMI), a las de 24 horas de incubación, y la actividad bactericida o Concentración Mínima Bactericida (CMB), a las 48 horas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El suplemento alimenticio clave J (*G. lucidum* 2 g: nieves 2 g) obtuvo en polifenoles totales 10.99±0.07 mg EAG/g, y el de la clave K (*G. lucidum* 2 g: nutrisol 2 g) 11.23±0.13 mg EAG/g, ambos suplementos alimenticios no presentaron diferencias significativas. La cantidad de polifenoles totales del suplemento alimenticio con clave M (Amaranto nieves 4 g) fue de 2.69±0.07 mg EAG/g y, el N (Amaranto nutrisol 4 g) fue de 4.05±0.01 mg EAG/g, presentando diferencias significativas. El suplemento alimenticio con el valor más alto de polifenoles totales fue el L (*G. lucidum* 4 g) con 17.89±0.14 mg EAG/g, el cual fue 6 y 4 veces más alto que el M y N, respectivamente (Fig. 1).

En el rendimiento de los suplementos alimenticios expresados como mg/mL de extracto peso a peso fueron para la clave J de 322.83 mg/mL, el K con 285.5 mg/mL, el de clave L con 269.67, el M de 304.83 y el N de 283.67 mg/mL. Los valores de rendimiento del amaranto aumentaron con respecto al rendimiento del hongo, en un 17%

Cuadro 1. Actividad antimicrobiana de los suplementos alimenticios a base de *Ganoderma lucidum* y semillas de amaranto contra 3 cepas de bacterias.

Clave	CPB-4 (Streptococcus agalactiae)		CPB-8 (Escherichia coli)		CPB-11 (Listeria monocytogenes)	
	CMI mg/mL	CMB mg/mL	CMI mg/mL	CMB mg/mL	CMI mg/mL	CMB mg/mL
J	D4=20.18	D4=20.18	D1= 161.42	D1= 161.42	D4= 20.2	D3= 40.4
K	D4= 17.8	D3= 35.7	D1= 142.75	D1= 142.75	D3= 35.69	D3= 35.69
L	D5= 8.43	D3= 33.71	D2= 67.417	D1= 134.83	D4= 16.85	D3=33.71
M	D3= 38.10	NS=152.42	NS= 152.42	NS= 152.42	NS= 152.42	NS= 152.42
N	D3= 35.38	D2= 70.75	NS= 141.50	NS= 141.50	D1= 141.50	NS= 141.50

CMI= Concentración mínima inhibitoria. CMB= Concentración mínima bactericida. D= Dilución. NS= No susceptible.

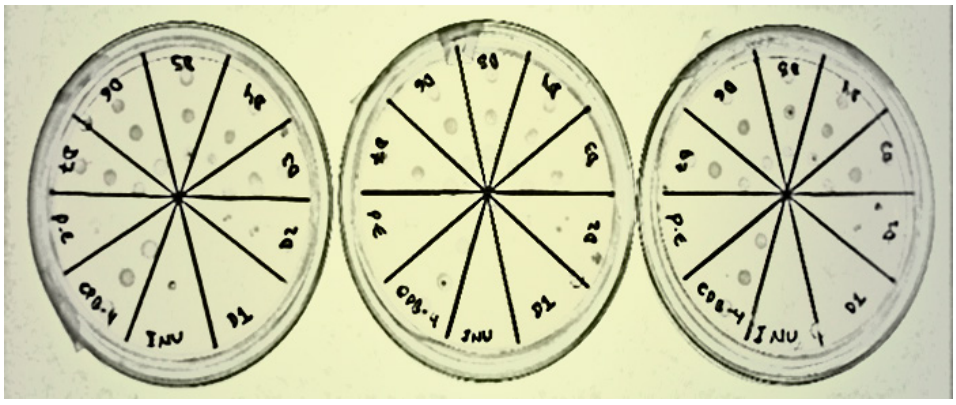


Figura 2. Efecto bactericida del suplemento alimenticio con clave N (Nutrisol 4 g) sobre la bacteria en estudio CPB-4, *Streptococcus agalactiae*.

más en el suplemento J, y 5% más de rendimiento con el extracto a base de amaranto nutrisol, ambos casos con una diferencia estadística significativa. Estos rendimientos se usaron para determinar las concentraciones en las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana.

En los suplementos alimenticios J y K se obtuvo una CMI y CMB de 161.42 mg/mL y 142.75 mg/mL por el método de microdilución. Ahmed *et al.* (2013), utilizando el método de difusión, probó sus efectos en *E. coli* con extractos de *A. viridis* usando metanol al 100 % y un rendimiento de 3.72 g/100 g obteniendo una inhibición de 11 mm y, con metanol al 80 % con un rendimiento de 2.42 g/100 g obtuvo una inhibición de 10 mm. Con el suplemento alimenticio L, los efectos de CMI y CMB fueron de 67.415 mg/mL y 134.84 mg/mL, respectivamente, pero Ćilerdžića *et al.* (2014), obtuvo efectos de CMI con menores concentraciones, que van desde 1.3±0.3, 1.7±0.3 y 1.7±0.3, y de CMB de 2.7±0.7, 3.3±0.7 y 2.0±0.0 mg/mL. En estudios con *Lysteria monocytogenes* realizados por Ćilerdžića *et al.* (2014), encontró efectos de CMI de 2.0±00, 1.3±0.3 y 2.7±0.7 mg/mL, y también efecto bactericida con 4.0±00 mg/mL. Heleno *et al.* (2013), encontró efectos de CMI con 0.3 y CMB con 0.75 mg/mL, igualmente mostrando mayores efectos con menor concentración de sus extractos, nosotros reportamos una CMI y CMB de 16.85 mg/mL. El suplemento N (Amaranto nutrisol 4 g) solamente obtuvo un efecto contra la bacteria CPB-4, *Streptococcus agalactiae* en D2 con 70.75 mg/mL (Fig. 2).

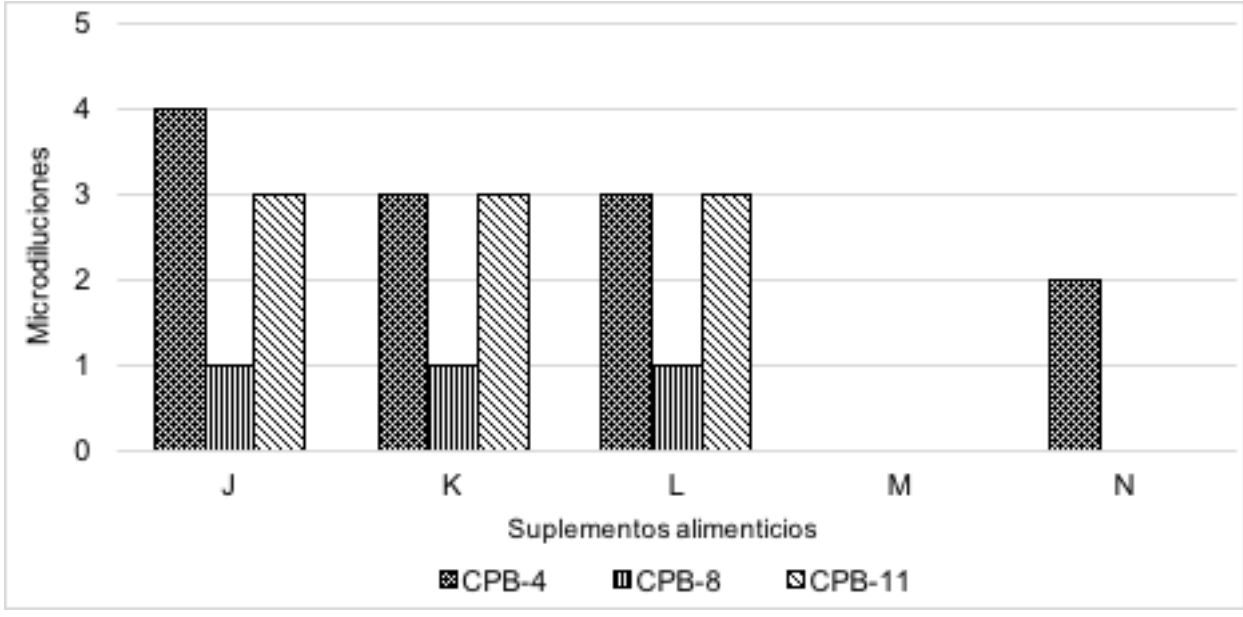


Figura 3. Microdiluciones de cada suplemento alimenticio elaborado a base de *Ganoderma lucidum* y semillas de amaranto, y su efecto sobre las bacterias estudiadas.

Se encontró que los extractos de amaranto tuvieron efectos mínimos inhibitorios y bactericidas, y cuando se mezclaron con extractos de *G. lucidum* incrementaron su propiedad. El suplemento K (G*. lucidum* 2 g: nutrisol 2 g) acrecentó su propiedad bactericida, las cepas de bacterias no fueron susceptibles al suplemento alimenticio M (Amaranto nieves 4 g), pero con la mezcla *G. lucidum* 2 g: nieves 2 g (suplemento J) presentaron un efecto bactericida contra las bacterias estudiadas. La figura 3 muestra el nivel máximo de microdilución en la cual las bacterias son inhibidas o eliminadas.

Son pocos los estudios que han reportado la actividad antimicrobiana en semillas, y los que se han realizado han sido con hojas y raíces de diferentes especies de amaranto, actualmente no hay reportes en México que mencionen dicha actividad, por ello se está reportando los primeros resultados del efecto mínimo bactericida de la especie *A. hypochondriacus* variedad nutrisol, y que cuando se mezclan con extractos del hongo *G. lucidum* sus propiedades incrementan.

Kavita y Punnet (2017), en una revisión en amaranto, encontraron diferentes propiedades, una de ellas fue la actividad antimicrobiana en hojas y semillas. Se considera que las hojas, raíces y semillas de amaranto poseen diferentes propiedades nutricionales, medicinales y funcionales, los autores comentan que comer amaranto si tiene efectos en la salud humana, pero son pocos los estudios clínicos que se realizan en humanos y menos los realizados sobre la biodisponibilidad de los componentes de *Amaranthus,* los reportados han sido en ratas y cerdos.

CONCLUSIONES

El suplemento alimenticio con mayor rendimiento fue el J (*G. lucidum* 2 g: nieves 2 g).

El contenido de polifenoles totales fue mayor en el suplemento L (*G. lucidum* 4 g).

En los suplementos alimenticios con relación peso a peso el que presentó mayor efecto bacteriostático fue el J, compuesto de *G. lucidum* 2 g: amaranto nieves 2 g, contra CPB-4, *S. agalactiae,* mientras que, en el efecto bactericida fue en la CPB-4, y CPB-11 (*L. monocytogenes*).

REFERENCIAS

Ahmed, S. A.; Hanif, S. e Iftkhar, T. (2013). Phytochemical Profiling with Antioxidant and Antimicrobial Screening of *Amaranthus viridis* L. Leaf and Seed Extracts. Journal of Medical Microbiology, 3, 164-171.

Alvarez-Jubete, L.; Wijngaard, H.; Arend E. K. y Gallagher. E. (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. Food Chemistry*,* 119(2), 70-778.

Calderón, E.; González, J. y Bressani. R. (1991). Características agronómicas, físicas, químicas y nutricias de quince variedades de amaranto. Turrialba 41(4), 458-464.

Ćilerdžića, J.; Vukojevića, J.; Stajića, M.; Stanojkovićb T. y Glamočlij, J. (2014). Biological activity of *Ganoderma lucidum* basidiocarps cultivated on alternative and commercial substrate. Journal of Ethnopharmacology, 155(1), 312–319.

Clinical and Laboratory Standards Institute, (2006). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; sixteenth informational supplement. CLSI document M100-S16CLSI, Wayne, PA.

Kavita, P. y Puneet, G. (2017). Rediscovering the therapeutic potential of *Amaranthus species*: A review. Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences, 4(3), 196-205.

López, V. R.; Razzeto, G. S.; Giménez, M. S. y Escudero, L. N. (2011). Antioxidant Properties of *Amaranthus hypochondriacus* Seeds and their Effect on the Liver of Alcohol-Treated Rats Plant. Plant Foods for Human Nutrition, 66(2), 157–162.

Meneses, M. E., Martínez-Carrera, D., Torres, N., Sánchez-Tapia, M., Aguilar-López, M., Morales, P., Sobal, M., Bernabé, T., Escudero, H., Granados-Portillo, O. y Tovar, A. (2016). Hypocholesterolemic Properties and Prebiotic Effects of Mexican *Ganoderma lucidum* in C57BL/6 Mice. PLoS ONE 11(7): e0159631. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159631.

Müller, L.; Gnoyke, S.; Popken, A. M. y Böhm, V. (2010). Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. LWT-Food Science and Technology 43(6), 992-999.

Rosado, J. L.; Rivera, J.; López, G.; Solano, L.; Rodríguez, G.; Casanueva, E.; García-Aranda, A.; Toussaint, G. e Maulen. I. (1999). Desarrollo y evaluación de suplementos alimenticios para el Programa de Educación. Salud y Alimentación. 41(3), 153-162.

Ochoa-Tapia, E.; Ávila-Sánchez, A.; Montero-Farrera, J.; Pulido-Villarreal, M.; López-López, D.; Trujillo-Vizuet, M. G. y Alavez-Rosas, D. (2013). Evaluación de la recuperación nutricional en niños menores de cinco años con un suplemento alimenticio a base de soya, ajonjolí, amaranto y avena, en zonas rurales de Chiapas. Revista de Endocrinología y Nutrición. 21(3), 107-113.

Zarco, A.; Mora, G.; Pelcastre, B.; Flores, M. y Bronfman, M. (2006). Aceptabilidad de los suplementos alimenticios del programa Oportunidades. Salud Pública de México 48(4), 325-331.

SOLUCION DE SACAROSA PARA EL DESARROLLO DE PALANQUETAS DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) REDUCIDAS EN AZUCAR

Martínez García N.[1]; Herrera Corredor J. A.[2]; Ortega de Jesus B.[3]; Servín Juarez R.[1]; Lopez Espindola M. [1] y Ramirez Rivera De J. Emmanuel[3]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Postgrado en Innovación Agroalimentaria Sustentable. Km 348 Carretera Córdoba-Veracruz. 94946, Amatlán de los Reyes, Veracruz. *Correo-e: martinez.nayeli@colpos.mx
[2]Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, TSU en Procesos Alimentarios. Av. Universidad No. 350, Carretera Federal Cuitlahuac- La Tinaja, Localidad Dos caminos, C.P. 94910 Cuitláhuac, Veracruz.
[3]Intituto Tecnológico Superior de Zongólica, CeDE Nogales. Av. Benito Juárez 296A, Aquiles Serdán, 94720 Nogales, Ver.

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: Color, secado, humedad, textura.

INTRODUCCIÓN

La elaboración de alimentos que proporcionen los nutrientes esenciales con bajo contenido calórico dentro de la industria alimentaria se ha convertido en un reto, por lo que se está promoviendo el uso de cereales en grano, así como la adición de mezclas de diferentes semillas, frutos secos y/o de productos con un elevado aporte de fibra dietética (Sanz-Penella *et al*., 2009; Bodroza-Solarov *et al*., 2008). Las barras de cereales son productos obtenidos a partir de la compresión de los cereales tostados que pueden contener frutos secos, oleaginosas, semillas y jarabes de azúcar usados como agentes ligantes, que constituyen en una opción de comida saludable. De acuerdo a la variedad de productos para meriendas o comidas rápidas e instantáneas han surgido nuevos productos comerciales como fuente de alimentos ricos en nutrientes, dichos productos son de fácil manejo, y por ende de fácil consumo (Escobar, 2000). El objetivo fue evaluar fisicoquímicamente barras de amaranto elaboradas con un aglutinante (solución de sacarosa al 25%) con bajo contenido calórico mediante una técnica de secado en horno eléctrico para disminuir el contenido de humedad sin aumentar notablemente los costos de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la preparación de las barras de amaranto se usó amaranto reventado se compró en una tienda local de ingredientes alimenticios en Córdoba, Veracruz, sacarosa (azúcar refinada comercial) y agua destilada. Se utilizaron 40, 50 y 60 g de una solución de sacarosa al 25% adicionándolos a 150 g de amaranto reventado. Se utilizaron 3 tiempos de horneado: 5,10 y 15 min, con una temperatura de 100ªc y tres repeticiones. La determinación de humedad se realizó por diferencia de pesos, de acuerdo a la norma NMX-F-083-1986. La determinación de color se realizó con la escala CIELAB mediante un colorímetro Hunter Lab MiniScanEZ MSEZ1250. La textura se determinó con un ensayo del punción utilizando un punzón de 10 mm de diámetro mediante un analizador de textura modelo EZ-S SHIMADZU CP111817. Se utilizó un

diseño factorial con dos factores, tiempo y cantidad de solución con tres niveles de cada factor. Las medias se compararon con la prueba de Tukey. En todos los análisis se utilizó un nivel de significancia de α= 0.05, Los datos se analizaron con el paquete estadístico R versión 3.5 (R core Team, 2017) y el Ambiente Integrado de Desarrollo RStudio versión 3.5.1 (RStudio Team, 2017). Las dimensiones de las barras de amaranto fueron de 5 cm de diámetro por 1.5 cm de altura; con un peso promedio de 60 g.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayor cantidad de pérdida de peso de las barras durante el tiempo se presentó a los 10 minutos. Siendo las barras de 60 g las que presentaron una mayor pérdida de peso. A los 5 y 15 minutos la pérdida de peso de las barras fue menor. En la determinación de textura los resultados obtenidos mostraron que, los tres tratamientos que habían sido expuestos a una temperatura de secado de 10 minutos requieren la aplicación de una fuerza de ruptura menor. De estas barras las de 40 g fueron las que precisaron menos fuerza de ruptura. Por otra parte, los tratamientos que fueron expuestos a una temperatura de 5 y 15 minutos respectivamente, necesitaron una fuerza de ruptura mayor. Esto debido a la cantidad de humedad que las barras presentaban en el centro. En la determinación de color los resultados mostraron que en las barras de 50 y 60 g que fueron sometidas a un tiempo de secado de 10 minutos hubo una mayor luminosidad (L*). Las demás barras mostraron una menor luminosidad. Esto pudo estar relacionado con una menor presencia de humedad en las barras. Los datos mostraron que las barras que estuvieron expuestas a un tiempo mayor a 10 minutos presentaron una coloración rojiza, esto implica el desarrollo de reacciones de oscurecimiento ocasionado por un tostado. Y las barras de 60 g fueron más menos tostadas en un tiempo de secado de 10 minutos. Y finalmente las barras que estuvieron expuestas a un secado de 10 minutos en adelante presentaron un color más amarillo que es el característico del amaranto. Siendo las barras de 40 y 60 g las más amarillas. Se observó que existe una correlación entre el color y la fuerza de ruptura. A mayor color rojizo, menor es la fuerza de ruptura que debe aplicarse a las barras.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que el tiempo más conveniente de secado en el horno es de 10 minutos para reducir la cantidad de humedad de las barras. Bajo las siguientes condiciones: una solución sacarosa al 25%, 60g de aglutinante y 150g de amaranto reventado. Esto formulación nos permite disminuir la

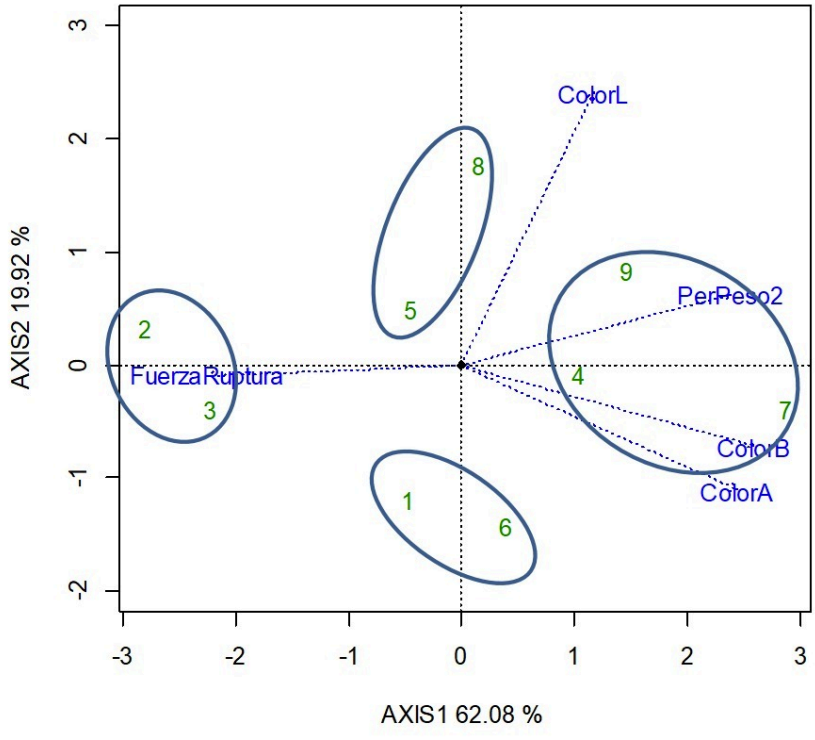


Figura 1. Correlación de diferentes factores.

cantidad de carbohidratos en las barras de amaranto y ofrecer una alternativa de alimentos saludables para el público que quiere cuidar su alimentación.

REFERENCIAS

Escobar, B.; Estévez, A.; Tepper, L.; Aguayo, R. 1998. Características nutricionales de barras de cereales y maní. Arch. Lat. Nutr. 48(2): 156-159.

Sanz-Penella JM, Wronkoswska M, Soral-Smietana M, Haros M (2013) Effect of whole flour on bread properties and nutritive value. LWT-Food Sci. Technol. 50: 679-685.

CAMBIOS EN LAS FORMAS DE PROCESAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DEL HUAUHTLI EN TULYEHUALCO

Bravo Vázquez Carlos

Instituto Politécnico Nacional, CECyT 13 RFM y UNAM, FCPyS, Cd. de México; mail: bravovaz@politicas.unam.mx y bravovaz@hotmail.com

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: producción, procesamiento, tecnología, comercialización.

INTRODUCCIÓN

Los habitantes del pueblo de Tulyehualco, en la ciudad de México, históricamente se han dedicado al cultivo procesamiento y comercialización del huauhtli y sus derivados. Durante cientos de años, en realidad quizás miles, han llevado a cabo su cultivo y ´procesamiento de forma semejante a como lo habían hecho los habitantes originarios de estas tierras. Siguiendo las técnicas que aprendieron de sus padres y abuelos. El único cambio importante en la forma de su procesamiento y en el sentido que se le daba a esta actividad, ocurrió durante el proceso de imposición de la religión católica en el periodo colonial. Cuando se dejó de elaborar con tzoalle la figura de las deidades de los complejos sistemas de creencias religiosas de los pueblos originarios, para posteriormente ser consumidos por todos los que participaban en la ceremonia. Con sentido semejante a la comunión de la religión católica: comer, simbólicamente, el cuerpo de dios para purificar el alma.

A pesar de este cambio los habitantes de Tulyehualco, de forma semejante a como lo hicieron los habitantes de otros pueblos originarios, de manera destacada los de Huazulco en el estado de Morelos, continuaron cultivando y procesando el huauhtli. Pero ahora para su comercialización y bajo modalidades diferentes a como lo habían hecho hasta antes de la conquista. Adaptándose al calendario de la religión católica, que en poco cambio respecto del calendario ceremonial de las religiones de los pueblos originarios. Llevando bajo la modalidad de palanqueta de alegría, elaborada con semejante procedimiento a como se elaboraba el tzoalle: huautli reventado, con miel, a las festividades religiosas de los pueblos de la región centro del país. Así como a plazas y calles de la zona metropolitana de la ciudad de México. A pesar de la brutal represión de que eran objeto por parte de la burocracia de la ciudad, en el marco de los gobiernos autoritarios del bien llamado regente de hierro Ernesto Uchuruchurtu.

Independientemente de estos cambios y del sentido que se le daba al hecho de acudir a los templos de la religión católica a vender este derivado del huauhtli; quizás para que su ingesta siguiera ligada a aspectos religiosos, lo cierto es que quienes lo vendían eran los mismos que lo procesaban y cultivaban. Quienes por lo mismo tenían el control de todo el proceso productivo y comercial del huauhtli. Control que se perdió a partir de que se empezó a incorporar al procesamiento de sus derivados la tecnología. Y que ciertamente libero a los procesadores, de entre otras actividades, del duro y arduo proceso de realizar el reventado de

la semilla en comal de barro calentado con carbón en brasero. Incorporación a la que siguieron otras tecnologías para el procesamiento y diversificación de sus derivados. Y que terminaron por revertir, por completo, incluso las formas tradicionales de su procesamiento y comercialización. Específicamente para los habitantes del pueblo de Tulyehualco. Pero que también los llevo a perder por completo el control del proceso productivo, que conforme se diversifican sus derivados se divide cada vez más. Sobre todo a partir de que su procesamiento termino de desvincularse del aspecto religioso al que su cultivo y procesamiento estaba vinculado, para enfocar su producción y procesamiento, al mercado.

El objetivo de este trabajo es hacer un breve recorrido de lo que ha implicado la incorporación de la tecnología al procesamiento de los derivados del huauhtli y de su comercialización. Analizando sus ventajas y desventajas.

Desarrollo

Históricamente los habitantes del pueblo de Tulyehualco, en la ciudad de México, se han dedicado al cultivo, procesamiento y venta de los derivados del huauhtli. Lo que les había permitido conservar, además de su identidad cultural como productores agrícolas una forma de generar recursos y empleo.
Hasta antes de la década de los años ochenta del siglo XX quienes nos dedicábamos a la producción agrícola del huauhtli, lo hacíamos siguiendo las técnicas de producción agrícola heredadas por nuestros antepasados; la germinación de la semilla se hacía en almacigo, con lodo que sacábamos de los canales; posteriormente se hacía acomanas, para evitar que la planta arraigara en el suelo; después la planta se trasplantaba en las laderas del volcán teuhtli, donde se cultivaba y se levantaba la cosecha aproximadamente seis meses después; a partir de la tradicional azotada, de ir al baile,.....y de meter la mano al ayate para ayudar a que la semilla se filtrara por los hoyos de este y cayera en…la cama…. Quienes realizábamos estas actividades procesábamos la semilla para la elaboración de la también tradicional palanqueta de alegría, elaborada con semilla reventada en comal de barro calentado con carbón en un brasero. Las actividades encaminadas al procesamiento iniciaban el día anterior a su realización, y venta. Empezábamos por limpiar perfectamente la semilla, desde la tarde del día anterior a que se reventaba; después de limpiarla se humedecía, para que a otro día reventara mejor, se creía y decía. A otro día, temprano, se prendía el carbón y se iniciaba el tostado o reventado. Que quizás era una de las actividades más duras y pesadas. Dependiendo de lo que se acostumbraba a vender era lo que se reventaba; uno, dos, o más cuartillos, que en ese entonces era la medida acostumbrada y que equivalía al contenido de dos litros. Al terminar de tostar se envolvía el huauhtli reventado en la manta en la que se acumulaba al retirarla del comal; para que no perdiera calor y sudara, se creía y decía. En el carbón que quedaba después de reventar la semilla de huauhtli se terminaba de hervir la miel, que se elabora con azúcar, o piloncillo, y agua. En cuanto la miel estaba a su punto se mezclaba, sobre un petate o papel kraft grueso, que se colocaba en el suelo. Primero se medían los cuartillos de alegría tostada, de acuerdo al tamaño de la tarima en la que se aplanaba y cortaba; se hacía un montón muy parecido al teuhtli; en cuyo centro se dejaba caer la hebra de miel, tan caliente como lo aguantaban las manos. Pues conforme iba cayendo la miel se procedía a mezclarla con el huauhtli reventado; revolviéndolos con las manos, que al término de este procedimiento quedaban rojas y ardiendo, pero no había tiempo para quejas y lamentos…. Posteriormente se echaba la mezcla en una tarima de madera en cuyo fondo se habían colocado obleas de color blanco, como la ostia de la comunión, o de color rosa, para aplanarla, recortarla y colocarla en el cajón o canasta. De tal forma que la oblea pegada a la palanqueta quedaba hacia arriba. Mientras se hacia este procedimiento los demás integrantes de la familia elaboraban las pepitorias, con oblea blanca y rosa dobladas por la mitad y pepitas de calabaza tostadas, que se pegaban a la oblea con la miel. Mismas que se colocaban, en el cajón o canasta, entre la palanqueta. Para ir a venderla en todos los lugares posibles de la ciudad de México; a iglesias, parques, jardines, calles…. De donde se regresaba por la noche a casa; cansadas y cansados, pero con la alegría de haber obtenido un recurso con el cual solventar las necesidades de la familia. Venta que hacíamos niños, jóvenes, mujeres y hombres, por igual. Solo se iba a vender palanqueta de alegría y pepitorias. Muchos íbamos a vender solo los domingos, otros sábados y domingos: algunos todos los días. Los fines de semana, desde temprano salíamos niños, niñas, jóvenes, adultos y ancianos; hombres y mujeres por igual. Tantos que la producción agrícola del pueblo nunca alcanzo a satisfacer las necesidades de su procesamiento y venta. Al menos tres personas del pueblo compraban la semilla en Morelos, en Tlaxcala o Puebla, para revenderla a quienes la procesábamos; además de

que varias personas de Huazulco acudían a venderla directamente a Tulyehualco los fines de semana.

Como se señaló todos los procesos; agrícola, procesamiento y venta lo hacíamos directamente los mismos habitantes del pueblo que requeríamos de un ingreso o de incrementar los que se tenían. Lo cual nos permitía obtener mayores ingresos. La actividad agrícola, como actividad que implicaba una forma de ser, una cultura, estaba estrechamente ligada a la economía familiar, a la situación social de carencia de ingresos suficientes.

Pero todo cambio a partir de que a raíz del establecimiento de la feria de la alegría y el olivo, en Tulyehualco, a principios de la década de los años setenta del siglo XX, se empezó a diversificar la forma de procesamiento y obtención de los derivados del huauhtli. Evento en cuya fundación se hizo el último intento de vincular el cultivo y procesamiento del huauhtli a una festividad religiosa: el dos de febrero, día de la Candelaria. Es la fecha que marca el inicio de la feria. Pero también de los profundos cambios que desde entonces se han llevado a cabo y se siguen realizando, en torno al procesamiento de la semilla. Quizás el más profundo y el menos evidente, al menos durante los primeros años de realización de la feria, fue el destino del producto final, de la alegría y la pepitoria: el mercado, que con la dinámica de la feria empezó a dejar de ser local y regional, para pasar, poco a poco, a ser nacional, hasta que llego a rebasar los límites fronterizos de la nación. Con lo cual, de paso, dejo de tener el sentido que originalmente tuvo su cultivo y procesamiento; formar parte de las ceremonias religiosas de los pueblos originarios. Para convertirse, semilla y derivados, en una mercancía más, que como tal busca su realización en el mercado. En el cual se concreta la ganancia. Ciertamente y eso es innegable, su cultivo y procesamiento ha permitido conservar e incluso consolidar formas de vida ligadas a la tierra, a la producción agrícola, con ello cultura y tradiciones.
Fue justo a partir de que se buscó incrementar la productividad y rendimiento de la semilla, durante su procesamiento, que primero se le incorporó la tostadora o reventadora; que a la fecha ha pasado por varias generaciones y ha permitido aprovechar prácticamente toda la semilla. Pero que sobre todo ha liberado a quienes la procesan del arduo, duro, cansado y en ocasiones hasta doloroso proceso de tostado o reventado de la semilla en comal de barro calentado en carbón y brasero. Cuyo uso poco a poco empezó a romper mitos, hasta acabar con ellos, respecto de la necesidad de mezclar la semilla reventada con la miel, casi de forma inmediata a terminar de tostar. Al mismo tiempo que conforme se generalizaba su uso, empezó a romper con el control que se tenía de todas las partes del proceso productivo; con la cadena productor rural, procesador y vendedor. Los productores agrícolas empezaron a vender la semilla que cosechaban a quienes tenían reventadora; y comprarle a estos la semilla ya reventada, para procesar los derivados e ir a venderlos. Algunos compraron su propia reventadora. Con lo cual digamos que continuaron controlando el proceso productivo. Pero la demanda de grano reventado los llevo a empezar a dejar alguna de las partes de la cadena del proceso, o a modificarla.

Casi de forma paralela a la incorporación de la reventadora o tostadora se empezó a dejar de usar el ayate para separar la semilla de las pajas al momento de levantar la cosecha, para pasar a usar el harnero hecho con malla de alambre; para finalmente iniciar el uso de la trilladora para el levantamiento de la cosecha. Cuyo uso está acabando con la tradicional forma de levantar la cosecha, a partir de azotar y bailar sobre las panojas para separar de estas la semilla de huauhtli o amaranto. Nombre con el cual actualmente se identifica a la semilla y derivados. Ya casi nadie usa el nombre original. Ciertamente la reventadora y la trilladora han liberado a los productores agrícolas y a los procesadores de los derivados del huauhtli, de las actividades más duras y cansadas. Lo cual es innegable. Pero poco a poco se está perdiendo no solo esas formas de realizar parte de los procesos para elaborar la cada vez más amplia variedad de sus derivados. También nos estamos olvidando de cómo se hacía aquello que ya no se hace.

Lo que ciertamente se hace cada vez menos es ir a buscar los clientes. Se ha modificado tanto la forma de procesar los derivados del huauhtli, que se ha llegado a especialización. Familias enteras que se dedican exclusivamente a la producción de pan, en sus múltiples presentaciones: panque de diversas formas y tamaños, pays, también de diversas formas y tamaños, galletas, polvorones, en lo que se pudiera ubicar como la forma más cercana al procesamiento del huauhtli bajo la figura de alimento y no como golosina, a la cual se le sigue asociando. Para lo cual se apoyan en la incorporación de innovaciones tecnológicas al proceso productivo de aquello en lo cual se han especializado: reventadoras, molinos

para elaborar la harina, mezcladoras de la harina con los demás componentes del producto final, hornos.

Otras familias, se dedican de manera exclusiva a la elaboración de palanquetas, en sus múltiples y variadas formas de elaboración y presentación, desde la tradicional palanqueta a las muchas formas de choco amaranto con múltiples sabores y colores, para lo cual de igual forma se apoyan en herramientas y utensilios inimaginables en los setenta del siglo XX; otras familias se dedican a la elaboración del cuestionado, por la forma de su cocción, pero igualmente demandado churrito, también de múltiples sabores.

Al mismo tiempo, en la medida en la que la producción y procesamiento se destina al mercado los controles de calidad se han presentado y se hacen cada día más exigentes. Ya nadie hace la palanqueta en el suelo en petate o papel kraft, que almacenan bacterias, nadie usa tarima de madera…..

Actualmente pocos procesadores de los derivados de la alegría o amaranto salen del pueblo a buscar clientes, en iglesias, plazas calles, cines, mercados; ellos llegan al pueblo a buscarlos. Lo que ha propiciado el establecimiento de más de cien tiendas, en las que exclusivamente se expenden derivados del huauhtli o amaranto, además de las muchas formas de procesar a su inseparable compañera, la oblea, que también ha pasado por muchos cambios.

CONCLUSIONES

Actualmente es probable que la mayoría de quienes lo venden directamente al consumidor, incluso siendo de Tulyehualco, no tengan la más mínima idea de los procedimientos que se llevan a cabo para cultivarlo, cosecharlo y procesarlo. Entre muchas otras razones debido a que las formas de procesarlo se han diversificado tanto, que es prácticamente imposible que una misma persona, incluso una familia, cuente con toda la logística necesaria para la obtención de sus derivados. Que en la misma medida en que se han diversificado sus derivados, se ha transitado a la obtención de productos alimenticios, como los panes, granolas, barras energéticas, entre otras, sin dejar de lado la producción de palanqueta, como dulce o golosina. De tal forma que también ha pasado de ser un producto artesanal a uno eminentemente agroindustrial cuyo destino final es el mercado

REFERENCIAS

ALEJANDRE ITURBIDE, Gabriel, “Potencial agronómico del amaranto en Durango”, en Investigación Hoy, Boletín mensual de comunicación tecnológica y científica del IPN, No. 37, febrero de 1993.

BRAVO VAZQUEZ, Carlos y Melchor Molotla, 2007, Tulyehualco más que un pueblo, México, PAPO

BRAVO VAZQUEZ Carlos. 2012. Huauhtli, la alegría de Tulyehualco. PAPO.

CASO, Alfonso, El pueblo del Sol, México, FCE, 1983

CORTES, Hernán, Cartas de Relación, Col. Sepan cuantos No. 7, México, Porrúa, 2004.

CLAVIJERO, Francisco Javier, Historia Antigua de México, Col Sepan Cuantos No. 29, México, Porrúa.

ESTRADA LUGO, Erin I. J., El huauhtli en el Códice Florentino, México, UIA, 1992.

FALCONI, José, “El amaranto fuente de proteína”, en Revista del consumidor, No. 101, Julio de 1985.

FARIAS GALINDO, José, Xochimilco, México, DDF, Serie delegaciones, 1977.

GIBSON, Charles, Los aztecas bajo dominio español, 1521 – 1810, México S. XXI, 2000.

GONZALEZ Y GONZALEZ Luís, Caciques prehispánicos de Xochimilco, en Obras completas, T. III, México, Clío, 1995.

GRUZINSKI, Serge, La colonización de lo imaginario, México FCE, 2001

----------, La guerra de las imágenes, México FCE, 2001

HAYDEN, Doris y Ana Luisa Velasco. “El uso y la representación de amaranto en la época prehispánica, según las fuentes históricas y pictóricas”, en Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto, Colegio de Posgraduados, SARH, Chapingo, México, 1984.

HERNANDEZ SILVA. Héctor C. Xochimilco Ayer T II México, Mora/Delegación Xochimilco, 2003.

LEÖN PORTILLA, Miguel, De Teotihuacan a los aztecas; antología de fuentes e interpretaciones históricas, IIH/UNAM, 1997.

LOCKHART, James, Los nahuas después de la conquista, México, FCE, 1999

LUNA DE LA VEGA, Héctor, Xochimilco, acendrada mexicanidad, México, IPN, 1991.

OROZCO Y BERRA, Manuel, Historia antigua y de la Conquista de México, T. I, México, 1978.

PALERM Ángel, México prehispánico, evolución ecológica del valle de México, México, CNCA, 1990.

PENSADO LEGLISE, Patricia, El espacio generador de identidades locales, México, I. Mora, 2004.

PEREZ ZEVALLOS. Juan Manuel, Xochimilco Ayer T. I, México, I. Mora/Delegación Xochimilco, 2002

PEREZ ZEVALLOS. Juan Manuel, Xochimilco Ayer T. II México, Mora/Delegación Xochimilco, 2003

ROJAS RABIELA Teresa, Las siembras del ayer la agricultura del siglo XVI, México, SEP/CIESAS 1988

----------, (coordinadora) La agricultura en tierras mexicanas, desde sus orígenes hasta nuestros días, México, CNCA-GRIJALBO, 1991.

----------, Presente, pasado y futuro de las chinampas, México, PAX/CIESAS, 1995

SAHAGUN, Fray Bernardino de Historia General de las cosas de la Nueva España, México, Porrúa, 1997.

SANCHEZ MARROQUIN, A. “Enriquecimiento del maíz con harina de amaranto en la elaboración de la tortillería”, en Memoria del primer seminario nacional del amaranto…

SANCHEZ RODRIGUEZ, María del Consuelo, Ciudad de Pueblos, la macrocomunidad de Milpa Alta en la ciudad de México, México, Secretaria de Cultura del GDF, 2006

TORQUEMADA, Fray Juan de, Monarquía Indiana, T. I y II, México, Porrúa, 1975.

VILLANUEVA, Placido, et/al La tecnología en las sociedades tradicionales, México, GV-EDITORES, 1988.

CULTIVO IN VITRO DE AMARANTO, GENERACIÓN DE CALLOS Y PLÁNTULAS Y SU ACLIMATACIÓN A CONDICIONES DE INVERNADERO

Ruíz Rivas M[1], Martínez Núñez M[1], Vera Hernández P. F[1], Téllez Valerio E. C[1], Sotelo Rodríguez A[1], Rosas Cárdenas F. F[1], Martínez Romero E[2]

[1]Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada Tlaxcala, Instituto Politécnico Nacional, ExHacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala C.P. 90700 *Correo-e: magali_ipn@outlook.com
[2]Centro de Ciencias Genómicas, Universidad Nacional Autónoma de México Campus Morelos, Av. Universidad s/n Col. Chamilpa 62210, Cuernavaca, Mor.

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: Biotecnología, cultivo in vitro, propagación.

INTRODUCCIÓN

Debido a la escasa y nula información reciente que existe sobre el cultivo *in vitro* de amaranto, aunado a las diferencias fenotípicas entre las diferentes especies, y que *Amaranthus hypochondriacus* tiene un origen nacional y ha sido poco estudiado, es importante estandarizar condiciones de cultivo *in vitro* donde se permita estudiar el desarrollo, así como las características fenotípicas y genotípicas de las plantas de amaranto sin la influencia de un medio ambiental externo. Las ventajas que ofrece el cultivo *in vitro* de plantas pueden ser consideradas desde el punto de vista biotecnológico para el mejoramiento de cultivos de interés comercial, ya que dicha técnica, al tratarse de un cultivo aséptico permite la obtención de plantas libres de patógenos, permite su conservación genética al generar clones a partir de explantes debido a las características de totipotencialidad de las células vegetales; la técnica impide el entrecruzamiento de material genético con otras variedades de la misma especie ya que las plantas se pueden ser manipuladas de forma aislada, además promueve la optimización del uso de nutrientes, espacio y factores ambientales como luz y humedad, y finalmente permite la conservación de las plantas durante largos periodos de tiempo.

El objetivo de este trabajo es lograr la generación de plantas y estructuras desdiferenciadas de Amaranto bajo condiciones de cultivo *in vitro*, abriendo así la oportunidad para realizar estudios de mejora en el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 100 semillas de *Amaranthus hypochondriacus* variedad Gabriela, donadas por el Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, dichas semillas fueron sometidas a un proceso de desinfección superficial, fueron repartidas en 10 frascos magenta que contenía medio Murashige

and Skoog (MS), adicionado de las fitohormonas ácido 1-naftalenacético (ANA) y 6- NBencilaminopurina (BAP) y sacarosa. Los frascos con las semillas fueron colocados en un cuarto con lámparas fluorescentes de luz blanca a 6000 luxes (81 µmol m^{-2} s^{-1}), una temperatura de 30°C y una humedad relativa entre 40 y 60%. Se hicieron pases a nuevo medio de cultivo cada 15 días. Una vez que las plantas generaron raíz se colocaron en medio MS adicionado con cinetina (Kn) y ácido indol acético (AIA), cumplidos los 35 a 40 días, las plantas fueron colocadas en una maceta con sustrato estéril, y cubiertas por una bolsa de polietileno. Transcurrido el tiempo de aclimatación (aproximadamente 5 días) las plantas se colocaron en condiciones de invernadero donde continuaron con el ciclo de vida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se estandarizó un nuevo protocolo eficiente para la generación de callos y plantas de *Amaranthus hypochondriacus* variedad Gabriela a partir de semillas en cultivo *in vitro*.

La inducción de plántulas y callos se llevó a cabo a partir de semilla previamente sanitizada en medio MS adicionado de fitoreguladores, donde el 80% de plántulas generaron callo en la zona de la raíz principal, el 15-18% no generaron hojas verdaderas quedándose sólo en la formación de cotiledones y el 2-5% no germinaron; al mismo tiempo se llevó a cabo la generación de plantas con hojas verdaderas bajo condiciones *in vitro* en un periodo de 20 a 30 días. Aunque las plántulas crecieron bajo las mismas condiciones algunas presentaban diferente morfología como se muestra en la figura 1, esto debido a que las plantas no son clonas puesto que cada una de las plántulas emerge de su propia semilla. Bennici (1997 y 1992) al hacer ensayos sobre la organogénesis de plántulas de *Amaranthus* sp. a partir de callos, concluye que no hay una relación clara entre la morfogénesis de los brotes y los reguladores de crecimiento, y esto lo atribuye a la influencia genotípica en la respuesta organogénica, ellos notan que una relación alta entre citocininas:auxinas favorece la regeneración de brotes, pero que es muy compleja la regeneración de la planta de amaranto, ya que no solo influye el tipo de medio y los reguladores de crecimiento, sino también factores como el genotipo, edad y tipo de explante (Bennici, Grifoni, Schiff, & Bovelli, 1997), (Bennici, Schiff, & Bovelli, 1992) nuestro protocolo permite la obtención de callos y plántulas en condiciones axénicas, resultado que no ha sido reconocido previamente. Arya y colaboradores (1993) lograron la formación de callos a partir de inflorescencias

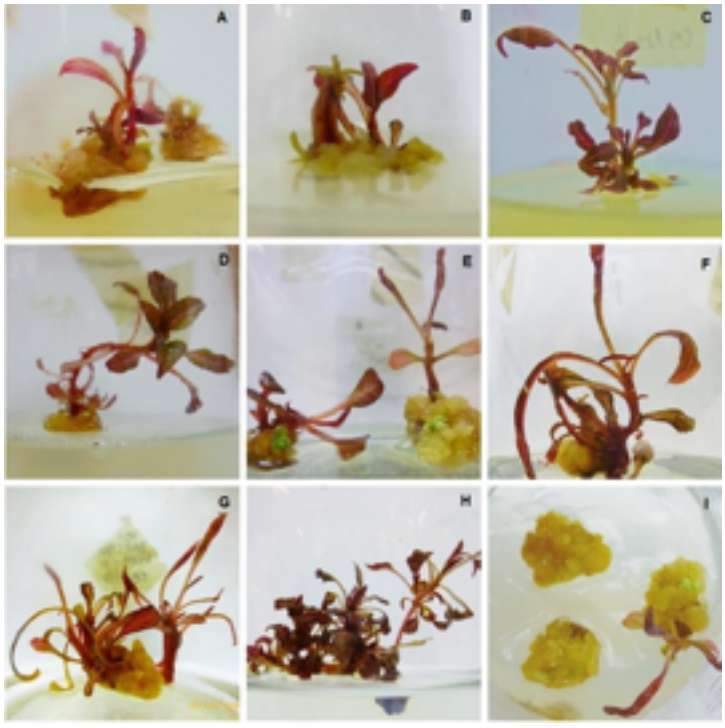


Figura 1. Plántulas y callos de *Amaranthus hypochondriacus* variedad Gabriela de 25-30 días post germinación generados en medio con ANA y BAP bajo una intensidad lumínica de 6500 luxes a 30°C.

Figura 2. A) Plantas de *Amaranthus hypochondriacus* variedad Gabriela a los 54 días post germinación, B) Plantas adaptadas a condiciones de invernadero.

de *Amaranthus paniculatus*, utilizando medio MS con 2,4-D y AIA en concentraciones de 0.5-10 mg/L, mostrando que en una concentración de 8 y 10 mg/L había la formación de hojas, brotes y callos tras 4 semanas de incubación, por lo tanto estas fitohormonas parecen tener una papel decisivo en dichos procesos (Arya, Chakravarty, & Sopory, 1993), en nuestros ensayos logramos la formación de callos a partir de 18 días postgerminación, además de generar plántula con hojas verdaderasy raíz, dichas plantas se pudieron adaptar a condiciones de invernadero, tal como se muestra en las figuras 2a y 2b.

Dentro de los trabajos más recientes se ubican los de Alena (2013) en los cuales menciona diferentes composiciones de fitohormonas para obtener diversas estructuras, enfatizando en la generación de brotes, sin embargo, tampoco llega a la generación de callos y plántulas en el mismo medio de cultivo (Gajdosova, Libiakova, Iliev, & Hricova, 2013).

CONCLUSIONES

Es posible generar callos y plantas en cultivo *in vitro* de *Amaranthus hypochondriacus* variedad gabriela mediante el uso de fitohormonas que regulen el crecimiento, así mismo, es posible la adaptación de dichas plantas a condiciones de invernadero, abriendo una brecha para futuros ensayos para el estudio molecular de amaranto en condiciones controladas.

REFERENCIAS

Arya, I. D., Chakravarty, T. N., & Sopory, S. K. (1993). Development of secondary inflorescences and in vitro plantlets from inflorescence cultures of Amaranthus paniculatus. *Plant Cell Rep, 12*(5), 286-288. doi: 10.1007/BF00237137

Bennici, A., Grifoni, T., Schiff, S., & Bovelli, R. (1997). Studies on callus growth and morphogenesis in several species and lines of t Amaranthus. [journal article]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 49*(1), 29-33. doi: 10.1023/a:1005882322044

Bennici, A., Schiff, S., & Bovelli, R. (1992). In vitro culture of species and varieties of four Amaranthus L. species. [journal article]. *Euphytica, 62*(3), 181-186. doi: 10.1007/bf00041752

Gajdosova, A., Libiakova, G., Iliev, I., & Hricova, A. (2013). Adventitious Shoots Induction of Amaranthus Cruentus L. In Vitro. *Propagation of Ornamental Plants, 13*(1), 33-39.

CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DEL GRANO DE AMARANTO REVENTADO DE LAS VARIEDADES YEZTIC Y CALYECAC DE SANTIAGO TULYEHUALCO, CDMX, CON PERSPECTIVA A LA OBTENCIÓN DE UNA DENOMINACIÓN DE ORIGEN

Guerrero Jacinto Maira Itzel

Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Campus El Cerrillo Piedras Blancas. Toluca, Estado de México, CP 50090. (smile_mayra@hotmail.com)

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: calidad, evaluación, alimento tradicional.

INTRODUCCIÓN

El amaranto es una planta con gran trascendencia histórica, se cultivaba en América desde hace 5000 a 7000 años, una de sus características más importantes es su alto valor nutritivo debido a que su proteína es de excelente calidad pues posee un balance de aminoácidos esenciales, lo cual hace que sea una buena fuente de alimentación atractiva por la cantidad y calidad que provee (Escudero *et al*., 2004). Tiene un área de oportunidad para poder integrarlo como un alimento saludable a la dieta de las personas ante los problemas presentes de alimentación como la obesidad, diabetes o desnutrición por citar algunos.

Las nuevas tendencias de consumo que conducen a la búsqueda progresiva de productos sanos y naturales dotados de una identidad y vinculados a un territorio, abren nuevas oportunidades de mercado a los productos de las zonas rurales, ya que a través de los productos locales se ponen de manifiesto el territorio y su potencial; su presencia explícitamente indicada en los comercios es un medio de hacer tomar conciencia al consumidor de la propia existencia del territorio, su valor, cultura y productos específicos (Observatorio Europeo LEADER, 2000).

Se ha dado un impulso al cultivo de amaranto para aumentar la producción en México y ofrecer un producto funcional al consumidor, también se busca revalorizarlo como alimento tradicional, tal ha sido el caso de Santiago Tulyehualco quien pretende revalorar y resguardar el amaranto que produce, el cual forma parte de su patrimonio gastronómico y conforma una tradición ancestral. Los productores refieren las cualidades sensoriales que lo identifican, debido a las condiciones de cultivo que favorecen un buen reventado de la semilla otorgando un mejor sabor, aroma y textura.

No obstante, en Tulyehualco existe un conjunto de problemáticas en torno a su cultivo, como el avance de la mancha urbana y la reducción de los espacios para el cultivo, pasando por la venta de predios estimulada por escasos rendimientos económicos; altos costos de producción; introducción de semillas de otros lugares; poco interés de las generaciones actuales en continuar con la tradición. Todo ello amenaza la permanencia del amaranto en la economía local, el sistema agroecológico y aspectos socioculturales del poblado (De Jesús *et al*., 2017).

Ante este panorama, surge la necesidad central de revalorar el cultivo de amaranto en todas sus dimensiones (social, económica, cultural y ambiental) mediante una DO, como un instrumento idóneo para continuar con la tradición y para hacer frente a todos los problemas relacionados con la producción y comercialización de sus productos. Para lograr la DO, es necesario llevar a cabo un proceso de calificación del producto, a fin de identificar una calidad específica y diferenciada, dentro de esta calificación entra la descripción del producto en cuanto a sus características organolépticas.

En este contexto se caracterizó sensorialmente al grano de amaranto reventado de las variedades roja o Yeztic y la verde o Calyecac, ambas originarias y arraigadas como productos locales de Santiago Tulyehualco; se determinó el perfil sensorial de sabor (el cual incluye olor, aroma y retrogusto) y el perfil de textura que abarca las siguientes cuatro etapas: antes de la masticación, primera mordida, durante la masticación y fase residual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se conformó un panel de catadores en el año 2014 integrado por siete jueces, quienes recibieron un entrenamiento en un taller de transformación de amaranto, donde se acondicionó un espacio destinado a dicha tarea, la duración de este entrenamiento fue dos meses. Se les aplicó una serie de pruebas descriptivas para definir las propiedades del amaranto, medirlas de la manera más objetiva posible y detectar la magnitud o intensidad de sus atributos.

El entrenamiento específico se adaptó de la metodología propuesta por Fontin y Desplancke (2001). El primer paso para construir los perfiles sensoriales fue la generación de descriptores, los cuales se determinaron una vez que los jueces probaron las muestras de las variedades en estudio del grano reventado de amaranto; posteriormente se trabajó con alimentos de referencia y uso de escalas.

Al haber culminado el entrenamiento se procedió con la determinación de los perfiles sensoriales, llevada a cabo durante cuatro sesiones, con una duración dada de 30 minutos cada una. Se proporcionó a los jueces las muestras a evaluar y la ficha de cata del perfil de sabor y textura, en la cual de acuerdo al orden de aparición de los descriptores de estableció una escala numérica de seis puntos (del 0 al 5) para calificar la intensidad de cada uno de ellos, donde: 0 = nada intenso; 1= poco intenso; 2= ligeramente intenso; 3= medio intenso; 4= intenso; y 5= extremo. Además se empleó una escala de cuatro puntos (del 1 al 4) para amplitud, donde: 4= alto; 3= medio; 2= bajo; y 1= muy bajo. Cada sesión se realizó en días separados para no fatigar los sentidos de los panelistas y proporcionaran juicios objetivos. De los datos obtenidos, se determinó el promedio y desviación estándar para cada descriptor, y se realizaron gráficas de radar de los perfiles sensoriales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

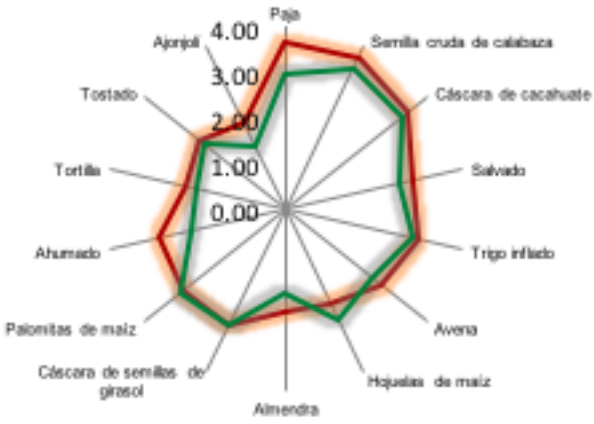
En un consenso grupal, los jueces identificaron los mismos descriptores para las variedades roja o Yeztic y la verde o Calyecac, puntualizando que la diferencia entre ambas variedades radica en la intensidad con que se percibe cada descriptor.

Los descriptores de sabor (olor, aroma y retrogusto) que se establecieron para caracterizar al grano de amaranto y determinar su perfil sensorial engloban, en general, elementos secos como semillas, cereales, cortezas vegetales, frutos secos, tortilla, piloncillo, ahumado y tostado, los cuales se adquieren por el proceso de reventado.

En cuanto al perfil de textura (etapas: antes de la masticación, primera mordida, durante la masticación y fase residual) sus principales descriptores fueron: suave, esponjoso, rasposo, adhesivo, arenoso, crujiente, gomoso, fibroso, áspero, absorbente, hojueloso, flexible y pastoso.

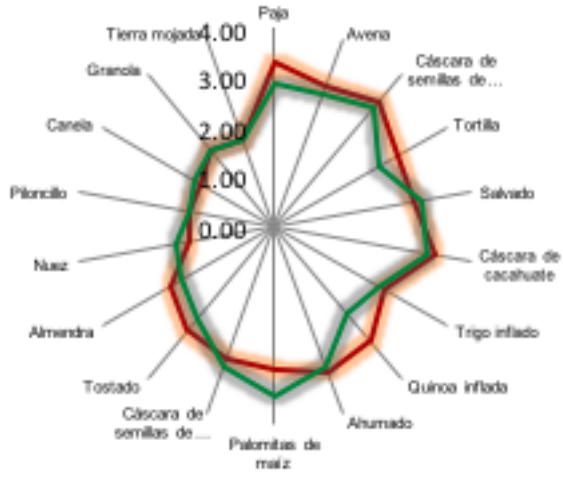
Con base en este análisis, se tiene que la variedad Roja o Yeztic cuenta con la mayor cantidad de descriptores que se perciben con más intensidad en los cuatro atributos (sabor, olor, aroma y retrogusto), los cuales pueden ser clave para poder diferenciar ambas variedades. Al ser este trabajo un primer acercamiento para la determinación de los perfiles sensoriales de las variedades del grano de amaranto reventado de Santiago Tulyehualco, y no contar con una guía previa de descriptores del grano de amaranto en general, se pueden destacar aquellos descriptores que presentan igual y mayor intensidad, ya que son éstos los que caracterizan con mayor notoriedad a cada variedad (gráficas 1-4).

En los valores obtenidos de amplitud (Gráfica 5), la cual es la impresión global que se percibe de



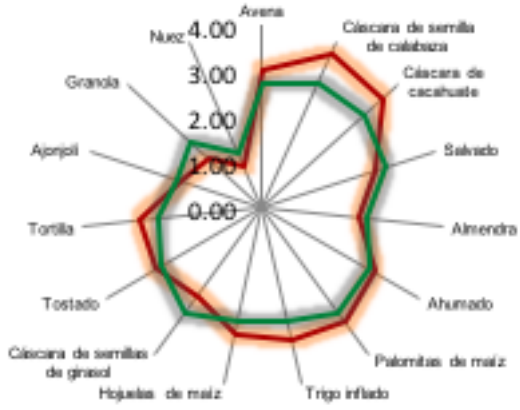
Gráfica 1. Evaluación del sabor de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)

Fuente: Elaboración propia (2014)



Gráfica 2. Evaluación del olor de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)

Fuente: Elaboración propia (2014)

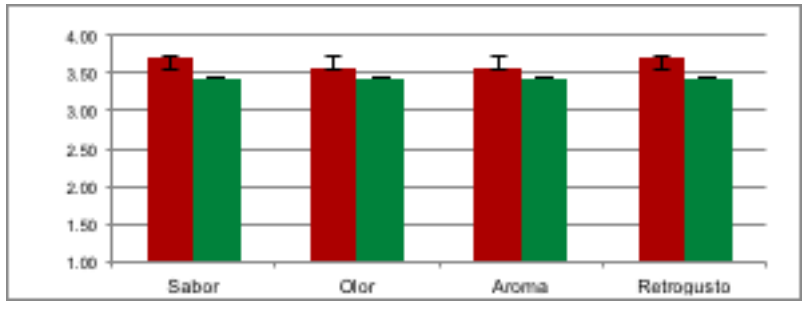


Gráfica 3. Evaluación del aroma de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)

Fuente: Elaboración propia (2014)

Gráfica 4. Evaluación del retrogusto de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)

Fuente: Elaboración propia (2014)



Gráfica 5. Evaluación de amplitud para el perfil de sabor de la variedad Yeztic (barra roja) y Calyecac (barra verde)

Fuente: Elaboración propia (2014)

cada atributo, sobresale la variedad roja o Yeztic; el sabor y retrogusto son los atributos ligeramente más penetrantes. La variedad verde o Calyecac muestra una clara uniformidad en las evaluaciones de los cuatro atributos.

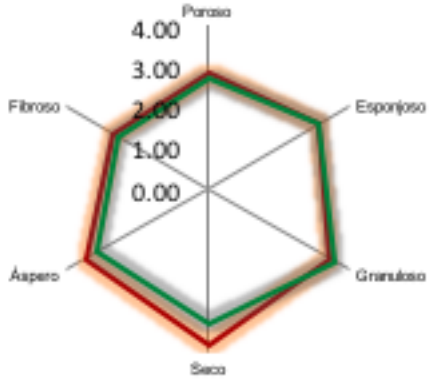
De acuerdo al análisis realizado en cuanto al perfil de textura, ambas variedades comparten gran parte de los descriptores con igual intensidad; sin embargo hay unos cuantos que marcan una diferencia entre ambas, aunque tienen relación entre

ellos (Gráficas 6-9). En el caso de la variedad Yeztic es el grano más pequeño de estas dos variedades, es más seco, lo cual propicia que sea más crujiente y absorbente; por su parte la variedad Calyecac, al ser más grande puede ser que contenga más humedad y eso provocar que no se desintegre tan fácilmente a la primera mordida y se forme esta especie de hojuelas y al masticarse, que se vaya formando una masa pastosa y flexible, que requiere de mayor trabajo mecánico en la boca para deglutirlo. Por ello es que en la parte de la fase residual este grano provoca la sensación de que queda un poco adherido tanto en boca como en garganta.

CONCLUSIONES

Los atributos de calidad guardan estrecha relación con los recursos naturales y los métodos productivos tradicionales. Desde la perspectiva de los productores, el amaranto de Tulyehualco, posee grandes cualidades sensoriales que lo diferencian del producido en otras regiones e incluso localidades cercanas, debido a las condiciones del cultivo.

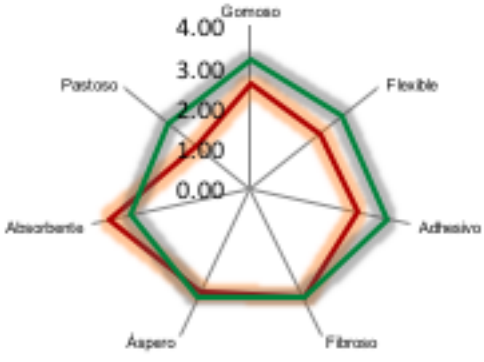
En las narrativas de los productores, la influencia de los elementos naturales no es casualidad, pues las condiciones edafoclimáticas de la región propiciaron el desarrollo de ecotipos locales, los cuales son cultivados, manejados y transformados con métodos agrícolas tradicionales y técnicas específicas, como la germinación en almácigos; el trasplante; la asociación de cultivos; la cosecha. Por todo ello, ni los métodos de producción y mucho menos los ecotipos locales, pueden deslocalizarse; es decir, no pueden trasladarse a otro sitio para reproducirse con la misma fidelidad, ya que todos los elementos se encuentran amalgamados, en una simbiosis. (De Jesús, 2017, p. 209)



Gráfica 6. Evaluación de la textura antes de la masticación de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)

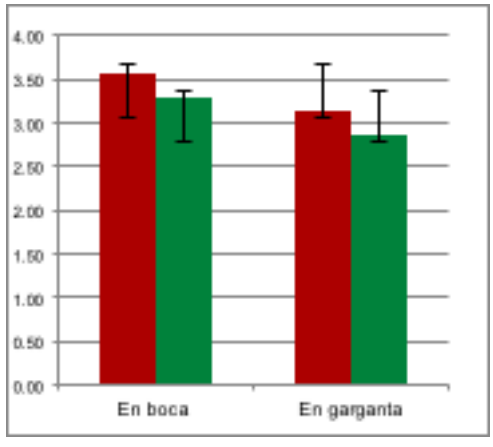
Fuente: Elaboración propia (2014)

Gráfica 7. Evaluación dela textura a la primera mordida de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)



Gráfica 8. Evaluación de la textura durante la masticación de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)

Fuente: Elaboración propia (2014)



Gráfica 9. Evaluación de la textura fase residual de la variedad Yeztic (barra roja) y Calyecac (barra verde)

Fuente: Elaboración propia (2014)

Los productores de Tulyehualco han hecho referencia a las características propias de su amaranto, pero hacía falta profundizar en su estudio y documentarlas; por tal motivo, con este trabajo se hace un primer acercamiento al tema y se apoya la obtención de la DO del amaranto de Tulyehualco que pueda diferenciarlo de los demás.

BIBLIOGRAFÍA

De Jesús, D., Ramírez, I., Viesca, F. y H. Thomé (2017) La búsqueda de la denominación de origen (DO) del amaranto de Santiago Tulyehualco, Xochimilco, D.F. en Santiago Tulyehualco, Xochimilco. In Thomé, H. y A. Martínez, *Calificación, valorización y turismo. Aproximaciones al patrimonio agroalimentario* (pp. 183-216). COLOFÓN, México.

Escudero, N., Arellano, M., Luco, J., Giménez, M. y S. Mucciarelli (2004) Comparison of the chemical composition and cutritional calue of *Amaranthus cruentus* clour and its protein concentrate. Plant Foods for Human Nutrition. Vol. 59.

Fontin, J. y C. Desplancke (2001) *Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores*. Editorial Acribia, S.A. España.

Observatorio europeo LEADER (2000) Comercialización de los productos locales circuitos cortos y circuitos largos. Cuaderno de la innovación no.7

ADAPTACIÓN DEL CONOCIMIENTO TRADICIONAL COMO ESTRATEGIA EN LABORES CULTURALES: ESTUDIO DE CASO EN EL SISTEMA DEL CULTIVO DE AMARANTO EN SAN MATÍAS TLALANCALECA, PUEBLA

Sánchez Olarte Josset[1]*; Hernández Ruiz Haydee Margarita[1] y Argumedo Macias Adrián[2]

[1]Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Posgrado en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología. 17 sur # 901 Col. Santiago, Puebla, Pue. C.P. 722160, México. *Correo-e: josset15@hotmail.com
[2]Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Carretera Federal México-Puebla km 125.5, Santiago Momoxpan, municipio de San Pedro Cholula, Puebla. 72760. México. Correo-e: aadrian@colpos.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: conocimiento, continuidad, innovación, unidad de producción campesina.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de amaranto tiene potencial para ser extendido a nivel nacional por sus propiedades nutritivas, por su adaptabilidad, fácil manejo y bajos costos de producción (Espitia, *et al.,* 2010). Dicho cultivo se está tornando económicamente importante para las unidades de producción campesina en el municipio de San Matías Tlalancaleca, Puebla. A pesar que la siembra del cultivo se remonta a épocas prehispánicas, en el municipio en cuestión tiene poco más de 50 años que se cultiva intercalado con cultivos como el maíz, frijol, chile e incluso con haba. No obstante, que el cultivo es rentable, además de poseer características agronómicas que le permiten adaptarse en zonas de temporal (Sanchez, *et al.,* 2014; Sanchez, *et al.,* 2016), éste se cultiva en pequeñas superficies especialmente con fines de autoconsumo, sin embargo, una de las principales problemáticas que en la actualidad ocasionan un lento desarrollo en dicho cultivo es la limitada difusión y literatura existente a nivel local en relación a la importancia que tiene la adaptación del conocimiento tradicional que se encuentra inmerso al manejo y labores culturales que permiten la continuidad del sistema de producción. El objetivo del presente estudio fue conocer en el sistema del cultivo de amaranto, la adaptación del conocimiento tradicional como estrategia para llevar a cabo las labores culturales en el manejo del sistema y el aporte al ingreso económico de las familias que lo cultivan.

MATERIALES Y MÉTODOS

El método de estudio de casos se empleó mediante la combinación de enfoques cuantitativos y cualitativos de investigación, e incorporando métodos y herramientas para la recolección de información a partir de la propuesta de Coller (2000). Se aplicó una entrevista semiestructurada a los 6 productores de amaranto del municipio durante los ciclos agrícolas, 2015, 2016 y 2017. El análisis e interpretación de la información se realizó a través del método hermenéutico.

Cuadro 1.1 Labores culturales en el cultivo de amaranto de San Matías Tlalancaleca, Puebla.

CONCEPTO LABORES CULTURALES	Fechas	Frecuencia	%
Preparación del terreno	Mayo	6	100
Siembra	Junio	5	83
Primera labor	Julio	6	100
Segunda labor	Agosto	6	100
Control de plagas y enfermedades	En todo el ciclo	6	100
Cosecha	Octubre-Noviembre	6	100

Fuente: Investigación directa (2015-2016-2017) n=6.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis interpretativo, entre los resultados más sobresalientes destaca la adaptación que aplican al conocimiento tradicional amalgamado con la técnica y el uso de tecnología para llevar a cabo las labores culturales en el manejo del sistema, buscando siempre un equilibrio hombre-naturaleza, en este sentido las labores que llevan a cabo los productores las establecen de la siguiente forma: preparación del terreno, siembra, control de plagas y enfermedades y la cosecha (Cuadro 1.1).

El cuadro 1.1 refleja que las labores culturales realizadas en la zona en cuestión son uniformes, las cuales en las fechas en que se llevan a cabo representa una gran ventaja para la promoción del cultivo, ya que, dichas actividades las aplican en las mismas fechas que en el cultivo del maíz.

En cuanto a la importancia que tiene la adaptación del conocimiento tradicional aplicado a las labores culturales en el manejo del sistema de cultivo de amaranto, resulta fundamental, para mejorar la dinámica de las labores e incluso para dar continuidad al sistema de cultivo. Ya que, en diversas actividades como preparación de terreno, siembra, primera labor, segunda labor, cosecha y pos-cosecha, se realizan con herramientas de tracción animal y artefactos adaptados con base al conocimiento que poseen los propios productores de la zona. En este sentido, la adaptación del conocimiento tradicional juega un papel crucial, ya que de la comprensión que se tenga sobre el medio ambiente, el suelo y las prácticas agrícolas aunadas a las herramientas para realizar dichas actividades, resultan fundamentales para lograr el establecimiento del cultivo. Ejemplo de algunas adaptaciones se muestra en la labor de siembra figura 1.1.

La figura 1.1 muestra la adaptación de materiales de uso común cañuela, alambre, mecate y envase reciclado, que permitió generar un artefacto innovador que permite hacer más eficiente la labor de siembra en cuanto al aspecto físico; la siembra se realiza con menor esfuerzo y desgaste físico y: en cuanto a la cantidad de semilla aplicada con dicha adaptación se redujo de 6 a 8kg por ha., a 2kh por ha.

CONCLUSIONES

En general los productores de la zona en cuestión poseen todo un bagaje de conocimiento tradicional que lo han ido adaptando y mejorando, prueba de ello se ve reflejado cuándo en situaciones de escasez económica las adaptaciones les han permitido continuar con el ciclo normal del cultivo de amaranto a través del uso herramientas e innovación de artefactos propios, cuando el capital es escaso

Figura 1.1. Artefacto adaptado para la labor de siembra.

para el uso de tecnología y tomando decisiones a partir de la interpretación que hacen de la naturaleza y de los recursos locales con los que disponen.

Referencias

Espitia R. E. C., Mapes, C., Núñez y Escobedo, D. 2010. Distribución geográfica de las especies cultivadas de Amaranthus y de sus parientes silvestres en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 1(3): 427-437.

Coller, Xavier 2000. Estudio de casos, Cuadernos Metodológicos 30, CIS, Madrid.

Sánchez Olarte, Josset., Argumedo Macías, A., Álvarez-Gaxiola. J. F., Méndez Espinoza. J. A. y Ortiz Espejel, B. 2014. Conocimiento tradicional en prácticas agrícolas en el sistema del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. En: Revista ASyD: Agricultura Sociedad y Desarrollo. Volumen 12, Número 2, Abril - Junio 2015. Artículo en ASyD 12: 237-254. 2015.

Sánchez-Olarte, Josset., Argumedo-Macías, A., Álvarez-Gaxiola, J. F., Méndez-Espinoza, J. A., Ortiz-Espejel, B. 2016. Análisis económico del sistema sociotécnico del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. Acta Universitaria, 26(3), 95-104. doi: 10.15174/au.2016.888

ANÁLISIS IN-SILICO DEL GENOMA DE AMARANTHUS HYPOCHONDRIACUS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE miRNAs Y GENES BLANCO

Martínez Núñez, M.[1], Ruíz Rivas M.[1], Vera Hernandez P. F.[1], Téllez Valerio, C. E.[1], Rosas Cárdenas, F. de F[1]*

[1]Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada-IPN, Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala C.P. 90700, México Tel. +52 248-48707-65, *Correo-e: frosasc@ipn.mx

Eje temático: 3
País: México
Palabras clave: Amaranto, RNAs pequeños, regulación génica.

INTRODUCCIÓN

Los miRNAs son una clase de RNAs pequeños monocatenarios y no codificantes de aproximadamente 21-25 nucleótidos de longitud, que se han identificado como reguladores importantes de la expresión génica por la interacción específica con mRNAs blanco en múltiples organismos tales como plantas, animales, y algunos virus (Ferreira et al., 2012; Li y Zhang, 2016). En las plantas, la acumulación de miRNAs está regulada espacial y temporalmente en diferentes órganos y tejidos y en diferentes etapas de desarrollo, donde desempeñan un papel clave en diversos procesos metabólicos y biológicos (Zhang et al., 2017). En varias especies de plantas, la investigación reciente sobre miRNAs se ha basado en dos estrategias principales: 1) identificación de miRNAs por herramientas bioinformáticas y 2) validación molecular de miRNAs identificados (Li y Zhang 2016). Siguiendo ambas estrategias, en el presente trabajo de investigación se realizó una predicción bioinformática que permitió la identificación y validación de 16 miRNAs en el genoma de *Amaranthus hypochondriacus*. Dicha predicción abre la posibilidad de dilucidar las redes de regulación génica que son activadas ante distintos procesos metabólicos y biológicos en este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La identificación de secuencias precursoras y secuencias maduras de miRNAs en *A. hypochondriacus* se realizó utilizando la herramienta BLAST disponible en la plataforma *Phytozome 11.* La estructura secundaria de las secuencias precursoras se analizó mediante *RNAfold* mientras que la predicción de sus genes blanco se realizó usando *psRNATarget*. Se realizó un análisis de expresión semicuantitativa mediante RT-PCR de los genes blanco que se predijeron, mientras que la validación del perfil de expresión de cada uno de los miRNAs identificados se realizó mediante el método S-Poly (T) Plus qRT-PCR.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La alineación de secuencias precursoras de miRNAs en el genoma de *A. hypochondriacus* permitió la predicción preliminar de 16 secuencias que corresponden a precursores de miRNAs. Estas secuencias corresponden a la típica estructura de tallo de los miRNAs, la cual se confirmó mediante la alineación de las

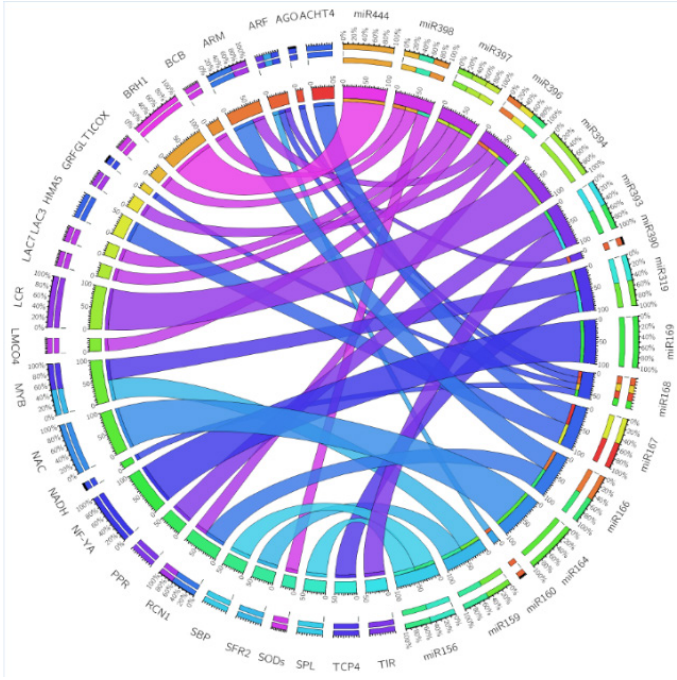


Figura 1. Red de regulación que muestra 16 miRNAs y sus respectivos genes blanco en *Amaranthus hypochondriacus*.

secuencias predichas en bases de datos tales como NCBI y miRBase. La predicción de genes blanco permitió la identificación de factores de transcripción, genes que codifican proteínas del metabolismo secundario y genes sensibles al estrés (Fig. 1). El análisis de la expresión semicuantitativa permitió la amplificación de al menos un gen blanco para cada uno de los miRNA que se predijeron. La validación del perfil de expresión de miRNAs maduros sugiere que existe una expresión diferencial entre cada uno de los miRNAs identificados.

CONCLUSIONES

La identificación bioinformática de miRNAs en *A. hypochondriacus* permitió observar la importancia de la regulación postranscripcional que los miRNAs ejercen en sus genes blanco, así como un acercamiento a la identificación de la función que cumplen los miRNAs en la regulación del desarrollo, crecimiento, metabolismo, tolerancia al estrés y otros procesos fisiológicos en plantas de amaranto.

REFERENCIAS

Ferreira, T.H., Gentile, A., Vilela, R.D., Costa, G.G., Dias, L.I., Endres, L., and Menossi, M. (2012). microRNAs associated with drought response in the bioenergy crop sugarcane (*Saccharum* spp.). *PLoS ONE*. 7:e46703.

Li, C., Zhang, B. (2016). MicroRNAs in Control of Plant Development. *J Cell Physiol*. 231:303-13.

Zhang, T., Hu, S., Yan, C., Li, C., Zhao, X., Wan, S., and Shan, S. (2017). Mining, identification and function analysis of microRNAs and target genes in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Plant Physiol Biochem*.111:85-96.

4. Alimentación, hábitos de consumo, nutrición, salud y gastronomía.

Aprovechamiento de compuestos bioactivos. Programas de alimentación en niños. Experiencias comunitarias.

GRUPO DE ENLACE PARA LA PROMOCIÓN DEL AMARANTO EN MÉXICO

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y FUNCIONAL DE HOJAS DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) PARA CONSUMO HORTÍCOLA

Dias, Alejandra[1]; Baginsky, Cecilia[2]*; Saenz, Cármen[1]

[1]Depto. Agroindustria y Enología y [2] Depto. Producción Agrícola, Fac. Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Casilla 1004, Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile. Correo-e: alejandra.dias@ug.uchile.cl;cbaginsk@uchile.cl;csaenz@uchile.cl

Eje temático: 4
País: Chile
Palabras clave: capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, minerales.

INTRODUCCIÓN

El grano del amaranto es una de las principales formas de consumo humano en varias regiones de América, sin embargo, sus hojas, también comestibles, se encuentran subutilizadas, pudiendo formar parte de la dieta de muchos países. Actualmente, existe limitada información respecto a las características químicas y funcionales de las hojas de amaranto, por lo que este estudio pretende complementar información existente, y dar más alternativas al consumo de esta especie, innovando incluso en la posibilidad de su uso como hortalizas “baby”.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron hojas provenientes de plantas de 15 a 20 cm de altura, pertenecientes a la especie *Amaranthus hypochondriacus* (Genotipos: Areli, PQ2 y Revancha) y a la especie *Amaranthus cruentus* (Genotipos: Amaranteca y Benito).

Caracterización Química

Perfil mineral. Se midió la concentración de calcio (Ca), fósforo (P), hierro (Fe), sodio (Na) y potasio (K) utilizando un espectrómetro por emisión atómica por plasma de microondas MP-AES 4200 (Agilent Technologies).

Caracterización funcional

Capacidad antioxidante. Se determinó siguiendo el método de ORAC (Huang *et al.,* 2002). Polifenoles totales. Mediante el método de *Folin Ciocalteu* (Singleton y Rossi, 1965).

Análisis estadístico

Se efectuó un ANDEVA con un nivel de significancia al 5% ($p \leq 0,05$) y una prueba de comparación múltiple de Tukey para detectar diferencias. Los análisis se realizaron con el programa estadístico INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización química

Los resultados de los análisis de minerales se muestran en la Tabla 1.
Letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los distintos genotipos para cada uno de los elementos minerales, según la prueba de Tukey (p – valor < 0,05). Los datos indican los promedios ± D.E. (n = 3).

Las hojas de amaranto poseen un contenido considerablemente mayor de Ca, P, Fe y K en comparación a otras hortalizas de hoja como lechuga y espinaca (Capurso *et al*., 2018). Caracterización funcional
La Figura 1 muestra los resultados de fenoles totales (A) y capacidad antioxidante (B).

La concentración de polifenoles totales sigue la tendencia de la capacidad antioxidante de las hojas. Algunos estudios sugieren que son los compuestos fenólicos los principales antioxidantes dentro del género *Amaranthus (*Deng *et al.*, 2015; Khandaker *et al*., 2008). Sin embargo, la mayor capacidad antioxidante fue registrada en aquellos genotipos cuyas hojas presentan pigmentos púrpuras, como es el caso de Areli y PQ2. Este hecho se puede atribuir a la presencia de betalaínas, las cuales poseen una demostrada capacidad antioxidante (Arunachalam *et al*., 2016; Cai *et al*., 2005).

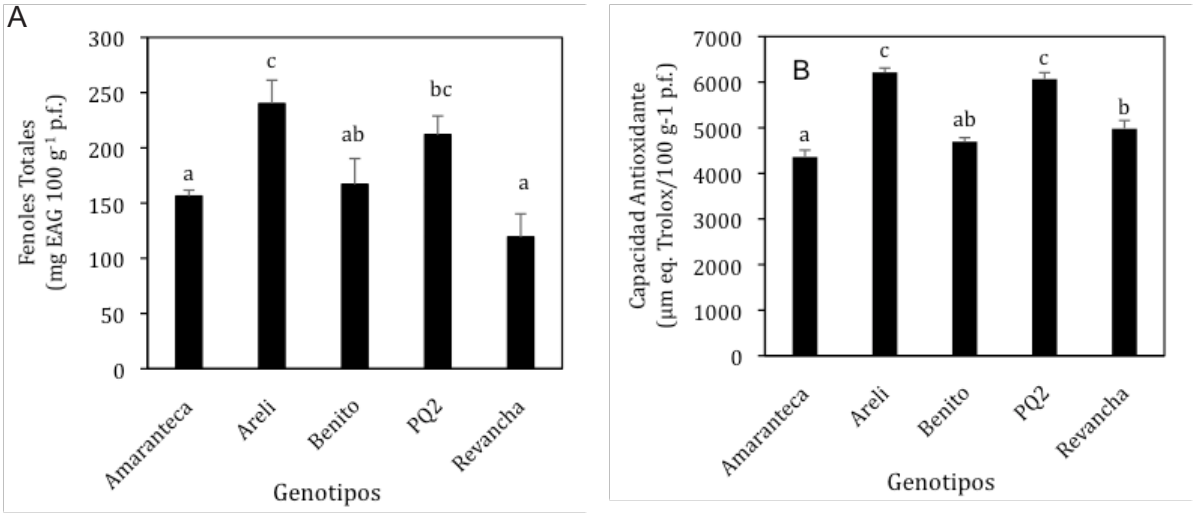
CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis químicos y funcionales, las hojas de amaranto presentan características nutricionales y funcionales que las hacen idóneas para su consumo fresco. Por lo que se podría considerar como una nueva hortaliza para suplir la demanda por alimentos saludables.

Tabla 1. Resultado análisis del perfil mineral (mg 100 g^{-1} p.f.) de hojas de amaranto provenientes de plantas de 15 a 20 cm altura.

Genotipos	Calcio (Ca)	Fósforo (P)	Hierro (Fe)	Sodio (Na)	Potasio (K)
Amaranteca	667 ± 76,2ab	50 ± 6,7b	10 ± 1,0b	15 ± 1,5a	613 ± 45,8a
Areli	590 ± 58,1a	45 ± 2,5ab	7 ± 0,6a	13 ± 3,2a	636 ± 34,6a
Benito	829 ± 50,6bc	50 ± 1,5b	8 ± 0,0ab	25 ± 4,8b	786 ± 20,5b
PQ2	890 ± 109,6c	37 ± 3,2a	13 ± 1,5c	24 ± 1,5b	796 ± 51,1b
Revancha	933 ± 43,1c	45 ± 0,6ab	9 ± 0,6b	24 ± 2,3b	828 ± 73,9b

Figura 1. Fenoles totales (A) y capacidad antioxidante (B) de hojas de amaranto provenientes de plantas de 15 a 20 cm de altura (n = 3). Letras distintas dentro de cada gráfico, indican diferencias estadísticamente significativas entre genotipos, según la prueba de Tukey (p – valor < 0,05).



REFERENCIAS

Arunachalam, V.; Dhargalkar, S.; Vaingankar, J. and Kevat, N. 2016. Pigment Rich Amaranth by Tri-Stimulus Colorimetry and Progeny Test. The National Academy of Sciences, *39* (6): 411-415.

Cai, Y.; Corke, H. and Sun, M. 2005. Characterization and application of betalain pigments from plants of the Amaranthaceae. Trends in Food Science & Technology, *16*: 370-376.

Capurso A.; Crepaldi G.; Capurso C. (2018) *Vegetables. In: Benefits of the Mediterranean Diet in the Elderly Patient.* Recuperado de https://link-springer-com.uchile.idm.oclc.org/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-78084-9.pdf

Deng, Z.; Draves, J.; Li, H.; Liu, R.; Marcone, M.; Zhu, H.; *et al.* 2015. Characterization of phenolics, betacyanins and antioxidant activities of the seed, leaf, sprout, flower and stalk extracts of three *Amaranthus* species. Journal of Food Compoistion and Analysis, *37*: 75-81.

Di Rienzo J. A.; F. Casanoves; M. G. Balzarini; L. González; M. Tablada y C. W. Robledo. 2013. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Huang, D., Ou, B., Hampsch-Woodill, M., Flanagan, J. A., and Prior, R. L. 2002. High-Throughput Assay of Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) Using a Multichannel Liquid Handling System Coupled with a Microplate Fluorescence Reader in 96-Well Format. Journal of Agricultural and Food Chemistry, *50*(16): 4437-4444.

Khandaker, L.; Md. B. Ali and Oba, S. 2008. Total Polyphenol and Antioxidant Activity of Red Amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) as Affected by Different Sunlight Level. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, *77* (4): 395-401.

Singleton, V., and J. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture*, 16*:144-158.

CALIDAD NUTRITIVA DE AMARANTO COMO VERDURA DE POBLACIONES DE LA SIERRA NORTE Y DE VALLES ALTOS DE PUEBLA, MÉXICO

Salvador-Martínez Guadalupe[1]*, Ortiz-Torres Enrique[1], Guerrero-Rodríguez Juan de Dios[1], Taboada-Gaytan Oswaldo Rey[1], Herrera-Corredor José Andrés[2], Gómez-Aldapa Carlos Alberto[3]

[1]Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No.205. Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, Puebla, 72760, México. *Correo-e: pipis.1@outlook.com
[2]Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348, congregación Manuel León, municipio de Amatlán de los Reyes, Veracruz, 94946, México.
[3]Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca Tulancingo 5, 11 de Julio 2da Secc. Pachuca de Soto, Hidalgo. México.

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hybridus*, México.

INTRODUCCIÓN

El amaranto se ha utilizado, además de grano, como verdura, forraje, colorante y ornamental (Morales *et al*., 2014). Especies utilizadas como grano en México son *Amaranthus hypochondriacus*, *A*. *cruentus* y *A*. *caudatus* (Espitia *et al*., 2010). Como verdura las plantas jóvenes de varias especies, las más comunes son: *A*. *hybridus* L., *A*. *retroflexus* L., *A*. *palmeri* S. Wats., *A*. *powellii* S. Watz., *A*. *dubius* y *A*. *spinosus* L. (Mapes *et al*., 2012a). México cuenta con una amplia diversidad genética en amaranto (Espitia *et al*., 2010) y con una gran riqueza cultural relacionada con el consumo como verdura (Mapes *et al*., 2012b); sin embargo, hay pocos estudios sobre la calidad nutrimental de plantas de las diferentes especies de amaranto. Por tanto, el objetivo fue evaluar la calidad nutritiva de la planta por tipo de uso (producción de verdura y grano), de las especies *Amaranthus hypochond*riacus, *A. cruentus* y *A. hybridus* y dentro de especies.

MATERIALES Y MÉTODO

Se evaluó 43 genotipos en hoja y tallo, clasificados por especie y uso en 11 accesiones de *A. hypochondriacus* para grano, 12 de *A. hypochondriacus* para verdura, 8 *A. cruentus* para grano y 12 de *A. hybridus*. Las variedades mejoradas para grano fueron Nutrisol, Rojita, Laura, Diego, Gabriela, Areli, Revancha PQ2, Amaranteca y Benito. Además, se incluyeron las poblaciones para grano CP2, CP15, CP30, CP34, CP36, CP38, CP39, CP40 y CP43 colectadas en Huazulco, Morelos y Tochimilco, Puebla. Las poblaciones para verdura fueron colectas del Municipio de Zapotitlán de Méndez, Puebla y se estableció el ensayo en septiembre 2016 en Zapotitlán. A los 40 días se cosecharon las plantas, se secaron y molieron. Se les realizó un análisis proximal a las muestras. Las variables medidas fueron peso seco de hoja (PSHOJA), peso seco de tallo (PSTAL), peso seco total (PSTOT), carbohidratos solubles (CAB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), fibra dietaría total (FDT), lignina (LIG), cenizas (CNZ) y proteína cruda(PC). Para la determinación de FDN, FDA y LIG se utilizaron los métodos 13, 12 y 18 de los protocolos

de Ankom Technology (2006). La PC se determinó por el método de Micro Kjeldahl. La FDT con el Kit de ensayo de Fibra Dietaria (TDF100A, Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, USA), el cual se basa en la metodología enzimática-gravimétrica descrita por la AOAC (1997) y en la determinación CAB el método Clegg-Anthrone (Clegg, 1956). Los datos de cada variable se sometieron a un análisis de varianza y prueba de medias (Tukey) mediante el paquete estadístico SAS versión 9.3 (SAS Inst., 2011). El modelo estadístico empleado fue un diseño anidado de tres estados (Montgomery 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los análisis se encontró que no hubo diferencias ($P \leq 0.05$) por tipo de uso en la mayoría de las variables medidas, por lo que las poblaciones tienen similar calidad nutricional de planta independientemente del tipo de uso. Sin embargo, hubo diferencias en FDN y PSTAL. En la variable PSTAL los amarantos para grano (45.68 g) tuvieron un mayor peso de tallo que las especies con uso de verdura (34.2 g). En la variable FDA, los amarantos para grano tuvieron mayor valor (26.0%) que los de verdura (23.4%).

Entre especies se encontró que hubo similitud en PC, LIG, CAB, FDT, CNZ, PSHOJA, PSTAL y PSTOT. No obstante, hubo diferencias en FDN, FDA y CNZ. En FDN *A. hypochondriacus* de grano y verdura tuvieron mayores valores 42.0 y 43.3%. En FDA las poblaciones de *A. hypochondriacus* para grano presentaron los valores más altos 27.9%. En cenizas *A. hybridus* y *A. hypochondriacus* para grano tuvieron promedios altos que *A. cruentus* y *A. hypochondriacus* para verdura 20.7 y 20.4%. Entre poblaciones hubo diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) en todas las variables, excepto en PSHOJA, PSTAL y PSTOTAL. Lo cual muestra una diversidad genética amplia dentro de las diferentes especies que pueden ser utilizadas como base para un programa de mejoramiento genético encaminado a la obtención de variedades para producción comercial de plantas de amaranto para el consumo como verdura.

CONCLUSIÓN

Entre usos se observó que los amarantos para grano no defirieron a los de uso para verdura en contenido de proteína cruda, FDN, Lignina, FDT, carbohidratos solubles, cenizas, peso de hoja y peso total. Sin embargo, se encontró que las especies de tipo de grano tuvieron mayor concentración de FDA y peso de tallo comparado con los de verdura. Entre especies se observó que *A*. *hypochondriacus* para grano, *A*. *hypochondriacus* para verdura, *A*. *hybridus* y *A*. *cruentus* son iguales en contenido de proteína cruda, Lignina, FDT, carbohidratos solubles, peso seco de hojas, peso seco de tallo y peso de planta total. Sin embargo, las especies *A*. *hypochondriacus* de tipo grano y verdura fueron mayores en FDN. Por otro lado *A*. *hypochondriacus* para grano tuvo los mayores valores en FDA. *A*. *hybridus* y *A*. *hypochondriacus* para grano tuvieron mayores promedios en cenizas. Entre genotipos se encontró diferencias en todas las variables medidas excepto en PSHOJA, PSTAL y PSTOT. Los materiales con alto contenido de proteína y bajo contenido de FDA y FDN que muestran alta calidad fueron en *A*. *hypochondriacus* para verdura AV28, en *A*. *hybridus* AV17, AV29, AV31 y en *A*. *cruentus* la variedad Benito.

REFERENCIAS

ANKOM Technology. (2006). Operator's manual ANKOM 200/220 Fiber Analyzer. ANKOM Technology, Macedon, NY, USA. 27p.

AOAC. (1997). Official Methods of Analysis of AOAC. International, 16th Edition, Volume II, Section 45.4.07, Method 985.29.

Clegg, K. M. (1956). The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. Journal of the. Science Food Agriculture, 7:40-44.

Espitia Rangel E., C. Mapes Sánchez, D. Escobedo López, M. de la O Olán, P. Rivas Valencia, G. Martínez Trejo, L. Cortés Espinoza, J. M. Hernández Casillas (2010). Conservación y uso de los recursos genéticos de Amaranto en México. INIFAP, Centro de Investigación Regional Centro, Celaya, Guanajuato, México. 201 p.

Mapes Sánchez, C; A. Díaz Ortega y J. Blancas. (2012a). Caracterización de germoplasma de amaranto (*Amaranthus spp*.) para verdura. En: Amaranto: Ciencia y Tecnología. E. Espitia Rangel (Ed.) INIFAP. Libro científico No 2. Celaya, Guanajuato, México. Pp: 183-201.

Mapes Sánchez, C., F. Basurto y L. Bautista (2012b). Manejo y cultivo de *Amaranthus* spp. Como Quelite en la Sierra Norte de Puebla, México. SINAREFI. Jardín Botánico. Instituto de Biología. UNAM. 31 p.

Montgomery, Douglas C. (2013). Design and analysis of experiments. Eight edition. Johon Wiley & Sons. 724 p.

Morales Guerrero, J. C., N. Vázquez Mata y R. Bressani Castignoli (2014). El amaranto: características y aporte nutricio. Segunda edición. Trillas. D.F. México. 280p.

SAS Institute Inc (2011). SAS/STAT 9.3. User´s guide. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. USA.

AMARANTO Y EL USO DE PESTICIDAS: CASO TOCHIMILCO, PUEBLA

Romero Romano Carlos Osvaldo[1]*; Ocampo Mendoza Juventino[1]; Navarro Garza Hermilio[2]; Sandoval Castro Engelberto[1]; Calderón Sánchez Francisco[1]; Franco Mora Omar[3]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, C.P 72760, Santiago Momoxpan municipio de San Pedro Cholula, Puebla, México. Correo-e: emails: *carlos.romero@colpos.mx; jocampo@colpos.mx; engelber@colpos.mx; fsanchezs@colpos.mx
[2]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 carretera México-Texcoco, C.P 56230, Texcoco, Estado de México, México. Correo-e: hermnava@colpos.mx
[3]Universidad Autónoma del Estado de México, Campus El cerrito, Km 15.5 carretera Toluca-Ixtlahuaca, Piedras Blancas, C.P 50200, Toluca de Lerdo, Estado de México, México. Correo-e: ofrancom@uaemex.mx

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: carbamato, organofosforado, piretroide, toxicidad.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad son bien conocido los daños que causan el consumo de alimentos con trazas de pesticidas (Horváth & Ambrus, 2017), además de los daños causados por el contacto directo que tienen los agricultores al momento de aplicar dichos productos en sus cultivos (Caldas & Velde-Koerts, 2017). De acuerdo con Romero *et al*. (2017) en el municipio de Tochimilco en el estado de Puebla es común el uso de pesticidas para el control de plagas y enfermedades que afectan el rendimiento de amaranto. Sin embargo, son insuficientes las investigaciones que reflejen cuales son los productos más utilizados y las prácticas que siguen los agricultores para reducir el riesgo de intoxicación por el contacto de pesticidas. Por tanto, el objetivo de la presente investigación fue identificar los pesticidas que son utilizados en el cultivo de amaranto y las prácticas que los agricultores del municipio realizan antes y después de aplicar dichos productos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Tochimilco se localiza en la parte centro oeste del estado de Puebla, en la parte central de México. Las coordenadas municipales están entre los paralelos 18º 50’ y 19º 02’ latitud norte y los meridianos 97º 18’ y 97º 27’ de longitud oeste. Las principales comunidades del municipio son: San Francisco Huilango ubicada en la parte baja del municipio (1,860 msnm) y con clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano (A) C(w1) (Köppen, 1936); y, San Lucas Tulcingo (1,950 msnm), Santiago Tochimizolco (2,150 msnm), Tochimilco (2,081 msnm), La Magdalena Yancuitlalpan (2,210 msnm), San Martín Zacatempa (2,240 msnm), Santa Catarina Tepanapa (2,280 msnm), San Miguel Tecuanipa (2,300 msnm), Santa Catalina Cuilotepec (2,403 msnm) y Santa Cruz Cuautomatitla (2,500 msnm) localizadas en laderas inferiores de la Sierra Nevada y con clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(w1).

Diseño de muestra

Se utilizó como universo de estudio, a los productores de amaranto registrados en el padrón del Programa de Apoyos Directos al Campo del año 2016 (417 productores). El tamaño de la muestra se obtuvo mediante la fórmula de varianza máxima (Cochran, 1980):

$\eta = N (Z_{\alpha/}2)^2 pq / Nd^2 + (Z_{\alpha/}2)^2 pq$.

Dónde: ŋ = Tamaño de la muestra, N = Tamaño de la población a muestrear, $(Z_{\alpha/}2)^2$ = Confiabilidad $_{\alpha/}2$ al cuadrado = 0.05, pq= Binomial p=éxito q=fracaso ambas al 0.5 * 0.5 = 0.25, d^2= Error estándar al cuadrado = 10

La muestra se conformó por 90 productores. Para determinar el tamaño de muestra proporcional para cada comunidad (Tabla 1), se utilizó la fórmula: $n_i = (N_i/N) *n$. En la que N_i= población total del estrato $_i$, N= población total= 417, y n= tamaño de muestra poblacional= 90

Trabajo de campo

La aplicación de entrevistas (90) se realizó en abril y mayo de 2017. El instrumento de la entrevista consistió en dos apartados: 1). Pesticidas utilizados para control de plagas y enfermedades, y 2). Prácticas de seguridad de manejo y uso de los

Tabla 1. Muestreo proporcional de los productores de amaranto de Tochimilco.

Estrato	Comunidad	Número de productores	Afijación proporcional	Encuestas aplicadas
E1	La Magdalena Yancuitlalpan	33	7.12	7
E2	San Francisco Huilango	4	0.86	1
E3	San Lucas Tulcingo	103	22.23	22
E4	San Martín Zacatempa	57	12.30	12
E5	San Miguel Tecuanipa	61	13.17	13
E6	Santa Catalina Cuilotepec	3	0.65	1
E7	Santa Catarina Tepanapa	9	1.94	2
E8	Santa Cruz Cuautomatitla	19	4.10	4
E9	Santiago Tochimizolco	60	12.95	13
E10	Tochimilco	68	14.68	15
	Total	417		90

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Pesticidas utilizados para el control de plagas y enfermedades de amaranto en Tochimilco, Puebla

Especie	Pesticida	Familia química	Ingrediente activo	F	%
Plaga					
Pulgón (*A. fabae*)	Folidol®	Organofosforado	Paration metílico	29	32.2
Chapulín (*S. purpurascense*)	Tamaron®	Organofosforado	Metamidofodos	9	10
	Furadan®	Carbamatos	Carbofuran	5	5.5
	Arribo®	Piretroide	Cipermetrina	5	5.5
	Dragon®	Piretroide	Permetrina y Clorpirifos	2	2.2
Enfermedad					
Mancha negra del tallo (*Macrophoma* sp.)	Tamaron®	Organofosforado	Metamidofodos	22	2.4
	Foley Rey®	Organofosforado y Piretroide	Clorpirifos etil y Permetrina	18	20
Carbón del amaranto (*Thecaphora* sp.)	Foley Rey®	Organofosforado y Piretroide	Clorpirifos etil y Permetrina	56	62.2

Fuente: Datos de campo. F= frecuencia

pesticidas (uso de equipo de seguridad, deposito final de los contenedores de los productos, cálculo de la dosis).

Análisis de datos

Se utilizó estadística descriptiva; los datos obtenidos se capturaron en una base Excel, a partir de la cual, por medio del software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versión 16.0, se calcularon frecuencias y porcentajes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 62.2 % de los productores entrevistados aplica algún pesticida para el control de alguna de las plagas o enfermedades que afectan localmente la producción de amaranto (Tabla 2). Los pesticidas reportados contienen como ingrediente activo carbofuran, metamidofidos y paratión metílico los cuales están clasificados como alta y extremadamente tóxicos (INECC, 2015), y prohibidos en varios países (WHO, 2009). Por lo que su uso puede llegar a ocasionar la degradación de los recursos naturales y afectaciones graves en la salud de los agricultores, sus familias y los consumidores. Es importante mencionar que aplicaciones de insecticidas organofosforados y piretroides son inadecuadas para el control de la mancha negra del tallo y el carbón del amaranto las cuales son enfermedades causadas por hongos y no por insectos. Esta situación tiene implicaciones ambientales, económicas y sociales, ya que se incrementa el riesgo de contaminación de suelo y agua debido a su alto grado de movilidad, se incrementan costos de producción, y es mayor el riesgo de intoxicación de quienes aplican los pesticidas.

La incidencia de las plagas y enfermedades del amaranto varía de acuerdo con las etapas fenológicas del amaranto descritas por Henderson (1993). Es decir, los daños causados por chapulín aparecen durante la fase vegetativa V1-V4 (junio-julio), las afectaciones por pulgón entre la fase reproductiva R1-R5 (agosto-octubre); la mancha negra del tallo, dependiendo de las condiciones ambientales, afecta durante toda la fase vegetativa y reproductiva (junio-octubre); en el caso del carbón de amaranto las afectaciones se presentan a partir de la etapa reproductiva R4, antesis (septiembre). Esta información es importante ya que al saber la etapa fenológica en la que se aplican los pesticidas, aunado a su presencia residual, que en general es de 30 días, podemos darnos cuenta de que el riesgo de intoxicación por pesticida al consumir el grano de amaranto es bajo, ya que las aplicaciones de pesticidas se realizan mucho antes de la cosecha o trilla (diciembre). Sin embargo, las aplicaciones de pesticidas si son un riesgo latente de intoxicación para los agricultores que aplican los productos y más aún para quienes lo hacen sin protección.

Del total de los productores (56) que utilizan alguno de los pesticidas antes mencionados, el 95.56 % no utiliza ningún equipo de protección (guantes, mascarillas, botas, lentes, etc.) al momento de aplicar el producto y 100 % no se cambia de ropa después de aplicar el producto. Estos datos son alarmantes ya que los pesticidas pueden ingresar al organismo humano por contacto, ingestión o inhalación; y así, causar intoxicación aguda caracterizada por diarrea, cefalea, vómito, y en ocasiones la muerte. En relación con las dosis aplicadas el 73.21 % aplican cantidades mayores a las recomendadas en la etiqueta de los productos situación que incrementa el riesgo de intoxicación, y el efecto residual en el ambiente (Ortega *et al*., 2014); además de generar resistencia en los organismos que se desea controlar (Badii & Garza-Almanza, 2015).

Otro aspecto importante que considerar en el uso de los pesticidas es la disposición final de los recipientes que los contienen ya que también son fuente de contaminación ambiental, en este sentido, el 53.58 % de los productores abandonan el contenedor en sus parcelas, 37.5 % lo tiran junto a la basura del hogar, y 8.93 % lo queman. Esta información refleja el bajo conocimiento que tienen los productores de amaranto en relación con las implicaciones para su salud y el ambiente que conlleva la aplicación de dosis elevadas de pesticidas, su aplicación sin el uso de equipo de protección y la disposición final de los empaques de estos productos.

CONCLUSIONES

En Tochimilco el control de plagas y enfermedades del amaranto se realiza generalmente con el uso de elevadas dosis de pesticidas de alta y extremadamente toxicidad; al momento de aplicar estos productos los agricultores no siguen los protocolos de seguridad establecidos para el uso y manejo de estos productos, situación que puede generar casos de intoxicación repentina o crónica, y la degradación del ambiente. Por tanto, es necesario que se desarrollen campañas de sensibilización y capacitación en el uso de pesticidas, además de

generar localmente recomendaciones de control biológico y cultural.

REFERENCIAS

Badii, M. H., & Garza-Almanza, V. (2015). Resistencia en insectos, plantas y microorganismos. CULCyT, 4(18): 9-25.

Caldas, D.E., & Velde-Koerts, T.V.D. (2017). Dietary Exposure and Risk Characterization for Pesticide Residues in Food. In Food Safety Assessment of Pesticide Residues (pp. 243-267).

Cochran, W. (1980). Técnicas de muestreo. Compañía Editorial Continental. México. 513 p.

Henderson, T. L. (1993). Agronomic evaluation of grain amaranth in North Dakota (Thesis Ph. D.). North Dakota State, USA.

Horváth, Z., & Ambrus, Á. (2017). Principles of Control of Small-Scale Production of Fruits and Vegetables and Planning Risk-based Monitoring Programmers. In Food Safety Assessment of Pesticide Residues (pp. 467-506).

INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio climático). 2015. Lista de plaguicidas. En línea: https://www.gob.mx/inecc (28/07/2018).

Ortega-Martínez, L.D., Martínez-Valenzuela, C., Huerta de la Peña, A., Ocampo-Mendoza, J., Sandoval-Castro, E., Jaramillo-Villanueva, J. L. (2014). Uso y manejo de plaguicidas en invernaderos de la región norte del estado de Puebla, México. Revista Universitaria 24(3): 3-12.

Köppen, W. 1936. Das geographische System der Klimate. In: Köppen W, Geiger R (Eds.) Handbuch der Klimato - logie. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 126 p.

Romero, C.O. (2017). Conversión funcional del sistema de amaranto en la agricultura familiar de Tochimilco, Puebla (Tesis Doctoral). Colegió de Postgraduados, Campus Puebla, México.

World Health Organization (WHO) (2009). The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification: 2009. Stuttgart, Germany: World Health Organization.

BARRA DE AMARANTO, ELABORADA ARTESANALMENTE, FORTALECIDA CON NUTRACEÚTICOS NATURALES

López-Méndez, O.X.[(1)], Calvo-Morales, O.R.[(2)] & Calvo-Carrillo, M.C.[(3)]*.
[(1)] amadis89@hotmail.com

[(2)] CIEG, Universidad del Valle de México Campus San Rafael, Sadi Carnot 57, Col. San Rafael, CdMx, 06470. omarcalvo@hotmail.com
[(3)] Dirección de Nutrición, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Vasco de Quiroga 15, Col. Belisario Dominguez, CdMx, 14080 y CIEG, Universidad del Valle de México Campus Tlalpan, San Juan de Dios 6, Col. Arboledas del Sur, CdMx 14376. concepcion_calvo1@hotmail.com

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: Alimentos funcionales, colación, diseño de alimentos.

INTRODUCCIÓN

Es común encontrar en las tiendas de alimentos de conveniencia una serie de productos que son una alternativa alimenticia para personas que requieren de una colación entre sus comidas. Muchos de estos consumidores buscan opciones que, además de darles energía les proporcionen un plus en busca de mejorar la salud. Esta situacion ha permitido que los gastrónomos busquen combinaciones de alimentos para hacer propuestas de productos que sean de fácil manejo, aporten nutrimentos y otros compuestos que favorezcan la salud, que sean sensorialmente agradables y con precios accesibles o que puedan elaborarse en casa. Un producto que ha tenido una buena aceptación, bajo esta perspectiva, es la barra alimenticia. Se consume como colación que aporta entre 100 y 120 kcal. El amaranto presenta una serie de ventajas como materia prima en la formulación de alimentos, sobre todo bajo la perspectiva de los llamados alimentos de diseño, funcionales o nutracéuticos, términos que engloban productos desarrollados que, además de aportar nutrimentos contienen otros compuestos químicos bioactivos que proporcionan un benéfico a la salud. Hay ingredientes que aportan derivados fenólicos, ácidos grasos insaturados y vitaminas con acción antioxidantes; polisacáridos como las gomas, pectinas y mucílagos; compuestos precursores de ácidos grasos esenciales; péptidos con acción antioxidante y antiinflamatoria, entre otros. El procedimiento de elaboración de las barras alimenticias es sencillo y se puede realizar a nivel casero o artesanal, con accesorios simples que en toda cocina se tienen. México cuenta con una serie de ingredientes que, en general, son considerados como fuente de diversos nutracéuticos o compuestos bioactivos que ayudan a la prevención de algunas enfermedades, aprovechando esta fortaleza y las bondades de productos como las barras alimenticias se estableció como objetivo el describir la forma de hacer, artesanalmente, una barra alimenticia que lleve como base amaranto combinado con ingredientes nutracéuticos cuyos beneficios han sido identificados, de tal forma que quien lo consuma ayuden a su bienestar. Cabe mencionar que la información sobre nutracéuticos de los ingredientes se tomo de publicaciones donde resaltan los beneficios de su consumo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Materia prima: cereales y leguminosas (amaranto tostado y reventado, chía, linaza, germen de trigo tostado y harina de garbanzo), frutas y frutos secos (melocotón, arándano, cereza negra, cereza roja y dátil deshidratados, pasas, almendra, cacahuate y semilla de girasol tostados), miel de abeja, chispas de chocolate y esencia de vainilla, bolsas de celofán.

Accesorios, utensilios y equipo: Papel encerado o estrella, tabla para picar, cuchillo de chef, rodillo, *bowls* de acero inoxidable de diferente tamaño, espátula miserable de plástico, comal, comal, cronometro, charolas para el horno, estufa, báscula, horno (con o sin convección).

MÉTODO DE ELABORACIÓN

1.- Organizar el *mice en place* de ingredientes, accesorios y equipo
2.- Deshidratar, a través del tostado directo sobre un comal en una fuente de calor (estufa) los siguientes ingredientes, de forma individual: amaranto, germen de trigo almendras, cacahuate y semillas de girasol. Se controló la temperatura para evitar que se quemaran. Dejar enfriar y reservar.
3.- Trocear los ingredientes tostados, frutas y frutos secos a un tamaño que facilite su incorporación a la mezcla (aproximadamente de 4mm). Reservar.
4.- Pesar las cantidades indicadas.
5.- Mezclar en un bowl la vainilla con la miel, ya incorporadas adicionar poco a poco los ingredientes, hasta el final añadir la harina de garbanzo. Para facilitar esta acción utilizar una espátula miserable hasta que todos los ingredientes se incorporen de forma homogénea. Reservar
6.- Colocar la mezcla sobre una mesa y con la ayuda de un rodillo, palotear hasta tener un cuadrado con una altura de 0.8 cm y proceder a cortar las barras de 4 x 8 cm con ayuda de un cuchillo. Cada una debe tener un peso de 32 g aproximadamente.
7.- Poner las barras sobre una charola para horno separadas entre sí.
8.- Hornear a 180°C durante 15 minutos (si el horno no es de convección, voltear los moldes para asegurar un tostado parejo). Sacar del horno y se dejan enfriar.
9.- Ya frías se empacan en bolsas de celofán para su mejor conservación.
10.- El peso final de cada barra es de aproximadamente 30g.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ingredientes utilizados se pueden agrupar de acuerdo con su origen botánico: así se tienen cereales (trigo, avena), leguminosas (linaza, chia y garbanzo), frutos secos (cacahuate, semilla de girasol y almendra), frutas secas (melocotón, dátil, arándano, cerezas y pasas), combinados con chispas de chocolate, escencia de vainilla y miel de abeja. Por su composición química una barra de 30 g aporta 112 kcal, proveniente de 2.4 g de proteína, 3.20 g de lípidos, 11.09 de carbohidratos asimilables, 1.87g de fibra dietética, por lo que puede considerarse como una colación. Gracias a los componentes que se han incluido en su formulación la sensación bucal, por las diferentes texturas que se presentan, hace que sea bien aceptada. Por su baja humedad se pueden transportar con facilidad y su vida útil es buena (promedio de 4 semanas empacada en bolsa de celofán). La combinación de proteínas de cereales con leguminosas permite tener un equilibrio en los aminoácidos limitantes de cada grupo fortaleciendo la calidad proteínica de la barra. Sin embargo, la fortaleza de esta barra se encuentra, no solo esta en el aporte nutrimental, sino en los compuestos bioactivos que cada grupo de ingredientes aporta. En la Tabla No. 2 se concentran los fitoquímicos más importantes, así como los

Tabla No. 1. Ingredientes

Ingredientes	%	Ingredientes	%	Ingredientes	%
Miel de abeja	30	Chispas sabor chocolate	4	Almendra	3
Amaranto	20	Harina de garbanzo	3	Arándano deshidratado	2.5
Germen de trigo	4	Cacahuate tostado	3	Pasas	2.5
Avena	4	Semilla de girasol	3	Cereza negra deshidratada	2.5
Linaza	4	Melocotón deshidratado	3	Cereza roja deshidratada	2.5
Chía	4	Dátil seco	3	Esencia de vainilla	2

beneficios de la miel de abeja. La base de esta barra es el amaranto, pseudocereal de importancia nutricional por su contenido de proteínas, lisina y péptidos con subunidades de globulina 7S y 11S que tiene una acción hipocolesterolémica. De forma similar la harina de garbanzo contiene péptidos con acción antioxidante, combinación amaranto-garbanzo que fortalece esta acción. En relación a los compuestos químicos antioxidante presentes, su acción reduce la acción nociva de radicales libres, especies reactivas de oxígeno, nitrógeno y clorados asociados con la degeneración tisular. Generando una acción benéfica contra las enfermedades cardiovasculares, cancer y formación de cataratas, así como de otras enfermedades degenerativas, ya que previenen la oxidación lipídica, formación de enlaces cruzados entre proteínas, mutación de ADN y, a largo plazo, el daño de tejidos. En cuanto a los ácidos grasos insaturados (AGIS) (oleico, linoleico, linolénico y esteárico) ayudan a fortalecer

Tabla No. 2 Nutracéuticos presentes en los ingredientes de la barra alimenticia

Ingredientes	Aminoácidos, Péptidos	Antioxidantes	Ácidos grasos y derivados	Fibra alimentaria
Amaranto	Lisina, sub-unidades de globulina 7S y 11S	Polifenoles, vitamina E	Ác. α-linolénico, linolénico, oleico, esteárico	Compuestos de la fibra soluble en agua
Cereales		Compuestos fenólicos	Fitoesteroles	Lignanos β-glucano Compuestos de la fibra insoluble en agua
Leguminosas	Aminoácidos azufrados (metionina y cisteína), péptidos con la secuencia Asn-Arg-Tir-His-Glu	Lignanos, compuestos fenólicos, carotenoides tocoferoles	Ác. grasos insaturados sobresaliendo Ac. α-linolénico, ác. linoléico, ác. oleico	Mucílago
Frutos secos		Lignanos, compuestos fenólicos, carotenoides, tocoferoles	Ác. grasos insaturados (ac. α-linolénico, ác. linoléico, ác. oleico	
Frutas secas		Comp. fenólicos, pigmentos hidro y liposolubles, resveratol		Compuestos de la fibra soluble e insoluble en agua
Miel de abeja	Prolina	Comp. fenólicos, carotenoides, clorofila		
Esencia de vainilla		Comp. fenólicos, pigmentos hidrosolubles		

el sistema inmunológico, disminuyen lesiones del tejido de articulaciones actuando como un antiinflamatorio no esteroide. No hay que olvidar que por su estructura química los AGIS también actuán como antioxidantes cuyo efecto se potencializa con la acción de polifenoles y vitamina E reduciendo la peroxidación lipídica y la autooxidación e incrementando la flexibilidad de la membrana celular. Además, algunos de ellos son precursores de ácidos grasos omega-3, como EPA y DHA que tienen un efecto benéfico en la redución de presión sanguínea de hipertensos, problemas cardiovasculares por su acción en la modificación de niveles de triglicéridos y colesterol. En relación con los componentes de la fibra dietética, tanto los solubles como los insolubles llegan a disminuir la glucosa y colesterol LDL, disminuyen el estreñimiento, incrementan la masa de deposiciones, disminuyen el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Específicamente los β-glucanos provenientes del amaranto, chía, linaza y avena ayudan a prevenir el cancer de colon y el rectal. Los componentes de la fibra dietética son de importancia ya que tienen un efecto en la retención de ácidos grasos, colesterol, movilidad intestinal y adsorción de compuestos tóxicos presentes en intestino grueso para ser desechados en el excremento. La miel de abeja aporta antioxidantes de importancia cuya acción ya se ha mencionado.

CONCLUSIÓN

La barra alimenticia propuesta, además de ser fácil de realizar, permite que, con la combinación de ingredientes de los grupos alimenticios de cereales, leguminosas, frutas y frutos secos, teniendo como base el amaranto reventado e integrado por la miel, además de servir como una colación que aporta de 112 kcal es una fuente de compuestos químicos con acción antioxidantes, ácidos grasos insaturados precursores de antiinflamatorios no esteroideos, polisacáridos solubles e insolubles en agua y lignanos, principalmente, cuyo efecto se ve en acciones como la neutralización de radicales libres y especies reactivas de oxígeno, disminución en la absorción de glucosa, colesterol LDL, triglicéridos, incremento en la masa de deposiciones, disminución del riesgo de enfermedades cardiovasculares, prevención de cáncer de colon y rectal, efecto hipocolesterolémico, fortalecimiento del sistema inmunológico disminución de inflamación y lesiones de tejido de articulaciones.

RECOMENDACIONES

Se pueden elaborar las barras alimenticias con una gran cantidad de alimentos de origen vegetal, que a nivel casero se pueden deshidratar para su integración en este producto. Sería conveniente determinar el contenido de los compuestos bioactivos propuestos en esta barra alimenticia.

BIBLIOGRAFÍA

Baer-Dubowska, W., Bartoszek, A. & Malejka-Giganti, D. (Eds.). (2006). *Carcinogenic and Anticarcinogenic Food Components*. Boca Ratón: CRC Press LLC.

Chel-Guerrero, L.A., Corzo-Ríos, L. & Betancur-Ancona, D.A. (2003). Estructura y propiedades funcionales de proteínas de leguminosas. *Rev. Universidad Autónoma de Yucatán (227),* 34-44.

Gallegos-Tintoré, S., Chel-Guerrero, L., Corzo-Ríos, L.J., Martínez-Ayala, A.L. (2013). Péptidos con actividad antioxidante de proteínas vegetales. En M. Segura Campos, L. Chel-Guerrero & D. Betancur-Ancona (Eds.), *Bioactividad de péptidos derivados de proteínas alimentarias* (pp. 111-122). Barcelona: OmniaScience.

Jiménez, P.P., Masson, S.L. & Quitral, R.V. (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Rev Chil Nutr,* 40 (2), 155-160.

Madhavi, D.F., Deshpande, S.S. & Salunkhe, D.K. (Eds). (1996). *Food Antioxidants. Technological, and Health Perspectives*. New York: Marcel Dekker.

Mapes, S.E.C. (2015). El amaranto. *Ciencia*, (*Julio-septiembre), 8-15*.

Mazza, G. (Ed.). (2000). *Alimentos funcionales. Aspectos bioquímicos y de procesado*. Zaragoza:Acribia.

Rice-Evans, C.A. & Packer, L. (eds.). (2003). *Flavonoids in Health and Disease*. New York: Marcel Dekker.

Shahidi, F. & Naczk, M. (2004). *Phenolics in Food and Nutraceuticals*. Boca Ratón: CRC Press LLC.

Webb, G.P. (Ed.). (2007). *Complementos nutricionales y alimentos funcionales*. Zaragoza: Acribia.

Wildman, R.C. (Ed.). (2008). *Handbook of Nutraceuticals anf Funcional Foods*. Boca Ratón: CRC Press LLC.

DETERMINACIÓN DE PERFILES SENSORIALES DEL GRANO REVENTADO DE AMARANTO DE LAS VARIEDADES YEZTIC Y CALYECAC, ORIGINARIAS DE SANTIAGO TULYEHUALCO, D. F.

Guerrero Jacinto Maira Itzel y Viesca González Felipe Carlos

Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Turismo y Gastronomía, Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria. Toluca, Estado de México. CP 50100. (carvigo_9@hotmail.com)

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: análisis sensorial, variedad Yeztic, variedad Calyecac.

INTRODUCCIÓN

En el poblado de Santiago Tulyehualco, delegación Xochimilco, al sur de la Ciudad de México, el cultivo de amaranto constituye un vínculo de unión entre familias, y su conocimiento se transmite oralmente y de generación en generación (Ramírez, 2007); lamentablemente los cambios ambientales y la falta de recursos económicos han orillado a los campesinos de esta localidad a abandonar el trabajo de la tierra, a la par que la mancha urbana ha invadido los espacios de siembra (Portillo, 2011).

Frente a esta eventualidad, el poblado de Tulyehualco pretende revalorar y resguardar el amaranto, el cual forma parte de su patrimonio gastronómico y conforma una tradición ancestral. Los productores refieren las cualidades sensoriales que lo identifican, debido a las condiciones de cultivo que favorecen un buen reventado de la semilla, otorgando un mejor sabor, aroma y textura.

Sin embargo, la falta de un estudio que verifique y documente tales particularidades, provoca que no haya una clara distinción entre los amarantos regionales que apoye el reconocimiento de sus características propias; por lo tanto, surgió la necesidad de realizar una caracterización sensorial del grano de amaranto reventado a partir de la aplicación de pruebas de evaluación sensorial, y así establecer los perfiles sensoriales que lo distinguen y le otorgan una calidad diferenciada, elemento necesario en la eventual integración de un expediente de un esquema de protección del grano regional, como puede ser una denominación de origen.

Este es el objetivo del presente trabajo.

Se caracterizó sensorialmente al grano de amaranto reventado de las variedades roja o Yeztic y la verde o Calyecac, ambas originarias y arraigadas como productos locales de Santiago Tulyehualco; para lo cual se determinó el perfil sensorial de sabor (el cual incluye olor, aroma y retrogusto) y el perfil de textura que abarca las siguientes cuatro etapas: antes de la masticación, primera mordida, durante la masticación y fase residual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Previamente a la determinación de los perfiles de sabor y textura, se conformó un panel de catadores integrado por siete jueces, de los cuales seis forman parte de la cadena productiva del amaranto y el restante

es parte del grupo que realizó esta investigación; en dicho poblado recibieron un entrenamiento a lo largo de dos meses.

El entrenamiento inicial respecto a los gustos básicos se llevó a cabo de acuerdo a lo propuesto por la norma cubana NC-ISO 3972:1991, y el entrenamiento específico se adaptó de la metodología propuesta por Fontin y Desplancke (2001). El primer paso para construir los perfiles sensoriales fue la generación de descriptores, los cuales se determinaron una vez que los jueces probaron las muestras de las variedades en estudio del grano reventado de amaranto; posteriormente se trabajó con alimentos de referencia y uso de escalas.

Al haber culminado el entrenamiento se procedió con la determinación de los perfiles sensoriales, llevada a cabo durante cuatro sesiones, con una duración dada de 30 minutos cada una. Se proporcionó a los jueces las muestras a evaluar en un vaso trasparente del no. 0, un vaso con agua purificada para enjuagar su paladar, lapicero y la ficha de cata del perfil de sabor y textura, en la cual (de acuerdo al orden de aparición de los descriptores), debían asignar una calificación para determinar la intensidad, utilizando una escala estructurada de cinco puntos (5=extremo, 4=intenso, 3=medio, 2=poco y 1=nada); así como una de cuatro puntos para amplitud (4=alto, 3=medio, 2=bajo y 1=muy bajo). Cada sesión se realizó en días separados para no fatigar los sentidos de los panelistas y proporcionaran juicios objetivos. De los datos obtenidos, se determinó el promedio y desviación estándar para cada descriptor, y se realizaron gráficas de radar de los perfiles sensoriales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En un consenso grupal, los jueces identificaron los mismos descriptores para las variedades roja o Yeztic y la verde o Calyecac, puntualizando que la diferencia entre ambas variedades radica en la intensidad con que se percibe cada descriptor (ver gráficas 1 - 4).

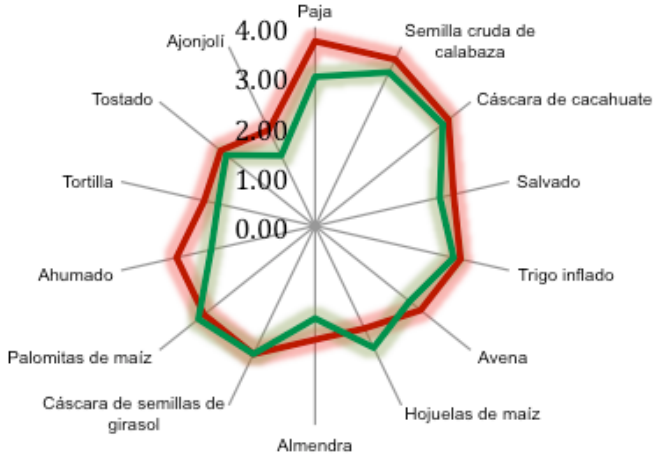
Los descriptores de sabor (olor, aroma y retrogusto) que se establecieron para caracterizar al grano de amaranto y determinar su perfil sensorial engloban, en general, elementos secos como semillas, cereales, cortezas vegetales, frutos secos, tortilla, piloncillo, ahumado y tostado, los cuales se adquieren por el proceso de reventado.

En el cuadro 1 se resumen los descriptores que presentaron mayor intensidad en cada variedad, obtenidos de las gráficas anteriores.

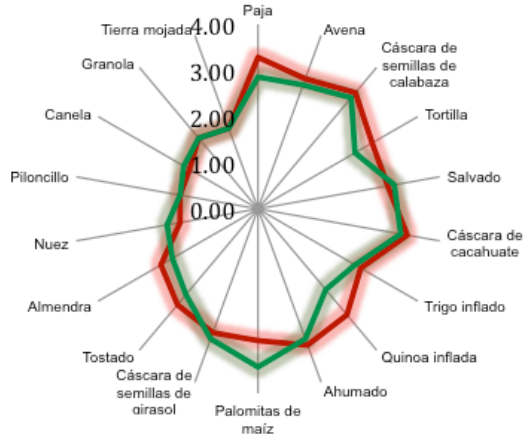
Los valores obtenidos de amplitud (ver la gráfica 5), la cual es la impresión global que se percibe de cada atributo, reflejaron que la variedad roja o Yeztic sobresale, siendo el sabor y retrogusto los atributos ligeramente más penetrantes; por otra parte, la variedad verde o Calyecac muestra una clara uniformidad en las evaluaciones de sus cuatro atributos.

En relación al perfil sensorial de textura, se percibieron con mayor intensidad los descriptores de la variedad roja o Yeztic, sin embargo, en la etapa antes de la masticación, las dos variedades tienen mayor uniformidad en intensidad, lo cual haría pensar que podría suscitarse una confusión entre ambas, pero debido a que en esta etapa hay una

Gráfica 1. Evaluación del atributo de sabor de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)

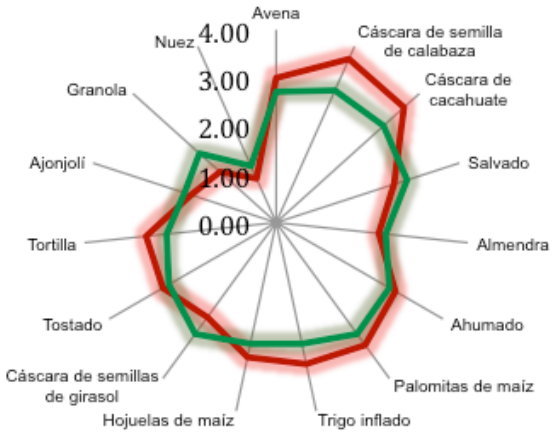


Gráfica 2. Evaluación del atributo de olor de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)



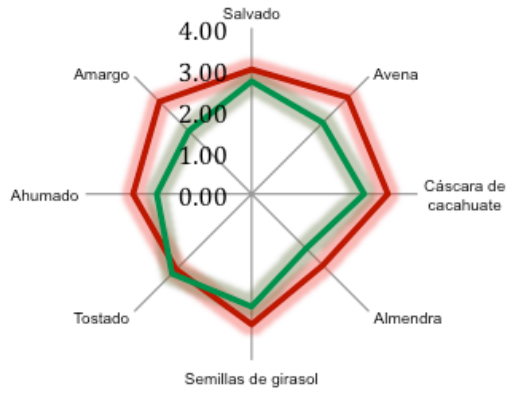
Fuente: Elaboración propia (2014)

Gráfica 3. Evaluación del atributo de aroma de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)



Fuente: Elaboración propia (2014)

Gráfica 4. Evaluación del atributo de retrogusto de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)



Fuente: Elaboración propia (2014)

Cuadro 1. Descriptores del perfil de sabor que reportaron mayor intensidad de percepción de la variedad Yeztic y Calyecac de acuerdo a cada atributo.

Sabor		Olor		Aroma		Retrogusto	
Yeztic	Calyecac	Yeztic	Calyecac	Yeztic	Calyecac	Yeztic	Calyecac
Semilla cruda de calabaza		Cáscara de semillas de calabaza		Cáscara de semillas de calabaza		Semillas de girasol	
Cáscara de cacahuate		Cáscara de cacahuate		Cáscara de cacahuate		Cáscara de cacahuate	
Paja		Ahumado		Avena		Avena	Tostado
Trigo inflado	Palomitas de maíz	Paja	Salvado	Palomitas de maíz		Amargo	
		Avena	Palomitas de maíz	Trigo inflado			
		Quinoa inflada	Cáscara de semillas de girasol				

Fuente: Elaboración propia (2014).

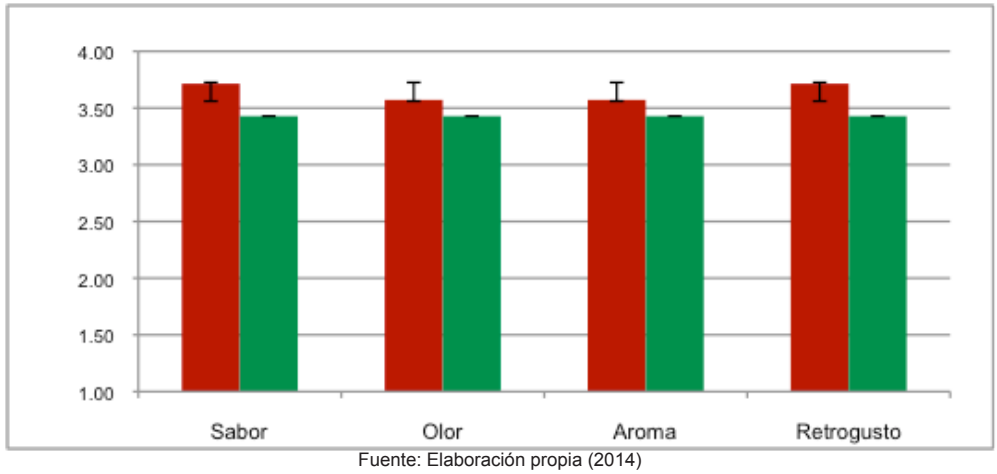
percepción visual y al tacto, no resulta complicado diferenciarlas, al tomar en cuenta sus características de color, tamaño, forma, etc. Existe más variación en las tres etapas restantes, lo cual hace más evidente las diferencias sensoriales entre ellas, lo cual apoya el reconocimiento y distinción de cada una, como se muestra en las gráficas 6, 7, 8 y 9.

CONCLUSIONES

El entrenamiento que recibieron los siete jueces, posibilitó la determinación de los perfiles de sabor y textura de las dos variedades del grano de amaranto reventado roja o Yeztic y verde o Calyecac, originarias del poblado de Santiago Tulyehualco.

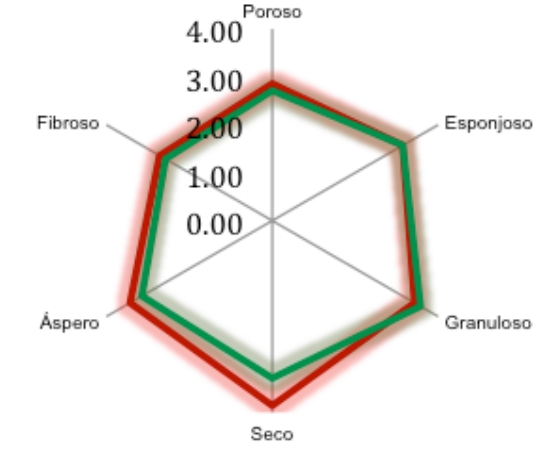
El análisis sensorial efectuado mostró una diferencia entre ambas variedades, obteniendo

Gráfica 5. Evaluación de amplitud para el perfil de sabor de la variedad Yeztic (barra roja) y Calyecac (barra verde)



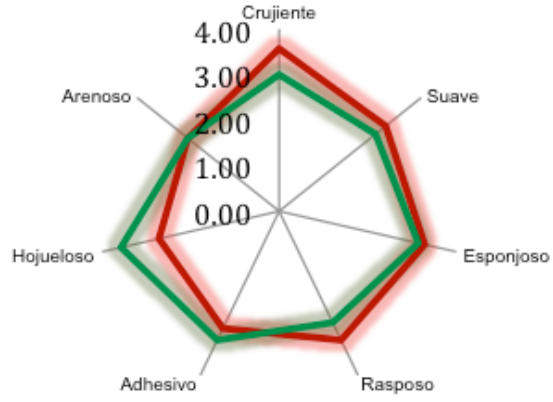
Fuente: Elaboración propia (2014)

Gráfica 6. Evaluación del atributo de textura antes de la masticación de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)



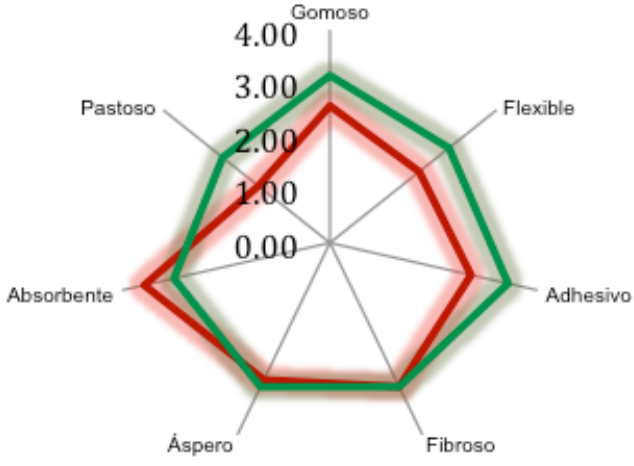
Fuente: Elaboración propia (2014)

Gráfica 7. Evaluación del atributo de textura a la primera mordida de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)



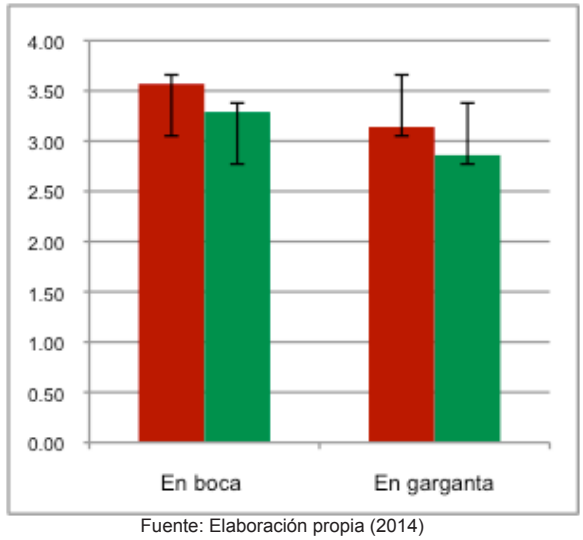
Fuente: Elaboración propia (2014)

Gráfica 8. Evaluación del atributo de textura durante la masticación de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)



Fuente: Elaboración propia (2014)

Gráfica 9. Evaluación del atributo de textura fase residual de la variedad Yeztic (línea roja) y Calyecac (línea verde)



Fuente: Elaboración propia (2014)

valores más altos la variedad roja o Yeztic, en tanto que la variedad verde o Calyecac presenta una intensidad más tenue en algunos de sus descriptores, sin embargo, en otros sobresale.

Mediante los resultados obtenidos se comprueba que existe una diferencia sensorial entre las variedades de amaranto, misma que puede ser percibida; por lo tanto, al hacer una evaluación de la calidad de estas variedades, ya se puede contar con los parámetros de referencia que ayudan a determinar las características que las distinguen del resto de productos similares en el mercado, y con las cuales se pueden dar a conocer

BIBLIOGRAFÍA

Fontin, J. y C. Desplancke (2001) *Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores*. Editorial Acribia, S.A. España.

Portillo, G. (2011) La microempresa de amaranto en Satiago Tulyehualco, D.F. Tesis de Maestría. Ciencias económicas con especialidad en economía industrial, Instituto Politécnico Nacional. México.

Ramírez, B. (2007) Los procesos socioculturales de los productores de Tulyehualco, D.F. y la tecnología agrícola tradicional del amaranto, en la perspectiva de la sustentabilidad. Tesis de maestría. Sociología Rural, Universidad Autónoma Chapingo. México.

COMPORTAMIENTO DEL EFECTO DE CONSUMO AMARANTO EN EL SERVICIO DE COMIDA DE UN GRUPO DE PACIENTES CON DIABETES MELLITUS 2 EN SAHUAYO, MICHOACAN, MEXICO

Flores-Anaya[1], S; Ochoa Ocaña, MA[2] y Carrillo Cázares, Y.[1]

[1]Universidad del Valle de Atemajac Plantel Zamora. Francisco I madero Sur 310. Centro. Zamora Michoacán, 59600. México. Correo e: fafm58@hotmailcom.
[2]Unidad Académica de Estudios Regionales-UNAM. Av. Lázaro Cárdenas esq Felicitas del Río s/n. Jiquilpan de Juárez, Michoacán. 59510, México. Correo e: antonietao@hotmail.com; mocana@humanidades.unam.mx

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: glucosa, colesterol, perfil lipídico, índice aterogénico.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la Diabetes Mellitus 2 (DM 2) se ha convertido en uno de los mayores problemas de salud pública, además constituye parte de las cuatro enfermedades no transmisibles seleccionadas para la intervención de carácter prioritario. De acuerdo al número de casos de diabetes mellitus reportados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se presentó un incremento de 3.8% en el 2014 con 422 millones, a diferencia de los 108 millones que existían en 1980, se ha estimado que en 2015 la diabetes causó directamente 1.6 millones de muertes y 2.2 millones de muertes más se han atribuido a la hiperglucemia en el año 2012, estas últimas en 50 % sucedieron en menores de 70 años. Aunado al aumento en la mortalidad se ha observado la disminución en la calidad de vida de los pacientes con DM 2, ya que esta es una causa importante de ceguera, insuficiencia renal, infarto al miocardio, accidentes cerebrovasculares, y amputaciones de miembros inferiores. La disminución del flujo sanguíneo junto con la neuropatía incrementan el riesgo de la aparición de úlceras, infecciones y en última instancia el riesgo de amputación. Debido al número de complicaciones que esta patología presenta se estima que para el 2030 será la séptima causa de muerte a nivel mundial Se ha observado que el 95% del número de casos reportados de Diabetes mellitus, corresponden a la tipo 2 (OPS/OMS 2016).

Entre las asociaciones demográficas para la DM 2 se encuentran la edad avanzada, la etnia, el sexo masculino y el nivel socioeconómico. Cabe señalar que la incidencia de la enfermedad está aumentando en jóvenes, especialmente entre los grupos raciales y étnicos con un riesgo desproporcionadamente alto de desarrollarla aunque la edad avanzada sigue siendo la más relacionada. Por otra parte y complementando lo anterior, el bajo nivel educativo aumenta el riesgo en un 41%, el bajo nivel de ocupación en un 31% y el bajo nivel de ingresos en un 40% (Skyler, *et al*, 2017). Para México, la prevalencia de DM 2 se elevó de 9.2% en 2012 a 9.4% en 2016, con mayor incidencia entre los pacientes de 40 a 79 años, de ellos, solo el 87.7% reciben tratamiento médico (INSP 2016). Así para el país, es una enfermedad de gran prevalencia, representando ya un reto para el Sistema Nacional de Salud, por ser la principal causa de muerte y también la principal causa de demanda en la atención médica de consulta externa, una de las más importantes causas

de hospitalización y finalmente, la enfermedad que consume mayor porcentaje de gastos de instituciones públicas (Soto 2016).

Con respecto al amaranto, es una fuente importante de proteína, calcio, hierro y otros compuestos (Mapes 2011), particularmente sus proteínas son consideradas del alto valor biológico por el tipo de aminoácidos que poseen por lo que representan un aporte importante para la dieta humana.

Su alta versatilidad en la cocina permite que pueda incorporarse a diferentes preparaciones incrementando el valor nutritivo de platillos sin que pierdan palatibilidad (González-Mendoza, com. Pers. 2017). Sin embargo, se sabe que el amaranto se cocina mejor al utilizarse en una proporción menor en relación con otro grano (preferentemente de 1:4 a 1:3). Sin duda, esto limita el potencial del uso de amaranto como fuente de micronutrimentos (vitaminas y minerales), lo cual significa que debe emplearse en combinación con otros granos (Mapes 2011).

En las últimas décadas el amaranto ha presentado una gran importancia debido a las propiedades funcionales que presentan sus macromoléculas, principalmente las proteínas mostraron en un estudio bioinformático la existencia de secuencias encriptadas en las proteínas de reserva del grano de amaranto, que mediante hidrólisis enzimática, pueden ser liberados péptidos con diversas funciones biológicas tales como: inhibidores de la Enzima Convertidora de Angiotensina I (iECA-I) y de la Dipeptidil Peptidasa – IV (iDPP-IV), son -en ese orden- las actividades de los péptidos que se presentan con mayor frecuencia de aparición en las proteínas de este pseudocereal. La potencialidad de estos péptidos radica en que pueden bloquear la actividad de enzimas de importancia metabólica. La DPP-IV es responsable de modular la actividad de dos hormonas llamadas incretinas: GLP-1 y GIP; que inducen la síntesis de insulina (Montoya-Rodríguez et al., 2015).

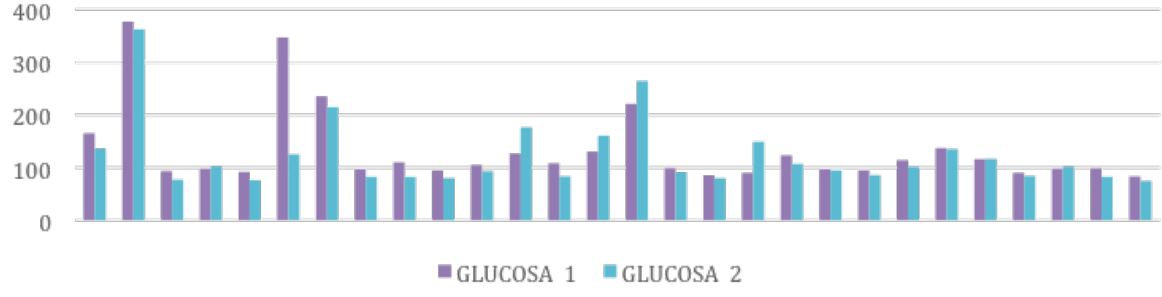
MATERIALES Y MÉTODOS

Fue un estudio transversal y cuantitativo que inició con un grupo de 60 pacientes con Diabetes mellitus tipo 2 el cual estuvo consumiendo 30 gramos de amaranto de lunes a viernes durante la hora de la comida, cereal que se les proporcionaba como parte de su comida la cual consistía en: entrada, plato fuerte, agua y postre todas las preparaciones culinarias acorde a patrones alimentarios regionales. El estudio se desarrolló durante el periodo de abril al mes de agosto del 2018. Se inició con una muestra de sangre para conocer su química sanguínea en cuanto a glucosa, colesterol y triglicéridos. Se realizó además el historial clínico a cada uno de los pacientes para evaluar su estado de salud en general y el registro antropométrico para conocer su estado nutricio. En este intervalo de tiempo se brindaron 9 talleres de temas sobre el amaranto, la DM 2 y sus complicaciones, obesidad y dislipidemias. Al concluir el estudio se realizaron determinaciones de química sanguínea y perfil lipídico con la finalidad de comparar y evaluar el impacto del amaranto en el servicio de comida. Cabe señalar que el estudio formó parte de un Programa Social del DIF Sahuayo a favor de pacientes con DM 2 y que concluyeron el seguimiento sólo 28 pacientes.

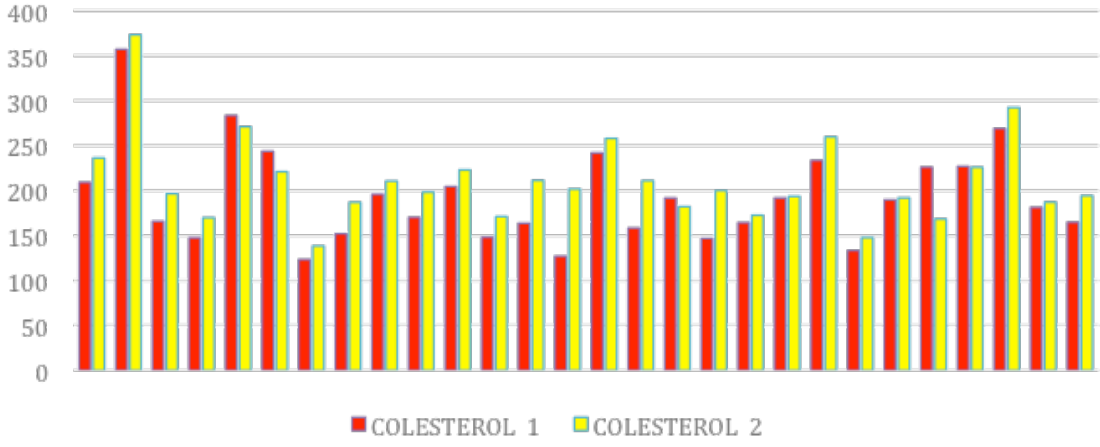
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la gráfica 1 las barras amarillas corresponden a la toma inicial de glucosa en sangre y las azules a la determinación final, se observa que hay una disminución promedio importante de 10.76 unidades (mg/dl); del total de los 28 pacientes, 21 disminuyeron en la segunda muestra su glucosa, sin embargo, 4 pacientes aumentaron su nivel.

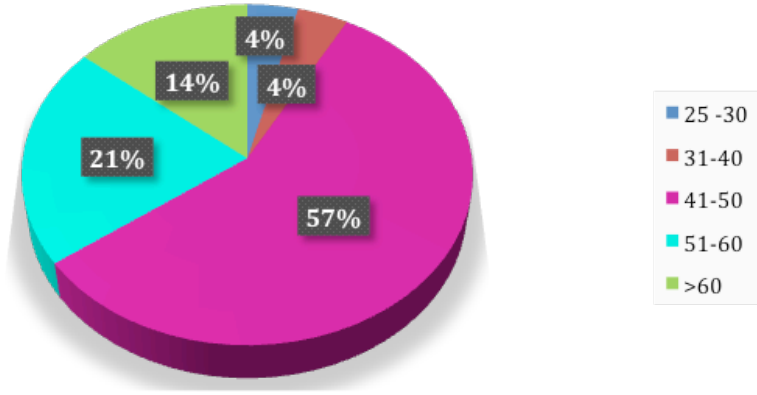
Gráfica 1.NIVELES DE GLUCOSA (mg/dl)



Gráfica 2. NIVELES DE COLESTEROL TOTAL (mg/dL)



Gráfica 3. COMPORTAMIENTO PORCENTUAL DEL HDL (mg/dl)



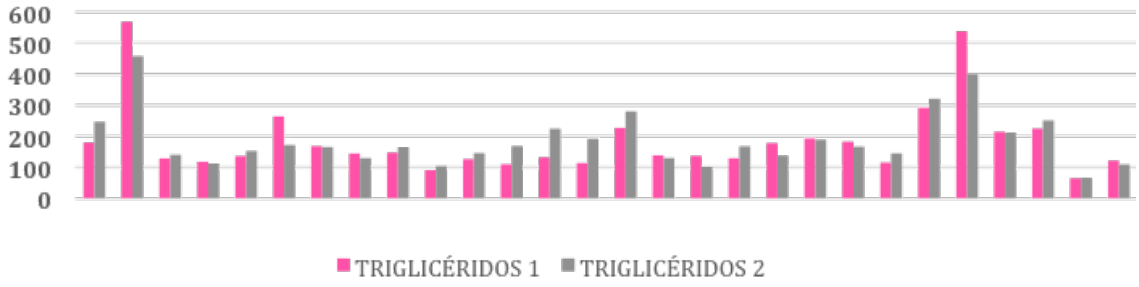
En la gráfica 2, las barras rojas corresponden a la determinación inicial y las amarillas la final con respecto al colesterol total, se puede observar un aumento promedio de 17.4 unidades (mg/dl), sin embargo, a través del perfil lipídico, se identificó aumento del HDL mismo que es benéfico para la salud del paciente y que se observó un resultado promedio favorable en el 57% de los pacientes los cuales se ubicaron en un rango de riesgo moderado (Gráfica 3).

En esta gráfica superior se puede observar los intervalos en que se situaron los pacientes en cada color respectivamente, de acuerdo a los laboratorios clínicos entre 40 y 60 mg/dl es óptimo y podemos verificar que la mayoría de ellos está dentro de este rango.

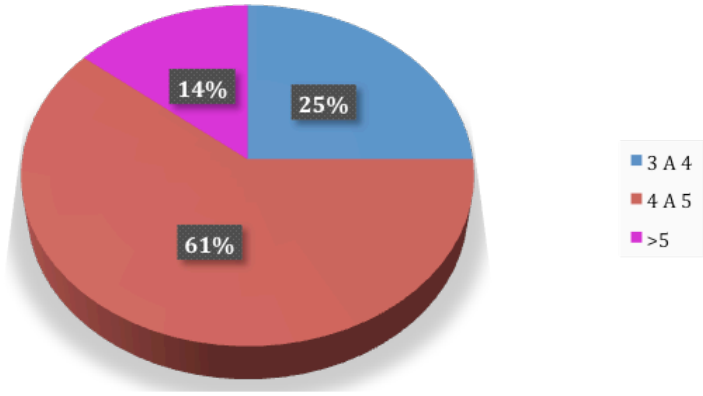
De acuerdo a la gráfica 4, las barras de color rosa representan los valores iniciales de triglicéridos en tanto que las grises los valores finales, presentando en promedio un aumento de 9.61 unidades (mg/dl), pero esto puede estar asociado a las kilocalorías que posee el cereal, además hay que considerar el desayuno y cena era libre para el paciente.

La gráfica 5 muestra que más del 60 % de los pacientes (color naranja) que formaron parte del estudio se ubicaron dentro del rango de normalidad y por lo tanto sin riesgo de enfermedad cardiovascular. El laboratorio nos da como referencia de 0 a 5 por lo tanto los 28 pacientes están en lo indicado, solo que se hizo más especificación de los números que manejaron y lo podemos ver en cada uno de los colores.

Gráfica 4. NIVELES DE TRIGLICÉRIDOS (mg/dL)



Gráfica 5 . % ÍNDICE ATEROGÉNICO



CONCLUSIONES

En general los pacientes presentaron una disminución en la glucosa sérica a lo largo de cuatro meses.

Si bien el colesterol total aumentó, al analizar el perfil lipídico HDL tuvo un importante incremento y con ello su acción protectora la cual se manifestó en el índice aterogénico el cual estuvo en el rango de normalidad para el 60% de los pacientes aproximadamente.

El amaranto consumido a razón de 30 gramos por día en el servicio de comida a través de diversas preparaciones culinarias locales contribuyó a mejorar los datos de indicadores bioquímicos de los pacientes del programa.

REFERENCIAS

Instituto Nacional de Salud Pública (2016). Encuesta de Salud y Nutrición de Medio Camino. México.

Mapes, Sánchez, Emma Cristina (2011). El Amaranto. pp. 1-8. https:// www.revistaciencia.amc.edu. mx/ images/ revista/66_3/ PDF/Amaranto. pdf

Montoya-Rodríguez, A. Gómez-Favela, M.A., Reyes-Moreno, C., Milán-Carrillo, J. and González de Mejía, E. (2015). Identification of Bioactive Peptide Sequences from Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) Seed Proteins and Their Potential Role in the Prevention of Chronic Diseases. Comprehensive Reviews. Food Science and Food Safety, 14: 139–158.

Organización Panamericana de la Salud (OPS)-Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). Diabetes: Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud. (Acceso 16 de Marzo 2018). Disponible en: http:// www.paho.org/hq/index.php?option=com_ content&view=article&id=6715%3A2012-diabetes&catid=4475%3Adiabetes-content2&Itemid=39446&lang=es.

Skyler J.S.; Bakris, G.L.; Bonifacio, E. y Darsow, T. (2017). Diferentiation of Diabetes by Pathohysiology, Natural History, and Prognosis. Diabetes. 66: 241-255.

Soto-Estrada, G; Moreno-Altamirano, L. y Pahua, Díaz, D. (2016). Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad. Rev.Facultad de Medicina UNAM. México. 59.6: 8-15.

EVALUACIÓN SENSORIAL A UNA LECHE VEGETAL, A BASE DE AMARANTO (Amaranthus hypochondriacus, VAR. GABRIELA) Y AJONJOLÍ (*Sesamum indicum* L.), ADCICIONADA DE JARABEt DE Agave salmiana, VAR. PÚA LARGA

Meneses Cahuatzi B.[1], Flores-Morales A.[1]*, Mendoza Medina L.A. [1], Sánchez-Contreras A.[2]

[1] Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala. Km. 7.5, Carretera Federal. San Martín Texmelucan-Tlaxcala- TecNM.
[2]Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Unidad Sureste, Mérida, Yucatán.
Correo-e: floresafm@hotmail.com

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave:amaranto, jarabe de agave y alimentos funcionales.

INTRODUCCIÓN

El amaranto y el aguamiel de maguey, se les reconoce por su calidad proteica, por su perfil de aminoácidos esenciales, por el contenido de carbohidratos y minerales, hacen que estos, se consideren como productos de un alto valor nutricional, lo que permite la elaboración de una gran gama de productos alimenticios. El amaranto, como los fructoligosacáridos provenientes del jarabe de agave *salmiana*, por sus propiedades y beneficios ofrece a la industria alimentaria mexicana la oportunidad de desarrollar nuevos productos y el mejoramiento de los existentes, lo que permite aumentar su competitividad con productos innovadores de alta calidad nutritiva y aprovechar la tendencia mundial al consumo de productos naturales (Espitia et al, 2012). Una leche vegetal de amaranto y sésamo, endulzada con jarabe de maguey es una bebida comprometida con la salud humana, presenta un aporte nutricional y aceptación de la población en general, vegana e incluso para aquella que no tolera la lactosa. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue realizar una evaluación sensorial a la leche endulzada con miel de agave para determinar su aceptación por el público consumidor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó amaranto variedad “Gabriela”, precoz, resistente y de buen rendimiento de grano (Bernal, 2002 y 2017). Esta variedad, ha sido evaluada, desarrollada, cultivada y registrada ante el SNICS, por parte del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.

Se prepararon 3 formulaciones para la elaboración de una leche denominada vegetal, tomando en cuenta la proporción de la harina de amaranto-sésamo (Flores, 2018) en referencia al jarabe de maguey, Fórmula 1 (F01) contiene una cantidad mayor de jarabe; fórmula 2 (F02), el jarabe está en un menor porcentaje y la fórmula 3 (F03) contiene una menor cantidad. La leche vegetal preparada para cada formulación fue almacenada en un refrigerador a temperatura de 2 – 5°C para su conservación, durante un periodo de 1 a 30 días para observar posibles cambios físicos u organolépticos.

Evaluación sensorial realizada a las 3 formulaciones de leche vegetal, fueron realizadas, utilizando una escala hedónica de 9 puntos; que va desde gusta mucho hasta disgusta. El panel de degustación fue realizado a 30 personas o jueces no entrenados; mujeres y hombres entre 8 y 60 años de edad, para calificar su nivel de agrado y aceptación general de las formulas, en base a los atributos de: Consistencia, color (Característico de bebidas denominadas lácteas vegetales), olor (No presentar signo de rancidez u otro olor extraño) y sabor (sin presentar ningún sabor extraño). La interpretación de datos se realizó con los programas estadísticos: Excel para el análisis de varianza del diseño completamente aleatorizado, el programa InfoStat para la prueba no paramétrica de kruskal Wallis y el programa Minitab versión 15 en español, en las pruebas de Fisher y Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación sensorial permite conocer el nivel de aceptación de tres muestras de una formula lácteo vegetal preparada con amaranto-sésamo y jarabe de agave (fórmula 01, 02 y 03) las cuales contienen la misma relación de amaranto y sésamo, adicionada con diferentes porcentajes de jarabe de maguey. Para la evaluación sensorial de las formulaciones 01, 02 y 03, se estableció la prueba de hipótesis; si las formulas, presentan el mismo nivel de aceptación para los atributos de sabor, aroma, textura y color o difieren. El análisis de varianza (ANOVA) de un factor completamente aleatorizado, muestra la respuesta de acuerdo a los atributos que al menos una de las formulaciones presenta diferencias significativas con un nivel de confianza al 95%. La prueba de Fisher indica que, al hacer las comparaciones de medias, la fórmula F01, muestra diferencias significativas con respecto a las fórmulas F02 y F03, quienes no presentan diferencias significativas. Por lo tanto, se realizó el análisis estadístico para la evaluación sensorial haciendo uso de la prueba no paramétrica de kruskal Wallis, que es la herramienta que más se ajustó a lo requerido para evaluar las determinaciones, porque los datos del nivel de aceptación son ordinales (no numéricos) es decir no tienen una distribución normal (Figura 1).

En la figura 1, se observan los resultados del análisis sensorial para el atributo sabor de las tres fórmulas adicionadas con diferentes porcentajes de jarabe de maguey. En este caso, p≤0.0001 es menor que el nivel de significancia 0.05 por tanto se rechaza

Cuadro 1. Puntajes obtenidos para los atributos de color, olor, sabor y textura de la bebida F03

Escala	Color	Olor	Sabor	Textura
9	13*9=117	12*9=108	17*9=153	16*9=144
8	14*8=112	11*8=88	11*8=88	11*8=88
7	3*7=21	6*7=42	2*7=14	3*7=21
6	0	1*6=6	0	0
Total	250	244	255	253
Valor	250/30=8.33	244/30=8.13	255/30=8.5	253/30=8.43

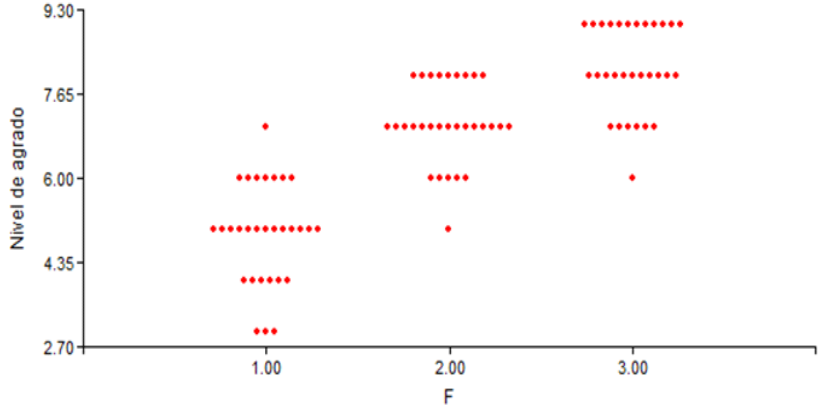


Figura 1. Gráfica de aceptabilidad en sabor de tres tipos de fórmulas lácteas de amaranto, adicionada con jarabe de maguey.

hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alternativa, determinando que existe diferencia significativa en las medias del nivel de aceptación con el atributo sabor para las tres muestras. Se determina que la muestra que mayor nivel de aceptación tuvo de acuerdo a las medias con un valor de 9 que representa a "gusta muchísimo" fue el tratamiento 3 que es la codificación F03.

En el cuadro 1, se observa, que para la fórmula F03, los atributos de color, olor, sabor y textura presentan un nivel de aceptación arriba de 8.1 y este valor se identifica dentro de la escala hedónica "me gusta mucho". Lo que sugiere que la bebida a base de amaranto, ajonjolí y jarabe de maguey, se encuentra dentro de los niveles de aceptación.

CONCLUSIONES

El nivel de agrado de tres fórmulas lácteas elaboradas con harina de amaranto y ajonjolí, adicionadas con diferentes porcentajes de jarabe de maguey, se determinó estadísticamente que, de las tres fórmulas, la de mayor aceptación, es la fórmula 3 conteniendo los siguientes porcentajes 48.5/33.5/3/15, de amaranto/ajonjolí/especies/ jarabe de maguey, posicionándose en el nivel 8 y 9 representando a "gusta mucho". Lo que indica que hay aceptación del consumo por parte del público consumidor en edades de infantes hasta de la tercera edad.

REFERENCIAS

Bernal, R. (2002-2017). Programa de mejoramiento genético del amaranto (Amaranthus spp) Variedad Gabriela. Tituto de optentor. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.

Espitia-Rangel, E. (1994). Breeding of grain amaranth. pp. 23-38. *In*: Paredes-López, O. (ed.) Amaranth: biology, chemistry and technology. CRC Press, Boca Raton, USA.

Espitia, et al., (2012). Amaranto: Ciencia y Tecnología. México: Sinarefi. Chapingo, México.pp 97-216

Flores Flores-Morales A.a, Meneses Cahuatzi B. Evaluación sensorial a una leche vegetal, a base de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus, var. Gabriela*) y sésamo (*Sesamum Indicum L.*). Memorias en extensor. XX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos/ V Congreso Internacional sobre Innovación y Tendencias en Procesamiento de Alimentos.2018

SIACON. 2012. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. SAGARPA. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426 (consultado el 12 de febrero del 2017).

EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AMARANTO EN PUEBLA

Moreno Cortez, K.,[1] Bonilla Gasca, V.,[1] Saucedo Sánchez, C.,[2] Porras-Loaiza, P.[2]*

[1]Facultad de Administración BUAP, Av. Circunvalación sin número Ciudad Universitaria. Puebla, Puebla. karla.morenoco@correo.buap.mx
[2]Universidad de las Américas Puebla Ex hacienda Santa Catarina Mártir San Andrés Cholula Puebla, México.
*Correo-e: patricia.porras@udlap.mx

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: hábitos de consumo, versatilidad gastronómica, alegrías.

INTRODUCCIÓN

Actualmente México sufre de malos hábitos alimenticios en donde el 64% de los ciudadanos mexicanos padecen sobrepeso, 10.6 millones de mexicanos padecen la diabetes, ocupando el 6to lugar mundial y el 32.4% presenta obesidad, colocándolo en el 2do lugar según la organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. En contraste, uno de cada tres niños que viven en zonas rurales padecen desnutrición crónica. Estos problemas de salud pública afectan a más del 70% de la población, sobresaliendo los habitantes de la Ciudad de México que se encuentran por arriba de la media nacional, donde estas alteraciones se registran en el 74.5% de mujeres, 69% de hombres adultos, y el 35% de los menores de edad (UNICEF, 2014; Cabrera, 2017; Federación Mexicana de la Diabetes, 2017; WHO, 2017). Por estas razones se están buscando opciones nutricionales para proveer alternativas saludables, una de ellas y que en general desconoce la población mexicana es el amaranto, lo consume muy poco, a pesar de los beneficios que éste puede aportar.

Parte del bajo consumo de amaranto se debe a la ausencia de una cadena de valor bien definida (Ayala *et al*., 2016), que integre el conjunto de las actividades que concluyen en el consumo, es decir, planear, fabricar, comercializar, proveer y apoyar su producto. Según Michael Porter, de Harvard, esto nos facilita la creación de valor para el cliente, haciéndolo consumible y atractivo. En el mercado de amaranto no están bien mezcladas las actividades de la cadena de valor, empezando por la producción, tenemos un decremento debido a la falta de asistencia técnica por parte del estado. También tenemos una falta de comunicación entre los productores, haciéndolos menos competitivos y menos eficientes, y no menos importante, la comercialización.

El uso que se le da al amaranto es muy deficiente comparado con sus beneficios nutricionales, no obstante, existen otros productos a los cuales se les otorga valor agregado sin tener grados de nutrición tan altos como el amaranto. Un ejemplo de ello es el maíz, que tradicionalmente tiene usos como elote, tortilla, pozole, cremas, sopas, esquites, atole, pinole, incluso en alimentos para animales y en el mundo industrial se puede usar en la elaboración de aceites, harinas, bebidas alcohólicas, botanas y productos en el área de la minería, electrónica, farmacéutica, entre otros (Porras *et al*., 2016) (**Tabla 1**).

Podemos observar que el valor agregado sobre el maíz es mucho mayor independientemente

de cualquier variable. Actualmente, han surgido usos del amaranto en la gastronomía mexicana lo cual lo hace más versátil, sin embargo, estos usos son nuevos y aún no se insertan en el gusto y hábitos de la población, como sí lo están las diferentes opciones para el maíz. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar cómo la población dentro del estado de Puebla conoce y consume el amaranto.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación consistió en un estudio transversal descriptivo con un muestreo no probabilístico, donde se aplicó una encuesta con 10 reactivos de preguntas cerradas a una muestra de 200 personas, en la ciudad de Puebla y Cholula; de donde el 67% fueron mujeres y el 33% hombres en los siguientes rangos de edad (**Figura 1**).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 200 participantes el 92.5% consume y le gusta el amaranto; con respecto a la frecuencia con que lo consumen, el 33.3 % mencionó que cada 15 días, el 29.2 % de una a dos veces a la semana, mientras que el 26.7% menos de una vez al mes, es decir que rara vez lo consumen. Al consultar sobre la forma en que consumen el amaranto se observó que, tal como ocurre en el centro del país, la principal es la barrita de alegría (**Figura 2**). Esta consiste en semilla reventada y aglutinada ya sea con azúcar, miel o piloncillo. El producto forma parte de la dulcería tradicional mexicana, sin embargo, no es la manera más recomendable de consumirse para aprovechar los beneficios nutricionales que ofrece. Dentro de los resultados destaca la utilización de la semilla reventada en licuados, es decir, batidos de leche donde se adiciona el grano y azúcar, que se consume preferentemente en el desayuno. La baja frecuencia de consumo en cremas sopas y ensaladas señala que no hay conocimiento sobre los beneficios que ofrece el amaranto como verdura, se desconoce que supera en contenido de hierro a las especies comúnmente consumidas como son espinaca y acelga.

Al consultar sobre qué define su preferencia, por consumir o no amaranto, se observa que hay un conocimiento sobre el hecho de ser nutritivo pero la influencia mayor es el conocer el producto e identificar su sabor (**Figura 3**).

Ante la pregunta: ¿Conoces alguna marca o empresa que venda amaranto?, las respuestas indican que el 79% no conoce una marca, el producto sigue manteniendo un estatus artesanal que se obtienen en el 6% de los casos en ferias comunitarias, 34% en mercados, el 13% directamente con el productor y a pesar de que un 47% mencionó

Tabla 1. Comparación entre el maíz y amaranto en términos nutricionales y comerciales.

	Amaranto	**Maíz**
Propiedades nutricionales	-Alto contenido proteínico, superando a todos los cereales. -Fuentes de minerales y vitaminas naturales como A, B, C, B1, B2, B3, C, K -Contiene ácido fólico -Calcio, hierro, fósforo -Aminoácidos como lisina, niacina, tiamina,	-Vitaminas A, B Y E y minerales -Antioxidantes -Proteínas -Fibra
Usos comerciales	“Alegrías”, ensaladas, granola.	Elotes, tortilla, pozole, cremas, sopas, esquites, atole, pinole, alimentos para animales, aceites, harinas, bebidas alcohólicas, botanas y productos en el área de la minería, electrónica, farmacéutica etc.

Elaboración propia.

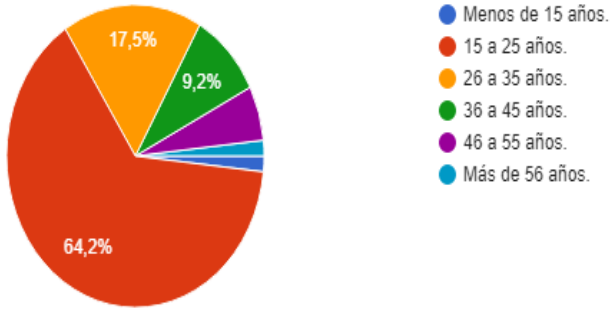


Figura 1. Distribución por edades de una muestra de habitantes de las ciudades de Puebla y Cholula, México.

que, en supermercados, no reconocen una marca comercial particular.

CONCLUSIONES

El consumo de amaranto es muy bajo, si gusta, pero la forma de consumirlo en un 58.3% es como barritas de alegrías, se compra en supermercados y mercados, existen pocas marcas comerciales ya que solo un 5% las conoce, por lo tanto, el amaranto que más se consume es el artesanal. El 70% de las personas que no consumen amaranto, es porque no lo conocen o porque no saben sus usos y aplicaciones. Por esta razón es urgente promover el consumo, sus bondades nutrimentales y aplicaciones para apoyar al productor y mejorar los problemas de salud que tiene nuestra población mexicana.

REFERENCIAS

Ayala, A., Espitia, E., Rivas, P., Martínez, G. & Almaguer, G. (2016). Análisis de la cadena del valor de amaranto en México. Septiembre 21, 2018, de Scielo, Sitio web: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000100087#aff1

Federación Mexicana de Diabetes, A.C Informe de nutrición mundial (2017). Septiembre 21, 2018, de Federación Mexicana de Diabetes, A.C

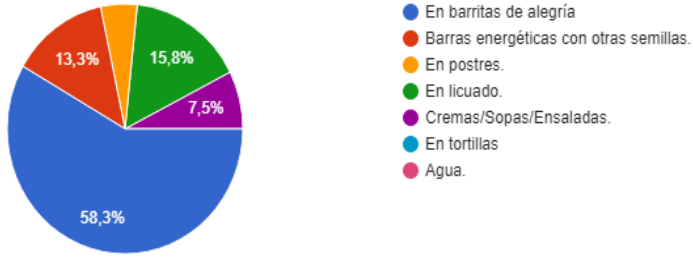


Figura 2. Preferencias para el consumo de amaranto en una muestra de habitantes de las ciudades de Puebla y Cholula, México.

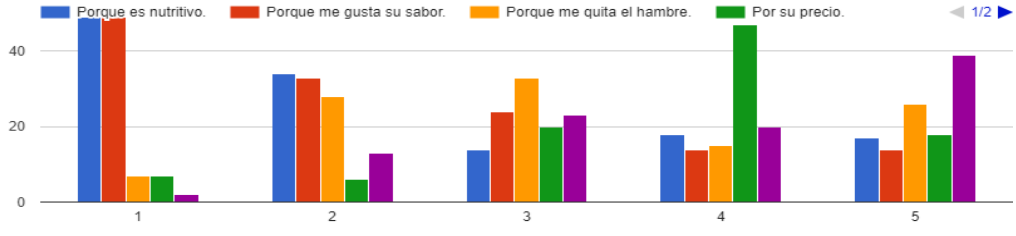


Figura 3. Principales factores que determinan la decisión de consumir amaranto en habitantes de las ciudades de Puebla y Cholula, México, siendo 1 la razón principal y 5 la menos importante.

Sitio web: http://fmdiabetes.org/informe-de-nutricion-mundial-2017/

UNICEF. Fondo para la Infancia de las Naciones Unidas (UNICEF) (2014). Informe anual. Septiembre 21, 2018, de Sitio web: http://www.unicef.org/mexico/spanish/InformeAnualUnicef(1).pdf

Porras, A., Morfin, M. & Pineda, R. (2016). Propuesta alternativa para el maíz Cacahuazintle. Septiembre 21, 2018. De Research Gate, Sitio web:
https://www.researchgate.net/publication/295772169_Propuesta_alternativa_para_el_maiz_Cacahuazintle

WHO. World Health Organization, Obesity (2017). Preventing and Managing the Global Epidemic. WHO Obesity y Technical Report series 894. Geneva, Switzerland:200.

Cabrera D. (2017). México: Obesidad, sobrepeso y diabetes. Marzo 26, 2017, de El Universal Sitio web: http://www.eluniversal.com.mx/articulo/periodismo-de-datos/2015/08/27/mexico-obesidad-sobrepeso-y-diabetes.

EFECTO DEL AMARANTO (*Amaranthus* spp.) EN EL CRECIMIENTO DE RATAS WISTAR

Carmona M[1]., Medel J[1]*., Sánchez D [1]**

[1]Centro Cultural Universitario Justo Sierra. Licenciatura en Nutrición. Av. Acueducto #914 col. La Laguna Ticomán, delegación Gustavo A. Madero, Ciudad de México, México,
07340. Correo-e: micarmona@ujsierra.com.mx. *Correo-e: joshuaimedelg@hotmail.com
**Correo-e: diegorslopez@gmail.com

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: Amaranto, Conversión alimenticia, Alimentos funcionales.

INTRODUCCIÓN

El Amaranto es un cereal con un contenido de proteína del 15 a 17% (1). Las proteínas ingeridas dentro de la dieta se desdoblan por la digestión en sus aminoácidos integrantes, éstos se aprovechan por el organismo, después de la absorción, para construir principalmente tejido muscular. El valor biológico de las proteínas (Q) se expresa como los gramos de proteína corporal que pueden ser reemplazados por 100 gramos de una proteína suministrada en la dieta. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del amaranto en el crecimiento en ratas Wistar, comparado con 2 grupos: control y sin amaranto. Se evaluó la Conversión Alimenticia (CA) (2) y se determinó ganancia en peso y talla en un periodo de 30 días. Es importante estudiar el efecto del amaranto como parte de la dieta a fin de poder desarrollar algunos otros productos que incluyan el pseudocereal en alimentos funcionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se elaboraron 2 dietas al 20% de proteína observando adecuadas condiciones higiénico-sanitarias. DA: Amaranto tostado (66%), carne molida (9%), camarón seco (5%), azúcar (20%); DM: Maíz (77%), carne molida (18%), camarón seco (5%). Control DC: Rodent laboratory Chow (22% proteína). Se utilizaron 30 ratas machos Wistar recién destetadas, con 21 días de nacidas por 30 días. Los animales se alojaron en las condiciones propias del bioterio, con ciclos alternantes de luz-oscuridad de 12 horas. Durante el desarrollo del procedimiento experimental se les suministró a los animales agua y alimento *ad libitum* y se determinó la CA. Los resultados se analizaron mediante el paquete estadístico SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ratas con la Dieta de Amaranto (DA) presentaron 10 veces más frecuencia de talla normal y alta que las ratas que fueron alimentadas con la Dieta de Maíz (DM) con valores significativos (p=0.000). En los animales en crecimiento generalmente se expresa la CA como la relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso vivo logrado durante un período de prueba. Los valores Conversión Alimenticia fueron: DA (0.145), DM (-4.693) y DC (0.172), con diferencia significativa (P=0.000); a menor valor mayor eficiencia para realizar la conversión. Para el peso DC obtuvo (125.71 g), DA (50.98 g) y DM (-0.96 g), en talla DC reportó (14.68 cm), DA (10.39 cm) y DM (5.01cm), en ambos con diferencia significativa (P= 0.000). Es importante destacar que el grupo alimentado con amaranto además de tener mayor ganancia en peso y talla comparado con los alimentados con maíz, se observó que presentaron mayor brillo en su pelaje, eran más activas y curiosas, y por otro lado las que se alimentaron con maíz consumían menor cantidad de alimento.

Se recomienda repetir el ensayo y hacer pruebas conductuales, a fin de ver si existe una relación con el tipo de dieta administrada.

CONCLUSIONES

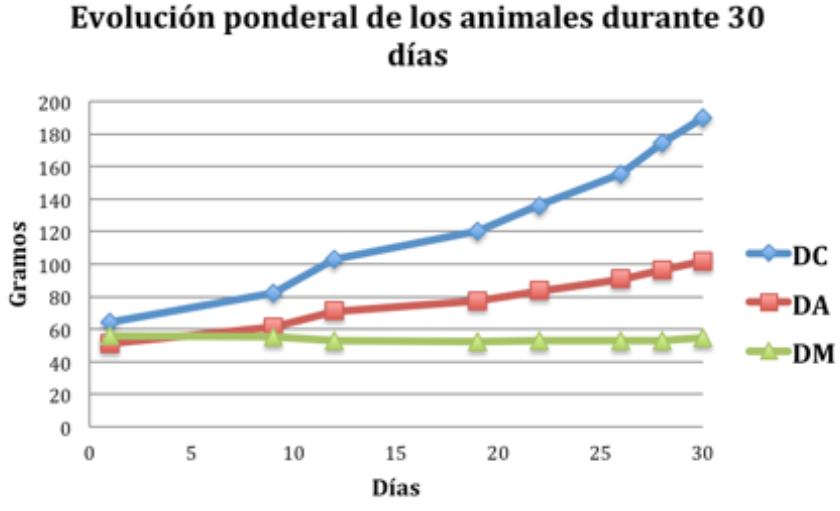
La DA obtuvo mayor ganancia en talla y peso que DM; es mejor fuente de proteína ya que

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Becerra, R. 2000. El amaranto: nuevas tecnologías para un antiguo cultivo. CONABIO. Biodiversitas 30:1-6.

García-Méndez, S. 2004. Estudio nutriconal comparativo y evaluación biológica de tortillas de maíz elaboradas por diferentes métodos de procesamiento. (Tesis de Maestría). IPN,Qro.

Lenzi de Almeida. K., Spreafico Fernandes, F., Teles Boaventura, G., Guzmán-Silva, M. 2008. Efecto de la semilla de linaza (*Linum Usitatissimum*) en el crecimiento de ratas wistar. Rev. Chil. Nutr. Vol. 35, No4.



DC- Control, DA- Amaranto, DM- Maíz. Los valores representan el promedio de 10 ratas por grupo. CA arrojó un mejor resultado comparado con las otras dos dietas.

ELABORACIÓN DE UN ALIMENTO FUNCIONAL CONGELADO CON BASE EN EXTRACTO PROTEICO DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) Y CHÍA (*Salvia hispanica* L.)

Jordán Pérez C.J.[1], Nava Arenas D.[1] y Jiménez Serna, A.[1]*

[1]Universidad del Claustro de Sor Juana, Colegio de Gastronomía, José María Izazaga 92, Colonia Centro, Centro Histórico, Ciudad de México, 06080, México. Correo-e: d.navaa@universidaddelclaustro.edu.mx1, cjenaro_91@hotmail.com, a.jimenezs@universidaddelclaustro@hotmail.com

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: amaranto, proteína, sorbete.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se plantea el desarrollo de un alimento funcional congelado con base en extracto proteico de amaranto obtenido por medio de la elaboración de una lechada a la que se adicionó chía para mejorar sus características funcionales. El grano de amaranto posee aproximadamente un 15-18% de proteína, un porcentaje un poco más alto que el resto de los cereales tradicionales: el maíz presenta un 9.33%; el arroz 8.77% y el trigo 14.84% (Mulato, 2018). Sin embargo, su importancia no radica en la cantidad sino en la calidad proteica con un excelente balance de aminoácidos. Los aspectos nutrimentales más relevantes de la chía son su aceite omega-3, fibra, la cantidad de proteínas, antioxidantes y minerales. La semilla posee el 25-38% de aceite del peso total, el cual contiene un alto contenido de ácidos grasos omega-3 y omega-6 (principalmente ácido linolénico en un 50-67% y ácido linoleico 17-27%) en un equilibrio adecuado, siendo una de las principales fuentes vegetales de estos ácidos grasos. La chía contiene sustancia antioxidantes como tocoferol, flavonoides y beta-caroteno y en cuanto a la fibra esta semilla incluye un 18- 30% de su peso en fibra (Di Sapiio, *et al*., 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

El amaranto y la chía usados en este trabajo fueron adquiridos en la Central de Abasto de la Ciudad de México.

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL MUCILAGO DE CHÍA

El mucílago de chía fue obtenido a partir de una relación de agua purificada con semillas de chía de 2:1 en un recipiente de vidrio a 35°C por 2 h. La chía hidratada fue filtrada inicialmente con un colador de doble malla reposado sobre un recipiente por una hora y se realizó un segundo filtrado con manta de cielo para obtener la mayor cantidad de mucilago. El mucílago obtenido, se mezcló en el mix del helado. Además se estudió otra variante en la que se adicionó la semilla de chía al helado al retirarlo de la Turbinadora.

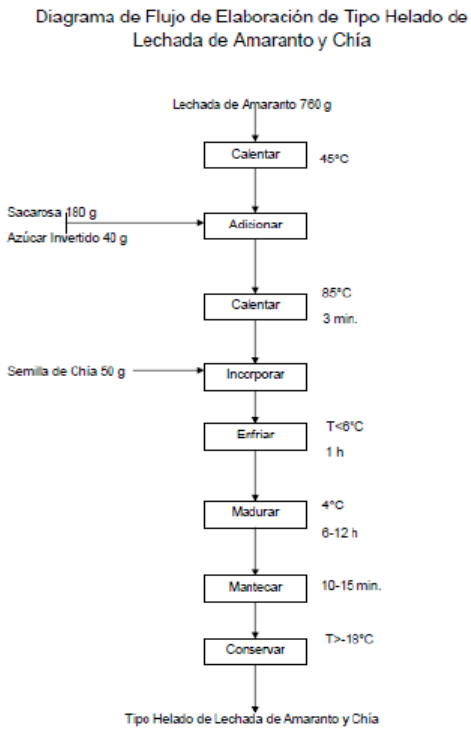


Figura 1. Diagrama de Flujo de Elaboración de Tipo Helado de Lechada de Amaranto y Adicionado con Chía.

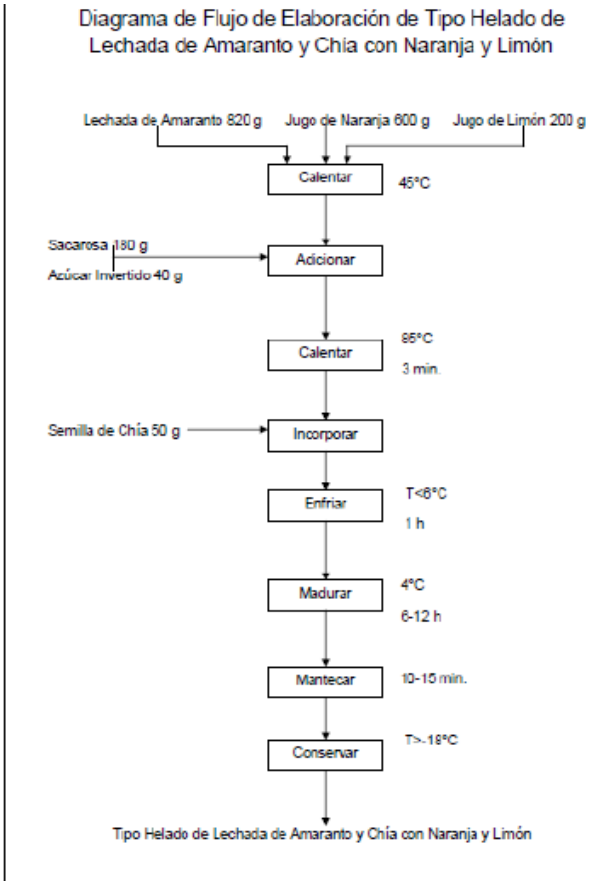


Figura 2. Diagrama de Flujo de Elaboración de Tipo Helado de Lechada de Amaranto Adicionado con Chía y Jugo de Naranja y Limón.

Elaboración de Lechada de Amaranto

Para adquirir la lechada se utilizaron 500g de amaranto que se mezclaron con 5L de agua para posteriormente ser sometidos a cocción (90°C por 20 minutos), una vez enfriada la mezcla, fue licuada y filtrada a través de manta de cielo para eliminar la fibra.

Se elaboraron tres formulaciones para el sorbete, la primera "natural" (Figura 1), la segunda saborizada con cítricos (Figura 2) y la tercera con xoconostle (Figura 3)

Se observó el nivel de preferencia de las tres formulaciones a partir de una prueba sensorial. Se utilizó una escala hedónica de 7 puntos aplicada a 70 jueces consumidores. Se elaboró el análisis estadístico a través de ANOVA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran la media y desviación estándar para cada una de las 3 formulaciones diferentes obtenidas.

A partir del análisis de varianza (Tabla 2) se determinó que la formulación saborizada con limón y naranja, tuvo una mayor preferencia sobre las dos formulaciones restantes, la Figura 4 muestra la gráfica de cajas y bigotes correspondiente al análisis estadístico.

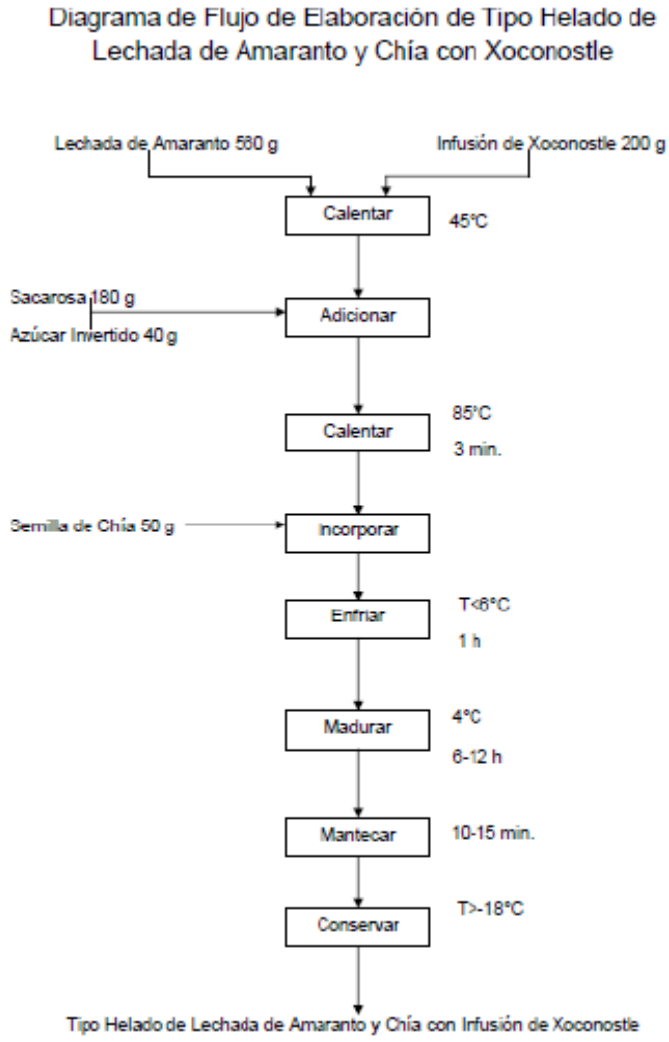


Figura 3. Diagrama de Flujo de Elaboración de Tipo Helado de Lechada de Amaranto Adicionado con Chía e Infusión de Xoconostle.

Tabla 1. Comparación de Varias Muestras

Muestra	Media	DS
Base con Lechada de Amaranto Adicionado con Chía y Jugo de Limón y Naranja	6.2	1.04396
Base con Lechada de Amaranto Adicionado con Chía e Infusión de Xoconostle	5.3	1.27802
Base con Lechada de Amaranto Adicionado con Chía	4.82857	1.38283
Pormedio	5.44286	1.36219

Tabla 2. ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Media Cuadrado	Razón-F
Entre	67.9714	2	33.9857	22.00
Dentro de	319.843	207	1.54513	
Total	387.814	209		

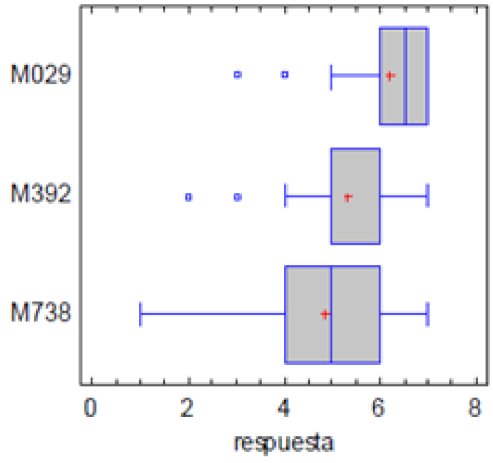


Figura 4. Gráfica de Cajas y Bigotes. (M029 es la formulación de base de amaranto y chia con naranja y limón, M392 es la base de amaranto y chia con infusión de xoconostle, M739 es la base de amaranto y chia).

CONCLUSIONES

A partir de la investigación documental y algunas pruebas experimentales, se obtuvo la metodología para la obtención de la lechada de amaranto que sirvió como base para la elaboración del postre congelado.
Es importante señalar que esta lechada tiene potencial para ser usada en otras preparaciones.

Con la lechada de amaranto obtenida, se elaboró un postre helado tipo sorbete al que se adicionó chía para mejorar sus características funcionales. La lechada claramente fue adecuada tecnológicamente para esta función.

Se encontró que la saborizada con jugo de cítricos recibió mayor aceptación sobre la de xoconostle.

REFERENCIAS

Corvitto, Angelo. (2004) *Los Secretos del Helado el Helado Sin Secretos*,Vilboa Ediciones y Publicidad S.L., Barcelona, España, 416 pp.

Di Sapio, O.; Bueno, M.; Busilacchi, H.; Quiroga, M. y Severin, C. (2012) *Caracterización morfoanatómica de hoja, tallo, fruto y semilla de Salvia hispanica L. (Lamiaceae),* Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas

Medicinales y Aromáticas, vol. 11, no. 3, 3 pp.

Espinosa Manfugás, C. Julia. (2007) Evaluación Sensorial de los Alimentos, Editorial Universitaria, La Habana, Cuba, 2007, 129 pp.

Mulato, Abril, “El Amaranto y Sus Propiedades”, Alimentos Sanos, <http://www.diabetesbienestarysalud.com/2009/02/el-amaranto-y-sus-propiedades/>, (Mayo 11, 2018)

ELABORACIÓN DE PAN DE CAJA A PARTIR DE MEZCLAS DE HARINA: ARROZ, MAÍZ Y AMARANTO

*Morales Guerrero J.C.[1], Sánchez Vargas P.E.[1]

[1]Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Vasco de Quiroga No. 15 Colonia Belisario Domínguez Colonia Sección XVI, Tlalpan, C.P. 14080. Ciudad de México. México. Correo-e: josefina.moralesg@incmnsz.mx

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: Celiaquía, panificación, libres de gluten, cereales.

INTRODUCCIÓN

La Enfermedad Celiaca (EC) es una intolerancia permanente al gluten, en personas genéticamente susceptibles a las proteínas denominadas prolaminas, presentes en cereales como trigo, avena, cebada y centeno. La reacción frecuente a la ingestión de gluten en pacientes con EC es inflamación del intestino delgado que conlleva la mala absorción de nutrimentos importantes, como el hierro, ácido fólico, calcio y vitaminas solubles en grasa. (Sciarini, 2016; Miñarro, 2010; Olsson, 2008; Mezaize, 2009; Sciarini, 2010; Moore, 2006). Estudios recientes han mostrado que la EC puede afectar de 0.5% a 3% de la población general (Remes-Troche, 2009 y Cabrera, 2009). En México la prevalencia real de EC fluctúa entre 0.7 a 1.1% (Remes-Troche, 2009), esta población está compuesta, en su mayoría de mestizos que tienen una proporción de genes en 56% de indígenas nativos de América, 40% caucásicos y 4% afroamericanos, por lo que esta población debe considerarse como “especial” (Remes-Troche, 2009).

El pan es uno de los alimentos básicos en nuestra dieta. El mercado de productos de panificación destinados a las personas con EC es muy reducido y poco variado (Cabrera, 2009; Villaroel, 2009). Una queja común acerca de los productos horneados libres de gluten es que son “polvosos o arenosos” lo que dificulta su aceptación entre los consumidores (Simas, 2009). Debido a la carencia de gluten, dichos productos no tienen la apariencia del pan de trigo; presentan una estructura densa y seca, un volumen específico bajo, dureza de la miga alta y tiempo de vida útil corta (Gujral, 2003). Estas deficiencias son un desafío tecnológico en la panificación, que busca imitar las características sensoriales deseables de un pan de trigo. En México el pan de caja forma parte del consumo básico y no existen en el mercado productos libres de gluten con una buena calidad y cantidad de proteína ni ingredientes de origen mexicano como el amaranto, el cual tiene una concentración de proteína superior a la de los cereales. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue desarrollar y elaborar pan de caja a partir de mezclas de harinas de arroz, maíz y amaranto con características sensoriales agradables y de composición química similar o mejor que el pan de caja elaborado con trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicó un programa de cálculo de mezclas desarrollado por Morales, Acevedo y López (2012) para seleccionar con base en el método de calificación química, las mezclas de cereales y oleaginosas que cumplan los criterios establecidos de proteína, calificación química no menor al 70% y costo por gramo de proteína. Para la formulación de los panes se utilizaron como materias primas harina de arroz y harina de maíz de la empresa Industrial de Alimentos S.A., marca IDEA y harina de amaranto, especie *Amaranthus hypochondriacus L.* de la empresa Invernadero los Casahuates Tulyehualco S.C. de R.L. de C.V. Éstas harinas y las mezclas seleccionadas se caracterizaron físicamente mediante granulometría, humedad y absorción de agua. Posteriormente se elaboró el pan conforme a las condiciones de proceso establecidas en estudios previos y se evaluaron las características físicas (peso, volumen específico y pérdida de volumen) y sensoriales (color, apariencia y nivel de agrado) de las diferentes mezclas de pan seleccionadas. Finalmente se determinó el contenido de gluten utilizando el kit de determinación de gliadina Ridascreen (R-Biopharma).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se eligieron 3 mezclas Arroz-Maíz-Amaranto que cumplieron los criterios establecidos de proteína (mayor al 8 %), calificación química (mayor al 70%) y costo de 100 g de proteína. En cuanto a los resultados de la caracterización física de las harinas y mezclas se obtuvo un tamaño de partícula menor a 0.15 mm, contenido de humedad de 8.3% a 12.8%, característica que cumple con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008 en harinas de cereales o semillas comestibles (máximo 15% de humedad). En la determinación de absorción de agua, se encontró que la cantidad necesaria para formar una masa osciló entre 45 y 50 mL por cada 50 g de muestra. Posteriormente, se elaboró el pan de caja con base en procesos establecidos en estudios previos (Lazaridou, 2007 y Sciarini, 2010). Se adicionó goma xantana como hidrocoloide para reemplazar la elasticidad que confiere el gluten a la masa para retención de gas, albúmina de huevo para mejorar la calidad y cantidad de proteína en el pan de caja, y agua de 120 mL por 100 g de mezcla de harina para formar la masa. Los panes elaborados con estas materias primas mostraron volúmenes específicos de 1.56 a 1.65 cm^3/g, estos valores son bajos en comparación con pan de caja para celiacos que se comercializa en la Ciudad de México y que tiene un volumen específico de 5.2 cm^3/g y por los informados por Calderón (2010) con volúmenes específicos de 3.45 y 3.48 cm^3/g; humedad mayor al 40.0 %, similares a pan libre de gluten. El color de los panes fue Pantone 467 U y 7502 U que corresponden a un tono café. Una apariencia lisa y suave, la miga húmeda, pegajosa y chiclosa, características físicas desfavorables; sensorialmente los panes se evaluaron mediante una prueba de nivel de agrado con escala hedónica de 9 puntos, participaron 30 consumidores habituales de pan; los resultados de la evaluación sensorial mostraron calificaciones de agrado de 6 a 6.87, que indica en la escala calificaciones de “me gusta poco” a “me gusta moderadamente”. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas en el nivel de agrado; sin embargo, estos resultados son muy similares a los informados por Breshears y Crowe (2013), que obtuvieron calificaciones de aceptación de 5.9 y 6.3. Los panes elaborados en este estudio presentaron un contenido de gluten de 19.40 a 20.66 mg/kg, el valor de gluten máximo permitido para los productos libres de gluten es de 20 mg/kg y para los alimentos reducidos en gluten máximo 100 mg/kg; por lo que pueden etiquetarse como “productos libres de gluten” para garantizar el consumo de estos productos en las personas con EC y con ello cumplir la normatividad establecida por la FDA.

CONCLUSIONES

Se logró el desarrollo de pan de caja apto para personas con celiaquía con base en una mezcla de harinas de arroz, maíz y amaranto, con características sensoriales agradables, mejor cantidad y calidad de proteína (9.7% de proteína y 98% de Calificación Química) vs un pan comercial (menor del 8% de proteína y 55% de Calificación Química).

RECOMENDACIONES

Escalar la producción de pan libre de gluten con harina de amaranto y aditivos que mejoren las características nutrimentales y reológicas e introducir estos productos en el mercado nacional para satisfacer las necesidades de la población con EC.

REFERENCIAS

AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Method 10-09. Basic straight –Doug Bread-Baking Method-long fermentation. Approved November 3, 1999. AACC International, St. Paul, Minnesota, U.S.A. doi:10.1094/AACCIntMethod-55-50.01

Breshears, K.L., y Crowe, K.M. (2013). Sensory and Textural Evaluation of Gluten-Free Bread Substitute With Amaranth and Montina ™ Flour. *Journal of Food Research, 2*(4), 1-9.

Cabrera-Chávez, F., Rouzaud-Sánchez, O., Sotelo-Cruz, N., y Calderón de la Barca, A. (2009). Alternativa de panificación segura para los intolerantes al gluten de trigo. *Industria Alimentaria*.

Calderón de la Barca, A. M., Rojas-Martínez, M.E., Islas-Rubio, A.R., y Cabrera-Chávez, F. (2010). Gluten-Free Breads and Cookies of Raw and Popped Amaranth Flours with Attractive Technological and Nutritional Qualities. *Plant Foods Hum Nutr, 65,* 241–246.
Doi: 10.1007/s11130-010-0187-z

FAO/OMS. (1985). Necesidades de energía y de proteínas. Colección FAO. Alimentación y nutrición, FAO: reuniones sobre nutrición, OMS: serie de informes técnicos. Roma.

Gujral, H.S., Haros, M. y Rosell, C.N. (2003). Starch hydrolysing enzymes for retarding the staling for rice bread. *Cereal Chemistry, 80*, 750-754.

INCMNSZ. 1984. Manual de técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Publicación L-63

Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou- Belc, N., y Biliaderis, C. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of food Engineering, 79,* 1033-1047.

Mezaize, S., Chevallier, S., Le Bail, A., y Lamballerie, M. (2009). Optimization of gluten-free formulations for French-style breads. *Journal of food science, 74*(3), E140-E146.

Miñarro, B., Normahomed, I., Guamis, B., y Capellas, M. (2010). Influence of unicelular protein on gluten-free bread characteristics. *European Food Research and Technology, 231*(2), 171-179.

MME-ES-16. Características Sensoriales. (2017). Manual de Métodos de Ensayo. Evaluación Sensorial. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

MME-RE-01. Método para la determinación de Humedad. (2017). Manual de Métodos de Ensayo. Reología. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Moore, M., Heinbockel, M., Dockery, P., Ulmer, H., y Arendt, E. (2006). Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. *Cereal chemistry*, *83*(1), 28-31.

Morales G. J., Acevedo O. G., y López Y. M. (2012). Programa de cálculo de mezclas para el desarrollo de productos alimenticios. Lenguaje FOXPRO. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Registro Público del Derecho de Autor. México, D. F.

Norma Mexicana NMX-F-159-S-1983. “Alimentos. Pan blanco de caja”. Normas Mexicanas de Dirección General de Normas.

Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.

Olsson, C., Hörnell, A., Ivarsson, A., y Sydner, Y. M. (2008). The everyday life of adolescent coeliacs: Issues of importance for compliance with the gluten-free diet. *The British Dietetic Association Ltd. J Hum Nutr Dietet, 21*(3), 359-367.

Othón-Serna S. (2009). Las industrias de panificación, galletería y pastas. En Química, Almacenamiento e Industrialización de los Cereales. 1ª ed. Editorial AGT Editor. México. D.F.

Pedrero, D., y Pangborn R. M. (1997). Evaluación sensorial de los alimentos: Métodos analíticos. Alhambra Mexicana. México.

Remes-Troche, J.M. (2009). ¿Está justificada la búsqueda de enfermedad celiaca en pacientes con diagnóstico de síndrome de intestino irritable? *Rev Gastroenterol Mex, 74*(1), 77-78.

Schoenlechner, R., Mandala, I., Kiskini, A., Kostaropoulos, A., y Berghofer, E. (2010). Effect of water, albumen, and fat on the quality of gluten-free bread containing amaranth. *International Journal of Food Science and Technology, 45*, 661–669.

Sciarini, L.S., Steffolani, M.E., y León, A.E. (2016). El rol del gluten en la panificación y el desafío de prescindir de su aporte en la elaboración de pan. *Agriscientia*, *33* (2), 61-74.

Sciarini, L. S., Pérez, G.T., Lamballerie, M., León, A.E., y Ribotta, P. D. (2012). Partial-Baking Process on Gluten-Free Bread: Impact of Hydrocolloid Addition. En *Food and Bioprocess Technology, 5*(5),1724-1732. DOI 10.1007/s11947-011-0529-3

Sciarini, L. S., Ribotta, P.D., León A.E., y Pérez, G.T. (2010). Influence of Gluten free Flours and their Mixtures on Batter Properties and Bread Quality. *Food and Bioprocess Technology, 3*(4),577-585.

Simas, K., Vieira, L., Podestá, R., Muller, C., Vieira, M., Beber, R., Reis, M., Barreto, P., Amante, E., y Amboni, R. (2009). Effect of king palm (Archontophoenix alexandrae) flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, *44*, 531-538.

Velázquez, M., Camacho, R., Díaz, K., y Santillana, H. (2007). Productos de Cereales y Leguminosas, manual de prácticas. Laboratorio de Productos de Cereales y Leguminosas. Facultad de Química. UNAM 4a edición. pp 209.

Villaroel, M., Huiriqueo, C., Hazbu, J., y Carrillo, D. (2009). Desarrollo de una formulación optimizada de galletas para celiacos utilizando harina desgrasado de avellana y harina de quinoa. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 59*(2), 184-190.

PASTAS SIN GLUTEN COMO ALTERNATIVA SALUDABLE EN LA DIETA DE PACIENTES CON ENFERMEDAD CELIACA

Morales Guerrero J. C[1]*; Vázquez Mata N[1] y García Zepeda, R.A[1]

[1] Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Vasco de Quiroga 15, Belisario Domínguez, 14080 Ciudad de México, CDMX. *Correo-e: josefina.moralesg@incmnsz.mx

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: amaranto, arroz, maíz y soya.

INTRODUCCIÓN

Las pastas para sopa forman parte de la dieta de muchas poblaciones. En México la Encuesta de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT) y la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de hogares (ENIGH 2016) informan que, la pasta es un alimento de consumo importante en la población rural y urbana; sin embargo un grupo de la población (1%) padece enfermedad celiaca por lo que no puede consumir productos elaborados con trigo, de ahí la necesidad de ofrecer alternativas de consumo para este grupo. Actualmente, las pastas libres de gluten que se comercializan en México, son mayormente de importación y se elaboran con harinas o almidones de arroz, maíz y papa, proteína de huevo, emulsificante y gomas, estos últimos pueden actuar como sustitutos parciales del gluten; sin embargo, estas pastas tienen un costo hasta 10 veces mayor que las pastas elaboradas con trigo y presentan un contenido de proteína menor a 5g/100g de producto que, es por mucho inferior a lo establecido en la NMX–F–023–NORMEX–2002 en la que se especifica un mínimo de proteína de 11g/100g para pastas elaboradas con harina de trigo. Así mismo, para cumplir con la normatividad actual (Codex Alimentarius, reglamento 828/2014) sobre productos «sin gluten», los productos que se desarrollen dentro de este proyecto no deberán contener más de 20 mg/kg de gluten, para poder utilizar la declaración libre de gluten.

Recientemente varios autores informan la utilización de harinas de: amaranto, quinua y sus mezclas con arroz-soya, amaranto-yuca, amaranto-maíz, arroz-amaranto, maíz-soya como una alternativa para variar y mejorar la calidad nutrimental de las pastas libres de gluten, en términos de su aporte de proteína, fibra, vitaminas, nutrimentos inorgánicos y compuestos bioactivos (Caperuto et al; 2001, Kupper, 2005, Alamprese et al; 2007, Álvarez-Jubete et al; 2010, Mariotti et al; 2011, Islas-Rubio et al; 2014).

En la elaboración de este tipo de pastas es necesario formar una red de almidón mediante procesos tecnológicos como la pregelatinización de las harinas, para dar la estructura a la pasta. Varios autores, informan la utilización de harinas pregelatinizadas de arroz, maíz y amaranto para obtener un producto con características similares a las de una pasta convencional (Manthey et al; 2004, Chillo et al; 2007, Chillo et al; 2008, Sozer, 2009, Hong- Zhuo et al; 2009, Petitot et al; 2010; Zannini et al; 2012, Islas-Rubio et

al; 2014). En el presente estudio se seleccionaron, para la elaboración de las pastas, materias primas disponibles y endémicas de México como son: el amaranto y el maíz, con el fin de promover su consumo y utilización en conjunto con el arroz y la soya, así como para diversificar las materias primas que se utilizan en la elaboración de productos libres de gluten.

El objetivo de este trabajo fue: 1) Elaborar pastas libres de gluten con un contenido de proteína mayor o igual de 11 g/100g de producto, una calificación química no menor del 70% del patrón FAO (1985) y un contenido menor de 20 mg/kg de gluten y 2) Evaluar las características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y el contenido de gluten de las pastas obtenidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La harina de amaranto de la especie *Amaranthus hypochondriacus* se adquirió en el Invernadero los Casahuates S.C de R.L de C.V Tulyehualco, CDMX, es la única especie que se cultiva en esta región y el producto obtenido se cultivó en el año 2016. La harina de maíz, la harina de arroz y la harina de soya desgrasada marca IDEA fueron adquiridas directamente con la empresa Industrial de Alimentos, S.A; para cumplir con los criterios de proteína y calificación química se utilizó un programa de cálculo de mezclas desarrollado en el Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos del INCMNSZ, (Morales, Acevedo y López, 2012) el cual aplica el concepto de calificación química para calcular y obtener las mezclas que cumplan con: al menos el 70% del patrón FAO (1985), un contenido de proteína mayor o igual a 11 g/100g de producto y un costo máximo de $15.24 MXN por 100 g de proteína. Para ello se ingresó la composición química, el contenido de aminoácidos y el costo por 100 gramos de proteína de las harinas. Para la obtención de las mezclas se estableció un costo máximo que, tiene como referencia el costo de 100 g de la proteína más disponible y barata que actualmente es la proteína del huevo ($15.24 MXN). Con las mezclas obtenidas se desarrollaron las formulaciones adicionando algunos aditivos como: carboximetilcelulosa (Deiman, S.A de C.V), emulsificante (Millikan S.A de C.V) y albúmina de huevo (Alimentaria Mexicana Beckarem S.A de C.V) en concentraciones de 0.30, 0.5 y 5.0%, respectivamente y se estableció como muestra testigo una pasta comercial libre de gluten. Para la elaboración de la pasta se pregelatinizaron las harinas de maíz y de amaranto, se mezclaron y se acondicionó la humedad para cada formulación propuesta. Posteriormente para mejorar las características de la pasta se realizó una re-extrusión (repetir la extrusión), se cortó la pasta manualmente y se secó en un secador de charolas. Se utilizaron como variables de control de proceso el porciento de humedad de la mezcla de harinas y el porciento de humedad en la pasta seca. Se establecieron las condiciones de elaboración de las pastas (tiempo de mezclado, temperatura de extrusión y secado). Se determinaron las características físicas (tiempo de cocción, % de pasta estrellada, % de sedimentación, grado de absorción, índice de tolerancia al cocimiento, incremento de volumen), el análisis químico proximal, el análisis microbiológico, las pruebas sensoriales (afectivas: aceptación y nivel de agrado: apariencia y general) y el contenido de gluten de la pasta obtenida. Se aplicó un ANOVA o la prueba de Kruskal Wallis ($P<0.05$) para los resultados de las pruebas físicas y para la evaluación sensorial el índice R; la significancia se determinó con las tablas de Bi y O´Mahony (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron las mezclas: maíz-arroz-soya (48-37-15); maíz-soya (85-15 y 81-19); arroz-amaranto (85-15 y 70-30) y maíz-arroz-amaranto (49-32-14). Se establecieron las condiciones de elaboración de la pasta en (acondicionamiento de humedad (33-35%), tiempo de mezclado de 20 minutos y secado a 60°C). La inclusión de aditivos en las pastas experimentales mejoró las características físicas (% de sedimentación, grado de absorción, pasta estrellada y tiempo de cocción) versus la pasta comercial. Las pastas obtenidas presentaron un contenido de proteína de 13.99 g/100 g, superior a la pasta comercial (4.50 g/100g), un contenido de humedad menor al 12 % y especificaciones microbiológicas de acuerdo a la NMX-F-023-NORMEX-2002. De las formulaciones experimentales las pastas con base en maíz-arroz-soya y maíz-arroz-amaranto presentaron la mejor aceptación; en relación con el nivel de agrado por el atributo apariencia, la pasta elaborada con maíz-soya obtuvo la mejor calificación. En el nivel de agrado general el mejor comportamiento fue para las pastas elaboradas con maíz-arroz-soya y maíz-soya. Todas las pastas presentaron un contenido menor de 20 mg/kg de gluten por lo que se consideran libres de gluten y por lo tanto pueden ostentar el ícono que las identifica como tales, en sus etiquetas o empaques.

CONCLUSIONES

Se seleccionaron y evaluaron 3 pastas libres de gluten: 1) maíz-arroz-soya (48-37-15); 2) maíz-soya (85-15 y 81-19) y 3) maíz-arroz-amaranto (49-32-14), todas cumplen con las características físicas (% de sedimentación, grado de absorción, pasta estrellada y tiempo de cocción) de acuerdo al CIMMYT (2000) y las especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas de acuerdo a la norma NMX-F-023-NORMEX-2002.
En cuanto al contenido de proteína de las pastas, fue mayor de 11g/ 100g de producto conforme a la norma NMX-F-023-NORMEX-2002.

Las pastas libres de gluten tuvieron un contenido de 5 ppm de gluten por lo que cumplen con lo dispuesto en la Comisión del Codex Alimentarius, que especifica no debe ser mayor a 20 ppm; por lo anterior pueden incluirse en la dieta de personas con enfermedad celíaca.

El costo estimado de producción para las pastas elaboradas a escala piloto fue de $56.74 MXN por cada kilogramo de producto, costo que es menor versus el costo de una pasta comercial libre de gluten cuyo precio es de $130 MXN por kilogramo de producto.

En cuanto al costo de producción de las pastas desarrolladas en este estudio debe reducirse aún, más cuando la producción se lleve a cabo industrialmente.

RECOMENDACIONES

Se logró utilizar el amaranto en la elaboración de pastas, sin embargo es necesario estudiar con mayor detalle el comportamiento reológico de los ingredientes durante la elaboración de las pastas, para obtener un producto con mejores características sensoriales a las obtenidas en este estudio.

REFERENCIAS

Alamprese, C., Casiraghi, E y Pagani, M.A. (2007). Development of gluten free fresh egg pasta analogues containing buckwheat. *European Food Research and Technology,* 225, 205-213.

Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K. y Gallagher, E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science & Technology,* 21,106-113.

Bi y O'Mahony. (2007). Updated and extended table for testing the significance of the R-index. *Journal of Sensory Studies*, 22,713-720

Caperuto, L., Amaya-Farfan, J y Camargo, C.R. (2001). Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 81, 95-101.

Chillo S., Laverse J., Falcone P.M. y Del Nobile, M.A. (2007). Effect of carboxymethylcellulose and pregelatinized cornstarch on the quality of amaranthus spaghetti. *Journal of Food Engineering,* 83(4), 492-500.

Chillo S., Laverse J., Falcone P.M. y Del Nobile, M.A. (2008). Quality of spaghetti in base Amaranthus whole meal flour added with quinoa, broad bean and chickpea. *Journal of Food Engineering,* 84, 101-107.

CIMMYT. (2000). Métodos para evaluar la calidad en trigos cristalinos (*Triticum durum*), semolinas y pastas alimenticias. México.

Hong-Zhuo, T., Zai-Gui, L. y Bin, Tan. (2009). Starch noodles: History, classification, materials, processing, structure, nutrition, quality evaluating and improving. *Food Research International*, 42, 551-576.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2016). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los hogares 2016. México.

Islas-Rubio, A.R., Calderón A.M., Cabrera-Chávez F., Cota-Gastélum A.G., Beta T., *et al*. (2014). Effect of semolina replacement with a raw: popped amaranth flour blend on cooking quality and texture of pasta. *Journal Food Science and Technology*, 57, 217-222.

Kupper C. (2005). Dietary guidelines and implementation for celiac disease. *Gastroenterology,* 128(4), S121-S127.

Mariotti M., Iametti S., Cappa C., Rasmussen P. y Lucisano M. (2011). Characterization of gluten-free pasta through conventional and innovative

methods. Evaluation of uncooked products. *Journal of Cereal Science*, 53, 319-327.

Manthey F.A., Yalla S.R., Dick T.J. y Badruddin M. (2004). Extrusion properties and cooking quality of spaghetti containing buckwheat bran flour. *Cereal Chemistry,* 81, 232-236.

Morales LJ, Acevedo OG, López YM. (2012). Programa de cálculo de mezclas para el desarrollo de productos alimenticios. Lenguaje FOXPRO. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. México D. F.

Petitot M., Bayer L., Minier C y Micard V. (2010). Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: pasta processing and quality evaluation. *Food Research International,* 43, 634-641.

Secretaría de Salud (2017). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de medio camino 2016. México.

Secretaría de Economía (2002). NMX-F-023-NORMEX-2002. Alimentos pasta-características, denominación, clasificación comercial y métodos de prueba. México.

Sozer Nesli. (2009). Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums. *Food Hydrocolloids*, 23, 849-855.

Zannini E., Miller J.J., Renzetti S., y Arendt E.K. (2012). Functional Replacements for Gluten. *Rev. Food Science and Technology*, 3, 227-245.

CONTENIDO DE AMINOACIDOS DEL AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*) VARIEDAD ARELI CULTIVADA EN CUAPIAXTLA TLAXCALA

[1]Pro Martínez A., [2]Santiago Gómez R., [3]Hernández Marín J. A., [4]Martínez Ortega L. T., [4]Martínez Ortega A., [5]Gamboa Ramírez C. y [1]Bárcena Gama R.

[1]Postgrado en Ganadería, Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 carretera México-Texcoco. 56230. Montecillo, Texcoco Estado de México. *Correo-e: aproma@colpos.mx, rbarcena@colpos.mx).
[2]Evonik México. Calzada México-Xochimilco 5149 bis, Col. Arenal Tepepan, Delegación Tlalpan, 14610, México, D.F. Correo-e: roberto.santiago@evomik.com
[3]Universidad de Guanajuato, Programa Educativo de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus Irapuato–Salamanca. Ex Hacienda El copal km. 9, carretera Irapuato-Silao. 36500.Correo-e:jahmarin@ugto.mx
[4]Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Tepatepec.42660. Hidalgo, México. Correo-e: (ltrodriguez@upfim.edu.mx, arodriguez@upfim.edu.mx).
[5]Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Carretera federal Córdoba-Veracruz km. 348, Congregación Manuel León. 94946. Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. Correo-e: cesgamboa@colpos.mx

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: Proteína, alimento, nutrición, aminoácido esencial, alimentación humana.

INTRODUCCIÓN

El amaranto (*Amaranthus spp*.) conocido también como “alegría” o “huauhtli”, en lengua náhuatl, es un cultivo originario y domesticado en Mesoamérica, lugar donde se consolidó como uno de los granos de importancia como fuente principal de alimentación a la par del maíz (*Zea mays L.*), frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), calabaza (*Cucurbita spp.*) y chile (*Capsicum annuum L.)* (Espitia, *et. al*. 2012). Por sus características agronómicas, el amaranto es un cultivo con gran potencial de explotación ya que es una planta que puede crecer en diferentes tipos de suelos, se adapta a altas temperaturas y es tolerante a sequías, por lo que se puede producir en regiones donde otros cultivos difícilmente pueden cultivarse. Aunque el amaranto ha sido cultivado tradicionalmente en regiones comprendidas entre el ecuador y los 30º de latitud, ésta planta puede ser cultivada en latitudes mayores si se utilizan materiales que puedan florecer aun cuando no cuenten con el fotoperiodo de los trópicos (National Research Council, 1984). El género *Amaranthus* se distribuye en todo el territorio mexicano, las especies *A. cruentus, A. hypochondriacus y A. caudatus* son las que mayormente se utilizan para la producción de grano, siendo las dos primeras las más importantes en México (Rivas, *et. al.* 2012). El grano de amaranto posee un alto valor nutricional, principalmente por su alta calidad proteica lo que lo convierte en una buena fuente de alimento para los seres humanos, sobre todo, para aquellas personas que viven en condiciones de pobreza y de pobreza extrema, en nuestro país y en el resto del mundo. En México, se consume de dos maneras tradicionales: en dulce, elaborado con grano de amaranto reventado y mezclado con grano tostado y molido; y en “atole”, una bebida tradicional, elaborada a base de semilla de amaranto tostada y molida. A pesar de que el amaranto, ha sido subestimado y subutilizado, sigue siendo una

buena fuente de aminoácidos, minerales y vitaminas. Además, posee un gran potencial de rendimiento y cualidades nutricionales que lo hacen ser una opción viable para la alimentación humana. El interés actual en el amaranto resalta por su diversidad genética, plasticidad fenotípica, y por ser extremadamente adaptable a las condiciones de crecimiento adversas, resistencia a altas temperaturas y sequía, en adición a esto, no presenta un problema grave de enfermedad y se encuentra entre las plantas más fáciles de crecer y desarrollar en tierras agrícolas marginales (Rastogi y Shukla, 2013). Por otra parte, el alto contenido de proteína y la calidad nutricional de la semilla han permitido que los trabajos de investigación se enfoquen principalmente a la caracterización bioquímica y aprovechamiento de la proteína para alimentación humana, pero en relación al contenido de aminoácidos es muy limitada por lo que el presente trabajo es una aportación complementaria a la existente en relación a el contenido de aminoácidos a fin de conocer la calidad proteica del amaranto, en términos de amino ácidos esenciales, para fines alimenticios para el ser humano.

OBJETIVOS

Determinar el perfil de aminoácidos de la proteína del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) variedad Areli.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinó el perfil de aminoácidos mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) por la compañía Evonik.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Proteína Cruda (% tal cual): 15.67, Materia Seca (%) 91.21

Cuadro 1. Perfil de aminoácidos de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) variedad Areli.

Parámetro	Contenido (% tal cual)	g/100 g de proteína
Metionina	0.341	2.2
Cistina	0.314	2.0
Metionina + Cistina	0.655	4.2
Lisina	0.826	5.3
Treonina	0.512	3.3
Arginina	1.330	8.5
Isoleucina	0.526	3.4
Leucina	0.803	5.1
Valina	0.621	4.0
Histidina	0.391	2.5
Fenilalanina	0.590	3.8
Glicina	1.083	6.9
Serina	0.881	5.6
Prolina	0.586	3.7
Alanina	0.548	3.5
Ácido Aspártico	1.210	7.7
Ácido Glutámico	2.338	14.9
NH3	0.290	1.9
Total incluyendo NH3	13.288	84.8

El contenido de aminoácidos de *A. hypochondriacus* variedad Areli los podemos observar en el cuadro 1. Con base en estos resultados podemos mencionar que el amaranto contiene todos los aminoácidos esenciales, aquellos que el cuerpo no puede producir (lisina, leucina, valina, metionina, fenilalanina, treonina, isoleucina, triptófano y valina). Esto nos confirma que el amaranto cuenta con una proteína de excelente calidad, ya que, dentro de los vegetales de su tipo, quizá sea la única planta que posea este atributo. La proteína del amaranto contiene mayor cantidad de aminoácidos esenciales que otros cereales como el trigo, arroz, maíz y avena, entre otros. De hecho, casi todos los cereales tienen una deficiencia del amino ácido esencial lisina y por lo tanto se constituye en el amino ácido limitante para muchas de las proteínas de origen vegetal. El amaranto, en cambio, contiene el doble de lisina que la proteína del trigo, el triple que la del maíz y es equiparable en contenido a la proteína de la leche de vaca y la del pollo (Leeson y Summers, 2001). Por esta razón, la FAO (organismo rector de la alimentación mundial dependiente de la ONU) y el USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica), han declarado que el amaranto es el alimento vegetal con mayor valor nutritivo, con potencial para llegar a ser el alimento del futuro para la humanidad. A la postre bien valdría la pena seguir estudiando la digestibilidad de éstos aminoácidos a fin de conocer el verdadero potencial del amaranto en la nutrición humana.

CONCLUSIONES

Por el prominente contenido de aminoácidos esenciales de la proteína del amaranto (*A. hypochondriacus*) variedad Areli, cultivada en Cuapiaxtla, Tlaxcala, podemos inferir que el valor nutritivo de ésta variedad es de excelente calidad, por lo que se podría considerar como una buena opción para la alimentación de la población humana.

REFERENCIAS

Escobedo, L.D., Núñez-Colín, C. A., y Espitia-Rangel E. (2012). Distribución del amaranto cultivado y sus parientes silvestres y posibles zonas de adaptación en México. En Espitia Rangel E. (ed.) Amaranto: Ciencia y tecnología. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. SNICS-SAGARPA.

Huerta O. J.A. y Barba de la Rosa, A. P. (2012). Caracterización bioquímica y estructural de las proteínas de reserva de amaranto. En Espitia Rangel E. (ed.) Amaranto: Ciencia y tecnología. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. SNICS-SAGARPA.

Leeson, S., Summers, J.D. (2001). Nutrition of the chicken. 4th edition. University books.

National Research Council. (1984). Amaranth: Modern prospects for an ancient crop, Washington, D.C. National Academy Press.

Rastogi, A. y Shukla, S. (2013). Amaranth: A new millenium crop of nutraceutical values, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 53:2, 109-125

Rivas, V. P., Muñiz R. E. y Espitia, R. E. (2012). Aspectos fitosanitarios en el cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.). En Espitia Rangel E. (ed.) Amaranto: Ciencia y tecnología. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. SNICS-SAGARPA. Capítulo IXX.

MICRORECETARIO DIGITAL DE AMARANTO: IDEAS PARA FOMENTAR SU CONSUMO Y FORTALECER EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN FAMILIAR EN CHILE

Ortega-Sepúlveda A.[1]*

[1] CentroEducativa. Investigación de Culturas, Patrimonios y Educación. Oxford N°50 depto. 2B, Cerro Alegre, Valparaíso, Chile. centro.educativa@gmail.com

Eje temático: 4
País: Chile
Palabras clave: culinaria, cocina, salud, desconocimiento, cultura.

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos el Amaranto o Kiwicha (*Amaranthus caudatus*), formó parte de la dimensión alimentaria, social y ritual de las culturas que a lo largo de miles de años han coexistido en lo extenso de nuestra cordillera de los Andes (Tapia. 2000). Actualmente, en el Chile de centros urbanos, donde habita la mayor parte de la población, los granos andinos - *Quinua, Cañihua, Kiwicha y Tarwi* - (IVCMQ. 2013), se encuentran en un alto grado de desconocimiento social, silenciados, subvalorados, casi olvidados. La quinua, es el único que se encuentra en una creciente recuperación de cultivo, consumo y valoración social, sin embargo, el consumo apenas llega a 22 gramos por persona al año (FAO. 2016). En el caso del amaranto, su consumo es tan insignificante que no es posible calcular su consumo anual, y a nivel agrícola no se superan las 40 hectáreas de cultivo (Gallardo. 2018). Aunque en los últimos años, se vienen realizando esfuerzos de pequeños agricultores e incipientes programas estatales que analizan la factibilidad del cultivo de amaranto en suelo chileno, aún nos encontramos en un estado de desinformación generalizada en la sociedad chilena, lo que impide conocer la importancia del alimento, lo que se traduce en la inexistencia de un repertorio culinario colectivo que motive cocinar este producto e incluirlo en la alimentación familiar.

En pleno siglo XXI, en el anhelo de convertirnos en un país moderno y desarrollado, hemos empobrecido nuestro acervo cultural en la alimentación familiar. La Encuesta de Consumo Alimentario (MINSAL. 2014), que no incluye amaranto, señala que el 5 por ciento de la población come saludable, el 95 restante requiere modificaciones, tendencia que ratifica el mapa nutricional que indica que más de la mitad de niñas/os, excede su peso a los seis años de edad, atribuyendo esta tendencia, a entornos culturales como la escuela, el trabajo o el hogar, que facilitan hábitos alimentarios no saludables (JUNAEB. 2016). Asimismo la Encuesta Nacional de Salud es contundente al ofrecer cifras comparativas 2010 y 2017 sobre el estado nutricional *sobrepeso-obesidad-mórbido,* el cual aumentó de un 64,4% a un 74,2% total país. (MINSAL. 2016-2017).

El presente trabajo, desarrollado por nuestra línea de investigación *Cocinas Indígenas*, tiene como objetivo la entrega del primero de cuatro *microrecetarios* de amaranto, basándose en una cultura culinaria y gastronómica con identidad territorial, que apunta a una cocina funcional de ejecución simple, que contribuya a fortalecer el sistema de alimentación familiar, entregando información que compense el desconocimiento generalizado de sus propiedades nutritivas, alto contenido y calidad

de proteínas-aminoácidos esenciales, grasa, fibra, vitaminas y minerales (Seminario. 2004), además de sus efectos benéficos para la salud en el campo de los alimentos funcionales y con propiedades nutraceúticos. (Balbín. 2014)

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron principalmente semillas crudas de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), más un banco de alimentos de ferias locales como frutas de temporada, miel de abeja, camote, calabaza, semillas, arropes, quinua, además de pasta y manteca pura de cacao, chocolates y cacao en polvo, de países vecinos Bolivia, Perú y Ecuador. Para el procesamiento culinario se utilizó tecnología común de cocina: licuadora, batidora de mano, batería de cocina, refrigerador y cocina convencional, utensilios generales. Las creaciones se fotografiaron con cámara digital réflex Canon T3, el diseño y diagramación fue realizado en Adobe Ilustrator e Indesign.

El método de la investigación se dividió en cuatro áreas: 1) recopilación de literatura disponible en materia socio-cultural, arqueológica, culinaria-

Cuadro 1.- Selección Microrecetario de amaranto. Serie Postres.

POSTRES	INGREDIENTES	MÉTODO DE PREPARACIÓN
CREMA MORADA *Helado de plátano y Kiwicha con tono de calafate o maqui y Arrope de algarroba* 6 porciones	4 plátanos muy maduros ½ taza de kiwicha cocida y colada 1 cucharada de calafate o maqui en polvo (alternativa: 20 gramos de arándanos congelados) 1 cucharadita de arrope de algarrobo para bañar (alternativa: miel de abeja líquida, miel de caña, agave)	Previamente, los plátanos pelados y trozados, deben estar congelados. Al retirar del congelador, lava con agua en un colador y deja descongelar por 5 minutos, luego muele con la batidora de mano hasta formar la crema helada, agrega la Kiwicha cocida y el polvo de calafate o maqui. Sirve de inmediato en una copa pequeña, baña con arrope de algarrobo, decora con una flor comestible de temporada. Si usas arándanos congelados, procésalos junto con los plátanos.
DULCE CARICA *Papaya chilena asada con centro de Kiwicha en manteca pura de cacao* 8 porciones	1/2 taza de kiwicha cocida y colada 4 papayas chilenas 40 gramos de manteca de cacao (reemplazo: chocolate blanco 34%)* 40 gramos de avena integral 2 cucharadas de miel de abeja Gotas de arrope de chañar (alternativa: miel de abeja líquida, miel de caña, agave) * En caso de usar chocolates, no utilizar miel	Lava las papayas con un cepillo, seca y luego píntalas con aceite de coco u oliva. Asa-tuesta las papayas por 10 minutos en plancha o sartén de fierro o tostador de pan chileno, girándolas permanentemente para obtener una ligera cocción y tonos dorados parejos. Paralelamente, remoja la avena con media taza de agua recién hervida, cuando absorba toda el agua, con la batidora de mano, haz una crema muy espesa. Funde a baño maría la manteca de cacao con la miel, agrégala con la kiwicha a la crema de avena, bate a mano. Parte cada papaya en su mitad, con una cucharilla retira su contenido, pásalo por un colador de malla mediana para que el jugo lo incorpores a la mezcla, termina de batir, guarda en el congelador por 5 minutos la crema y las papayas. Rellena las papayas con la crema, agrega al centro un toque de arrope de chañar, espolvorea con ají merkén ahumado, al congelador por 10 minutos. Listo para servir.
APILL KOCHÜ *Esferas de camote dulce con cacao y crocante de Kiwicha.* 24 unidades	4 camotes medianos morados o amarillos 40 gramos de cacao natural en polvo (café claro) 60 gramos de kiwicha tostada 30 gramos de pasta de cacao (reemplazo: chocolate negro 75%)* 2 cucharadas de aceite de coco 2 cucharadas de miel. * Si usas chocolates, no utilices miel	Una noche antes, cocina los camotes con piel 15 a 20 minutos, cuida que estén bien cocidos, pero firmes, deja enfriar a temperatura ambiente, luego refrigerar. Pela los camotes y procesa en la batidora de mano, añade cacao en polvo hasta que la mezcla quedé una masa homogénea y consistente, luego en un recipiente junta la masa con la kiwicha tostada, añade el aceite de coco la miel y la pasta de cacao previamente fundidas a baño maría, revuele la mezcla a mano y da forma a cada esfera, pásalas por cacao en polvo. Al congelador por 20 minutos y servir.
WIÑOL TRIPANTU *Doble crema de cacao en centro de Kiwicha, arrope de chañar y algarrobo.* 6 porciones	¼ taza de kiwicha cocida y colada 20 gramos de manteca de cacao (reemplazo: chocolate blanco 34%)* 40 gramos de pasta de cacao (reemplazo: chocolate negro 75%)* 60 gramos de avena integral 5 cucharadas de miel de abeja Arrope de chañar y algarrobo (alternativa: miel de abeja líquida, miel de caña, agave) * Si usas chocolates, no utilices miel	Remoja la avena con media taza de agua recién hervida, cuando absorba toda el agua, con la batidora de mano, haz una crema muy espesa. Funde a baño maría la pasta y manteca de cacao por separado, la pasta con tres cucharadas de miel, la manteca con dos. Mezcla y bate a mano dos tercios de la crema de avena con la pasta de cacao, el tercio restante de la avena con la manteca de cacao a la que añades la kiwicha. Rellena en vasos pequeños para cortos, primero una cucharadita de arrope de chañar, la crema de pasta de cacao, la crema de manteca de cacao con kiwicha al centro, pasta de cacao nuevamente, una cucharadita de arrope de algarrobo, al congelador por 20 minutos. Decora con una flor comestible de temporada y servir.

gastronómica *altoandina*, estadísticas agronómicas y alimentarias 2) procesos etnográficos de nuestro chef investigador en departamentos de Cusco y Puno, Perú, macro zona norte y centro-norte-sur de Chile 3) laboratorio culinario para experimentación, aplicación de técnicas culinarias, creación, re-interpretación, estandarización, selección de recetas 4) diseño y diagramación del *microrecetario* digital.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando la escasez de tiempo para cocinar en la vida moderna, generamos un recetario funcional que contenga amaranto como una de sus principales fuentes nutricionales y que los procesos-técnicas de transformación-elaboración demanden una organización de tiempos breves para ejecutarse estratégicamente en el hogar durante los días de la semana. El enfoque se realizó desde el gusto dulce como área sensitiva prioritaria del paladar de niñas/os y adultos, obteniendo como resultado del ensayo de laboratorio culinario-gastronómico, la selección y estandarización de siete recetas, una serie de cuatro postres y tres bebidas, las que fueron ilustradas junto a la diagramación de los contenidos históricos, culturales, nutricionales y técnicas culinarias que se editaron en archivo digital PDF, obteniendo así, un material de difusión e intercambio de conocimientos para incorporarlo en la actual cocina familiar.

Las bases culinarias del presente recetario recomiendan técnicas para la preparación y cocción de los granos con antelación. 1) activar el proceso de germinación remojando los granos la noche anterior, a la mañana siguiente cambiar el agua de remojo y cocinar la kiwicha en tres partes de agua por una

Cuadro 2.- Selección Microrecetario de amaranto. Serie Bebidas.

BEBIDAS	INGREDIENTES	MÉTODO DE PREPARACIÓN
PONCHE CALIENTE DE KIWICHA 6 vasos	Frutas maduras de la feria: 1 manzana roja, 1 pera, 1 taza de piña 1 ½ taza de kiwicha cocida Plantas y/o semillas aromáticas a su alcance y elección:, malva rosa, boldo, mentas, poleo, hoja de coca, jengibre, anís estrella, clavo de olor, canela cardamomo, culén, pacul, molle, pequeñas cantidades de cada una a su gusto. 3 cucharadas de chuño (almidón de maíz) Miel de abeja o azúcar de caña para reforzar el dulzor a gusto	Haga un caldo de la cocción de las frutas trozadas plantas y/o semillas, en 3 litros de agua por 20 minutos asegurando así obtener al menos 2 litros de agua después de la cocción, colar (reservar un litro para la receta de chicha), separar los trozos de fruta y licuar con 1 litro del caldo, en una cacerola volver a calentar la bebida a fuego lento junto con la kiwicha. Disuelva el chuño, en una taza de agua fría y añada lentamente al caldo, revolviendo permanentemente hasta que cuaje el almidón, dejar reposar y refuerza el dulzor con azúcar de caña o miel de abeja, agrega más agua a gusto, si consideras que la bebida te queda demasiada espesa. Servir tibio a caliente en un vaso alto.
CREMOSO DE KIWICHA 4 vasos	1 ½ taza de dos frutas dulces de la feria: chirimoya, lúcuma, manzana, pera o plátanos (poder endulzante) 1 cucharada de semillas de chía ½ taza de semillas de girasol 1 tazas de Kiwicha cocida 1 taza de un vegetal a su elección como espinaca, perejil, cilantro, apio, pepino 1 cucharada de aceite de oliva coco extra virgen Miel de abeja, arrope o miel de caña a gusto para reforzar dulzor si lo requiere Decorar con Kiwicha tostada y una flor comestible (Hielo picado en verano)	La noche anterior lava en un colador de malla fina las semillas de chía y semillas de girasol, déjalas remojando en agua hasta la mañana siguiente. Descarta el agua de remojo de las semillas y procesa en la licuadora con poca agua, lo justo para producir una crema espesa, continúa licuando, agrega el aceite, continúa licuando espera un minuto, agrega la Kiwicha, continúa licuando y agrega más agua para facilitar el trabajo de la licuadora, esta parte del batido no debe durar más de 5 minutos, detén la licuadora. Lava bien el vegetal que quieras usar pícalo en partes grandes, agrega un poco más de agua y licúa, luego agrega las frutas picadas que elegiste hasta enterar 1 litro, obteniendo una bebida cremosa no tan espesa no tan líquida, prueba, si es necesario refuerza con el endulzante que elegiste. Servir en copas grandes.
CHICHA DE KIWICHA Y QUINUA 8 vasos	2 tazas de piña 2 manzanas rojas 1 taza de quinua cocida 1 taza de kiwicha cocida 1 litro de caldo de plantas aromáticas y/o semillas aromáticas a su alcance y gusto (receta de ponche caliente) Azúcar de caña o miel de abeja	Licúa todos los ingredientes en medio litro del caldo reservado de la receta del ponche caliente, hasta obtener una crema, traspasar el contenido a una cacerola, agrega el resto del caldo y más agua hasta obtener 2 litros de bebida, endulza a gusto y deja reposar a temperatura ambiente, al menos por 24 horas. Bate a mano intensamente antes de servir en vaso alto, con cubos de hielo en verano.

del grano, hirviendo a fuego lento por 20 minutos, cuidando de revolver ocasionalmente hasta que el grano esté cocido y el caldo cremoso. Buscamos ese espesor que beneficia la textura de las bebidas, así como para los postres, se requiere colar para usar la kiwicha más seca. La quinua se cocina en dos partes de agua y una de grano, hirviendo a fuego medio-alto por 7 a 9 minutos evaporándose toda el agua. Los granos refrigerados pueden durar hasta 5 días para ser utilizados en diversas preparaciones de la alimentación familiar. Sobre el tostado, en una sartén o cacerola de acero, tostar la kiwicha a fuego lento revolviendo permanentemente por 10 minutos. La mayoría de los granos se reventarán como las cabritas (palomitas de maíz) y varios de ellos quedarán crocantes.

CONCLUSIONES

A lo largo de la historia, son múltiples los factores que determinan los actuales problemas de salud en la alimentación familiar de Chile, el aumento sostenido en la última década de sobrepeso y obesidad está desencadenando diversas enfermedades producto de estilos de vida que atentan contra la salud. Del mismo modo, la pérdida de una memoria ancestral, el olvido y subvaloración de cultivos y consumo de alimentos nativos de nuestros territorios, ha derivado en una dieta monotemática, en desmedro de la enorme diversidad de fuentes alimentarias con un alto contenido de nutrientes que propician mejores condiciones de salud, disponibles en el país y continente, pero que no están presentes en la cocina y consumo cotidiano de nuestra sociedad. El amaranto es uno más de los cultivos y alimentos de consumo masivo que con urgencia debemos recuperar y reincorporar de manera regular en nuestras mesas por medio de un nuevo repertorio culinario.

Nuestro primer *microrecetario*, de postres y bebidas, es una herramienta para niños/as, jóvenes, adultos y ancianas/os, que ha sido desarrollado con la intención de inspirar, encantar, y gestionar un conocimiento que contribuya a recuperar la salud del deteriorado sistema de alimentación familiar en Chile.

Cocineras y cocineros tenemos la responsabilidad de conocer en profundidad el aporte de los cultivos andinos a la nutrición humana (Seminario. 2004), reflexionando sobre el positivo impacto social que nuestras propuestas gastronómicas provocan en la recuperación de nuestra memoria culinaria y códigos territoriales, para fomentar una alimentación que nos permita gozar de bienestar y exquisitos sabores que nos identifican como habitantes de un espacio común, elevando a su máximo esplendor nuestra alta cocina panandina, desde la cultura tradicional- indígena-mestiza y contemporánea, hacia nuevas técnicas y formas de un sublime arte culinario con identidad propia, en el que las familias se llenen de abundantes conocimientos que favorezcan la sostenibilidad y soberanía alimentaria, un legado para las generaciones venideras.

REFERENCIAS

Tapia, M. (2000) Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Segunda Edición. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Chile.

IV Congreso Mundial de la Quinua y Primer Simposio Internacional de Granos Andinos. 2013. Acuerdo en actas del congreso. Ibarra. Ecuador.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2016). Estudio de consumo y nutrición en Quinua. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Chile.

Gallardo, R. (2018) Fundación para la Innovación Agraria. Jefe de programas y proyectos Ministerio de Agricultura. Chile.

ENCA (2014) Encuesta Nacional de Consumo Alimentario. Universidad de Chile. Ministerio de Salud. Chile.

Junta Nacional Auxilio Escolar y Becas (2016) Ministerio de Educación. Chile.

Encuesta Nacional de Salud (2016-2017). Departamento de Epidemiología. División de Planificación Sanitaria. Subsecretaría de Salud Pública. Ministerio de Salud. Chile

Seminario, J. 2004. Origen de las Raíces Andinas (7). En: J. Seminario (ed.). Raíces Andinas:

Contribuciones al conocimiento y a la capacitación.

Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) No. 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú. p. 1-38.

Balbín, B. (2014) Nutraceúticos peruanos que previenen enfermedades. Cultura, Ciencia y Tecnología. ASDOPEN-UNMSM/N°5/ Enero. Junio 2014.

COMPROBACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL AMARANTO ORGÁNICO PARA SUPERAR LA DESNUTRICIÓN INFANTIL DE 0 A 5 AÑOS Y MÁS DE 5 A 12 - CICLOS 2015-2017

Hernández Garciadiego, Raúl.[1] *; Herrerías Guerra, Gisela[2]; Márquez Bazán, Jorge.[2] ; Eugenio Morales, Pánfilo.[1]

[1]Grupo Cooperativo Quali, Centro Mesoamericano del Agua y la Agricultura.
Autopista Tehuacán- Oaxaca, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla.
Correo-e: raulhernandez@alternativas.org.mx
[2]Alternativas y Procesos de Participación Social A.C., Museo del Agua "Agua para Siempre".
Correo-e: giselaherrerias@alternativas.org.mx

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: Desnutrición infantil, pueblos indígenas, desarrollo regional sostenible y cooperativo, agroecología.

INTRODUCCIÓN

En 1982 iniciamos la recuperación del cultivo y consumo del amaranto en la región en torno al Valle de Tehuacán, uno de sus centros de origen y diversificación.[1] Tras 16 años de capacitar en su siembra y consumo ya comprendíamos su importancia cultural, ecológica, económica y nutricional.[2] Lo que no se sabía entonces, era cuánto amaranto debía consumirse para superar la desnutrición infantil, por lo que en 2007 Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. formalizó su programa de Nutrición Infantil, utilizando amaranto orgánico certificado producido por el Grupo Cooperativo Quali, para garantizar su inocuidad garantizada por sus prácticas agrícolas ecológicas y por la higiene certificada en su procesamiento agroindustrial. En el Congreso Nacional del Amaranto (2014), publicamos el reporte de investigación-acción: "Superación de la desnutrición infantil con alimentos de amaranto orgánico Quali 2007 a 2013".[3] Sus componentes son: 1) diagnóstico clínico inicial de los niños y control mensual de peso y talla como indicadores de mejora nutricional; 2) educación nutricional y culinaria, enfocada en la adecuada reincorporación del amaranto en la dieta familiar cotidiana; 3) educación en higiene básica para la preparación y consumo de alimentos; 4) entrega de paquetes mensuales de alimentos de amaranto orgánico Quali; 5) capacitación en siembra de amaranto; 6) promoción de la organización social y fomento del trabajo cooperativo. Durante siete ciclos anuales se atendió a 4,029 infantes de las regiones Mixteca-Popoloca, y Sierra Negra, de cultura náhuatl, popoloca y mixteca, encontrando 45% de desnutrición. Entre las conclusiones destacó que un tratamiento de 25 g diarios de amaranto como complemento a la dieta tradicional que incluye maíz y frijol, aporta los aminoácidos esenciales para la síntesis de la proteína, logrando la mejoría en 78% de los 1,527 infantes a los que se brindó tratamiento nutricional durante un mínimo de 6 y hasta 9 meses, llegando 54% de ellos a la recuperación total. La primera conclusión fue que "El grado de desnutrición encontrada en 45% de los niños campesinos e indígenas, es ética y políticamente inadmisible, ya que revela la violación al derecho humano a la alimentación, a la salud y a una vida digna, por lo que exige un compromiso de la sociedad

1 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2005) "Agua para Siempre y Quali: un cuarto de siglo de desarrollo regional"

2 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (1998) "Amaranto, historia y Promesa"

3 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2014) "Superación de la desnutrición infantil con alimentos de amaranto orgánico Quali"

y del gobierno para atender esta marginación con acciones adecuadas, de efectividad comprobada". En 2016 reportamos el análisis del impacto de la duración del tratamiento con dos cohortes de 815 niños, en las que el 89% de quienes recibieron el tratamiento durante seis o más meses lograron mejoría, 47% alcanzando la recuperación total, por lo que se concluyó con la recomendación de brindar el tratamiento durante nueve a doce meses.[4]

En el presente reporte de investigación-acción, presentamos los resultados de los años 2015 a 2017 con 3,992 niños evaluados y atendidos en las cohortes de la región Mixe, Oax. que presentan características ambientales y culturales muy diferentes, para ponderar la viabilidad de la utilización del amaranto en regiones muy distintas entre sí. Este período coincidió con la visita del papa Francisco a la FAO-ONU, en donde dijo que se requieren nuevas normas y mayores compromisos para nutrir al mundo, y compartió su convicción de que "el derecho a la alimentación sólo quedará garantizado si nos preocupamos por su sujeto real, es decir, la persona que sufre los efectos del hambre y la desnutrición. Repito -dijo- el sujeto real. El hambriento está ahí... y pide ser considerado en su condición, recibir una alimentación de base sana. Nos pide dignidad, no limosna." El proceso impulsado por Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. ha recibido un impulso continuo, canalizado a través del Grupo Cooperativo Quali que produce los alimentos nutritivos de amaranto orgánico certificado, y participa en la regeneración ecológica de cuencas con el programa "Agua para Siempre".[5]

MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de promoción del desarrollo regional sostenible y cooperativo, está integrado por los siguientes grupos de actividades: 1) Presentación del proyecto a las autoridades locales y a las familias; 2) Evaluación del estado nutricional de la población infantil en cada localidad, cuando los padres así lo deciden; 3) Realización de talleres de nutrición; 4) Realización de talleres de elaboración de alimentos con amaranto, 5) Realización de talleres de siembra de amaranto, y 6) Realización de talleres de presentación de resultados, evaluación y cierre del ciclo. Los talleres abarcaron cuatro temas distintos: "Alimentación correcta usando como guía el Plato del Bien Comer"-enriquecido con la inclusión del amaranto en hoja, en grano y como harina-, "Desnutrición de los niños y sus consecuencias", "Alimentación en las etapas de la vida" e "Historia de la alimentación, alimentación tradicional vs alimentación industrial". En el primer ciclo (2015-2016) se atendió a 1,414 niños de 24 localidades de 5 municipios. Respondiendo a la petición de las mamás, se atendió también a niños de más de 5 y hasta 12 años, lo cual no estaba previsto inicialmente. A las familias participantes se les entregaron paquetes con alimentos nutritivos de amaranto para iniciar la recuperación de los niños que presentaron desnutrición. Se entregaron también paquetes complementarios para compartir con la familia, para asegurar que los niños en proceso de recuperación reciban diariamente los alimentos destinados a ellos, formulados para aportar 25 gramos de amaranto. En este primer ciclo, el 44% corresponde al grupo prioritario de edad de menores de 5 años, y el 56% formaron un nuevo grupo de mayores de 5 años. 541 casos presentaron algún grado de desnutrición (36% del total). En el segundo ciclo (2016-2017) se atendió a niños de siete nuevas localidades con mayor marginación por su ubicación, evaluando a un total de 1,132 niños de ambos grupos de edad. Además, se dio seguimiento a 309 niños de 18 localidades incorporadas en el primer año. El porcentaje de casos de desnutrición detectados en cada localidad tuvo rango muy variado -desde 19% hasta 67%- con un promedio de 47%. En el tercer ciclo (2017-2018) se atendió a 1,100 niños de cuatro nuevas localidades incorporadas, detectando 522 casos con algún grado de desnutrición, que coincidentemente representan un 47% del total de diagnósticos realizados y se dio seguimiento bimestral a 143 niños durante un ciclo más.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de seguimientos en cada pueblo fue variable al incorporarse al programa en diferentes momentos, formando una cohorte dinámica. También fue variable el número de evaluaciones que se realizaron a los niños en cada pueblo, porque no todos se incorporaron en la misma fecha, ni fueron igualmente constantes en su seguimiento. En el

4 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2016) "Resultados de la recuperación del amaranto para superar la desnutrición infantil - Impacto de la duración del tratamiento."

5 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2014) "Flota, la chingadera- Agua para Siempre y el Grupo cooperativo Quali, Sistematización de la experiencia de los años 2003 a

primer ciclo (2015-2016) del grupo de niños menores de 5 años con 6 y más seguimientos que plantea la metodología, se logró que 95% de los casos (108 de 114) alcanzaran diversos grados de mejoría, en que se incluyen los recuperados (34%), los que mejoraron su diagnóstico inicial (18%) y los que mejoraron su peso y talla (43%). En el nuevo grupo de niños mayores de 5 años, 79% de los casos (89 de 112) tuvieron algún grado de mejoría, los recuperados son el 13%, los que mejoraron su diagnóstico inicial son el 5%, y el 62% mejoraron su peso y talla. Durante el segundo ciclo (2016-2017), en el grupo de niños de 0 a 5 años con 6 y más seguimientos, 94% presentan diversos grados de mejoría (149 de 159), en que se incluyen los recuperados (18%), los que mejoraron su diagnóstico inicial (31%) y los que mejoraron su peso y talla (45%). A partir de las conclusiones del primer ciclo, se decidió incrementar la ración de amaranto diario a 39 g para el grupo de niños de más de 5 a 12 años, por tener ya un mayor peso y estatura con el consiguiente mayor requerimiento nutricional; aquellos con seis o más seguimientos, 95% (135 casos de 142) tuvieron algún grado de mejoría. Se observó que 25% de los niños del primer ciclo tuvieron una recaída en su condición nutricional al suspenderse la entrega de paquetes durante el cambio de ciclo, lo cual merecerá atención y búsqueda de propuestas de corrección, ya que parece indicar que las familias no lograron abastecerse de amaranto en su propio huerto, como estaba previsto. En el tercer ciclo (2017-2018), en el grupo de niños de 0 a 5 años con 6 y más seguimientos, 88% mejoraron su condición (59 de 67), con un 9% que se recuperaron, el 37% que mejoró su diagnóstico, y el 42% que mejoró su peso y talla. En el grupo de más de 5 a 12 años que tuvieron 6 o más seguimientos, se observó mejoría en el 92% (90 de 98 casos): el 10% se recuperaron, 16% mejoró su diagnóstico inicial y el 65% mejoró su peso y talla. En el grupo que continuó su seguimiento por un año adicional, entre los niños de 0 a 5 años de edad que cumplieron con tener 6 meses o más de tratamiento se obtuvo una mejoría del estado nutricional del 90%, mientras que en el grupo de más de 5 hasta 12 años, el 97% lo lograron. En ambos grupos de edad los porcentajes de niños con 6 meses o más de tratamiento que lograron mejorar su estado nutricional, son muy similares a los obtenidos en el cierre del ciclo 2016 en las localidades en segundo año de atención.

CONCLUSIONES

1.- El proceso seguido en estos tres años en una región indígena marginada, ecológica y culturalmente muy distinta a aquella en la que se originó esta propuesta metodológica de nutrición infantil, demuestra su capacidad para adecuarse y lograr la viabilidad del uso del amaranto orgánico certificado para resolver la problemática de desnutrición enfrentada.

2.-Se confirmó la fuerte incidencia de la desnutrición infantil en la sierra Mixe, al encontrar 47% en el promedio de todas las cohortes, siendo desnutrición crónica en la mayoría de los niños de 0 a 5 años y desnutrición leve en el grupo de más de 5 y hasta 12 años.

3.- Se confirmó la adecuación de las raciones planteadas de 25 g para niños de 0 a 5 años y de 39 g para los de más de 5 a 12 años, como complemento a la dieta tradicional que incluye maíz y frijol, al aportar los aminoácidos esenciales para la síntesis de la proteína. También se confirmó la adecuación de entregar un paquete familiar para compartir a hermanos, abuelos y padres, con lo que se eleva la probabilidad de que los niños en tratamiento reciban completa la ración definida en su paquete especial definido en la metodología validada.

4.- Se confirmó la importancia de lograr que los niños alcancen una duración mínima de 6 meses de tratamiento y 12 como deseable, dato confirmado al analizar la fuerte diferencia en logro alcanzado dentro de su mismo grupo de edad entre este período mínimo de tratamiento y los que no lo alcanzaron. Se confirmó también la contribución del seguimiento durante un ciclo adicional, hasta rebasar los seis seguimientos durante el siguiente ciclo, con lo cual se logró un muy satisfactorio porcentaje entre 90 y 97% de mejoría nutricional.

5.- El proceso de nutrición de los niños mayores a cinco años les permitirá mejorar su desempeño vital, aunque al incorporarse en esta edad más tardía se espera una recuperación más lenta respecto a los que inician de 0 a 5 años, edad en que -señala UNICEF- el cerebro realiza entre 700 y 1000 nuevas conexiones neuronales por segundo.[6] Los resultados en mejoría en la nutrición de los niños en la edad prioritaria de menores a cinco años, favoreció rápidamente su desarrollo, lo cual los habilita fisiológicamente para un mejor desarrollo cognitivo justo al iniciar su vida

6 UNICEF Estado Mundial de la Infancia 2016 Recuadro 2.1 El cerebro en desarrollo: una ventana de oportunidad para el aprendizaje en los primeros años. P. 50

escolar, lo cual les permitirá desplegar plenamente su potencial y alcanzar un mejor aprovechamiento en su formación, ampliando su horizonte de vida.

6.- Los destacados resultados alcanzados mediante el consumo de amaranto orgánico demuestran que está a nuestro alcance como país la superación de la desnutrición infantil, y al ser un derecho humano la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad, es obligación de ética política adoptarla como política pública.

7.- Las acciones que se realizan en este programa contribuyen directamente a la "Década de las Naciones Unidas para la Acción en Nutrición 2016-2025", así como al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, aprobados por la Asamblea de la ONU en su Agenda 2030. En agosto de 2018, el Grupo Cooperativo Quali y Agua para Siempre –ganadores de Iniciativa México del Bicentenario en 2010- obtuvieron el Primer lugar de la Iniciativa Latinoamericana FAO 2018, por el "Sistema alimentario de amaranto orgánico como modelo innovador de desarrollo rural sostenible de agricultura familiar para superar la desnutrición y la pobreza".

REFERENCIAS

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2016) "Resultados de la recuperación del amaranto para superar la desnutrición infantil - Impacto de la duración del tratamiento." Memorias foro "Revalorizando tradiciones alimenticias: Análisis y perspectivas del amaranto en México" Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM 16 y 17 nov. 2016

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G.. (2014) "Superación de la desnutrición infantil con alimentos de amaranto orgánico Quali" Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. y Cedetac. En Memorias del Congreso Nacional del Amaranto. Universidad Autónoma Chapingo 28-30 agosto 2014".

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2014) "Flota, la chingadera- Agua para Siempre y el Grupo cooperativo Quali, Sistematización de la experiencia de los años 2003 a 2014". Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. 32 pp. en "Caminos de lucha y esperanza- Once relatos por la justicia, la inclusión y todos los derechos humanos". Reygadas Robles-Gil (ed.) Servicios, Desarrollo y Paz A.C. SEDEPAC. México, D.F.

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2005) "Agua para Siempre y Quali: un cuarto de siglo de desarrollo regional" 47 pp. Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. en "Proyecto de Sistematización y Proyección de los Aportes de la Sociedad Civil al Desarrollo Local. Consejo de Educación de Adultos de América Latina, México D.F.

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (1998) "Amaranto, historia y Promesa" en Tehuacán, Horizonte del Tiempo, Club Rotario Tehuacán Manantiales, Tehuacán pp. 64-83

PROGRAMA PUEBLA NUTRIDA
CASO DE ÉXITO EN LA DIFUSIÓN DEL CONSUMO DE AMARANTO EN PUEBLA

Gallegos Carmona Paola

[1]Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado de Puebla, Dirección Alimentaria y Desarrollo Comunitario, Departamento de Orientación Nutricional y DC, Calle 5 de Mayo 1606, Col. Centro, Puebla, Pue., 72000, México. *Correo-e: paolagallegos.dif@gmail.com

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: cocina, nutrición, prevención, seguridad, salud.

INTRODUCCIÓN

Mediante las visitas a los municipios, descubrimos la importancia de difundir entre la población los beneficios de la ingesta diaria del amaranto, no sólo por la necesidad de alimentarse correctamente -que en nuestros tiempos toma mayor importancia- sino también porque este cereal, que es uno de los más antiguos de Mesoamérica, debería reincorporarse a la cultura gastronómica. Por tales motivos, se expone como caso de éxito la difusión sobre el consumo de este producto tan importante para nuestros ancestros, que se realiza a través del programa Puebla Nutrida.

El programa Puebla Nutrida surge por la necesidad de difundir entre la población en general diversos mensajes de orientación alimentaria, los cuales tienen la finalidad de disminuir indicadores de mala nutrición a lo largo de todo el estado, así como contribuir en la salud y favorecer la calidad de vida de las familias poblanas, combatiendo malos hábitos de consumo y enfermedades como diabetes, hipertensión, obesidad o sobrepeso.

Además, se brindan conocimientos teórico-prácticos sobre cómo llevar una alimentación correcta a través de pláticas y talleres de preparación de platillos, en los que se conforman menús nutritivos, equilibrados y variados, que incluyen nuestro ingrediente estrella: **el Amaranto.**

Asimismo, se canaliza a las personas que sean candidatas a ser beneficiarios de los programas “Iniciando una correcta nutrición”, “Rescate Nutricio” o “Apoyo Alimentario a Adultos Mayores, Jóvenes o Personas con Discapacidad”.

Puebla Nutrida logra acercarse a las comunidades por medio de la unidad móvil, la cual es indispensable para acercarnos a la gente, llegando a poblaciones de difícil acceso para brindar atención personalizada. La orientación que se ofrece se adapta a las necesidades de cada lugar, tomando en cuenta los productos de la región y la promoción de una dieta diaria equilibrada, en la que se recomienda la ingesta de amaranto, con la finalidad de prevenir las enfermedades ya mencionadas, que son las principales causas de muerte en nuestro país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la difusión de una correcta alimentación, “Puebla Nutrida”, requiere una unidad móvil que lleva consigo alimentos no perecederos como: **Amaranto**, leche en polvo, huevo deshidratado, soya, azúcar, condimentos, chiles secos y aceite, entre otros.

Para que esta unidad móvil llegue a los diferentes lugares del estado de Puebla, se requiere una solicitud por parte del municipio, instituciones educativas, empresas privadas o interesados en recibir la orientación nutricional. Al recibir la solicitud se agenda una fecha, estableciendo los requerimientos que son: un lugar techado con asientos, lugar con extensión suficiente para mínimo 50 asistentes y una lista de algunos ingredientes perecederos, que incluyen frutas y verduras.

Una vez coordinada la visita, Puebla Nutrida asiste al lugar con la unidad móvil y el equipo de trabajo que cuenta con un vehículo tipo Crefter VW, diseñado con tecnología de última generación y con dos áreas específicas: una cocina y un consultorio de nutrición.

La cocina cuenta con estufa eléctrica de cerámica porcelanizada, campana, horno de microondas, licuadora, tarja para lavado de trastes, tanque de agua potable y tanque de aguas negras, además de cámaras que proyectan el proceso de preparación de alimentos en pantallas de 50 pulgadas incrustadas en los laterales de la unidad que permiten una apreciación más amplia de dicha preparación.

También tiene utensilios de cocina necesarios como cuchillos, palas, cucharones, pelador, rallador entre otros lo necesario para la preparación de alimentos con higiene y calidad. El consultorio de nutrición cuenta con: estadímetro, báscula, cinta antropométrica, cama de exploración para niños, escritorio, laptop e impresora. Para llevar a cabo las actividades se implementó: equipo de audio y video además de las cámaras y pantallas, DVR, consola de audio, amplificador, 4 bocinas externas y planta de luz.

El procedimiento durante nuestra visita es el siguiente: conectar la unidad a la corriente eléctrica o a planta de luz propia, preparar los alimentos alternando con diapositivas de orientación nutricional, brindar la degustación de alimentos, entregar las guías alimentarias y el recetario, además de realizar la evaluación de Estado Nutricio, integrar el expediente (en caso de ser un candidato a programa) y tomar peso y talla a quien lo solicite.

De esta manera, en cada una de estas actividades está inmersa la orientación y promoción del consumo del amaranto, ya que además, se vigila el menú que se sirve en los desayunadores escolares y en los hogares, pues al interactuar con amas de casa y público en general nos es posible encontrar áreas de oportunidad para incidir en el máximo aprovechamiento de dicho cereal, el cual es un insumo básico que proporciona el Sistema Estatal DIF en los programas de alimentación.

Ha sido mediante esta observación como nos hemos dado cuenta de que existe un desconocimiento sobre los beneficios que aporta el **amaranto,** tanto

su valor nutricional como las distintas maneras de aprovecharlo en la preparación de una variedad de platillos altamente benéficos, que son fáciles de cocinar y de bajo costo.

A través de las visitas a los desayunadores escolares modalidad caliente encontramos que en los usos y costumbres culinarios de la población en general, existen malos hábitos alimenticios, principalmente el exceso del consumo de bebidas procesadas, cereales, proteínas, grasas, sal y azúcar, contra una baja ingesta de frutas y verduras. Esta situación, genera problemas de salud como niveles altos en triglicéridos y colesterol, desnutrición, diabetes, hipertensión, obesidad y sobrepeso.

Por ello, a través de la orientación nutricional, los guiamos por el plato del bien comer y les explicamos cómo equilibrar el menú del día, utilizando los grupos de alimentos por su recomendación nutricional, incluyendo enfáticamente el amaranto a través de un recetario que contiene recetas de soya y amaranto diseñado por el equipo de Puebla Nutrida para la correcta alimentación y en porción adecuada.

RESULTADOS

Mediante esta experiencia, se identificó que la población requiere información básica, con un lenguaje propio, con el que puedan mejorar la forma en la que cocinan y se alimentan diariamente. La unidad móvil es el instrumento articulador del proceso pedagógico para la construcción de una cultura para el cuidado de la salud y las buenas prácticas de alimentación y estilo de vida saludables.

En el año 2017 alcanzamos a 459 mil 986 beneficiarios, quienes ya están mejorando su alimentación y reduciendo el consumo excesivo de grasa, sal y azúcar. Para este año hemos llegado a 41 mil 110 personas, quienes han expresado su interés por mejorar su salud y calidad de vida y entre quienes hemos difundido la necesidad de generar una mayor demanda del amaranto. Se ha promovido que la población lo incluya como un ingrediente más en la cocina ya que tiene una amplia variedad de usos como agente espesante, condimento en sopas y cremas, en la preparación de agua de horchata, así como en diversas croquetas o tortitas combinadas con sabores que van desde un epazote y picante tipo mexicano, o un italiano con albahaca y tomates deshidratados, hasta un griego con cacahuates y hierbabuena, pasando por todas las hierbas de olor y verduras que pueden incluirse, convirtiéndose en un platillo con equilibrio ideal. La forma más simple es espolvoreándolo sobre ensaladas, guarniciones, salsas y postres. Como resultado de estas enseñanzas, la población ahora busca adquirir este cereal, ya que nuestra propuesta es darle vida dentro de la cocina tradicional en los hogares y no solo como comúnmente le conocemos en forma de postre o barra, sin demeritar el valor de la ya tradicional alegría. De manera que estas nuevas formas de consumo potencializan la venta de amaranto. Si nuestros beneficiarios de 2017 consumieran 250 gramos de amaranto mensual, tendríamos 114 mil 996.5 kilogramos consumidos, que al año sumarían 1, 380 toneladas, incidiendo radicalmente en la demanda del consumidor y logrando abrir el camino para una política de inclusión del amaranto en la canasta básica.

A través de los diferentes programas, hemos logrado que 585 mil 14 personas incluyan el amaranto en su dieta cotidiana obteniendo resultados favorables en peso y talla con base en los Resultados de Registro Nacional de Peso y Talla 2016 (RNPT) encontramos que Puebla muestra una tendencia regular al descenso de la prevalencia de talla baja entre Censo Nacional de Talla (CNT) de 1994-2004 y del RNPT 2016 de 25% a 9.9% en niños de 6 a 9 años cumplidos.

CONCLUSIONES

La inclusión del amaranto en nuestros programas de asistencia alimentaria como un insumo complementario ha tenido una participación positiva como por ejemplo en los resultados que se presentaron el 21 de Marzo de 2014 de la evaluación realizada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en 2014-2015 (PNUD). El análisis incluyó una evaluación del impacto atribuible a tres de sus programas de Desayunos escolares modalidad fría y caliente e iniciando una correcta nutrición, la cual se calificó como satisfactoria ya que si tienen un impacto positivo en la nutrición de los infantes poblanos, contribuyendo a la disminución de los índices de desnutrición y a la reducción de la seguridad alimentaria. También hubo mejoras en la calidad de la dieta y se redujeron síntomas de enfermedades gastrointestinales.

Uno de los principales retos en Puebla es disminuir el porcentaje de la población que vive en condiciones de carencia alimentaria. Al respecto,

es importante resaltar que se han tenido resultados positivos, ya que datos del CONEVAL de 2010 a 2016 indican que más de 360 mil personas ya mejoraron su condición en este rubro.

REFERENCIAS

Resultados de la Evaluación por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en 2014-2015 (PNUD) SEDIF PUEBLA Y PNUD PRESENTARON RESULTADOS DE ESTUDIO EN MATERIA ALIMENTARIA PARA REDUCIR REZAGOS Y DESIGUALDADES EN EL ESTADO
http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/presscenter/pressreleases/2014/03/21/sedif-puebla-y-pnud-presentaron-resultados-de-estudio-en-materia-alimentaria-para-reducir-rezagos-y-desigualdades-en-el-estado.html

Estado de nutrición en población escolar mexicana que cursa el nivel de primaria. Registro Nacional de Peso y Talla en Escolares. Pg. 35.

Secretaria de Salud, México. Estrategia Nacional para la Prevención y Control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes. Primera edición, México, septiembre 2013. 105 pg.

Secretaria de Salud, México. Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria. Estrategia contra el Sobrepeso y Obesidad, México. 2010.

DESARROLLO DE UNA GALLETA DE AMARANTO PARA LA DIETA DE LA MADRE EN PERIODO DE LACTANCIA

Peláez Castañeda A.E.[1] González García A.F[1] , Mejía Garibay B.[1] y Porras-Loaiza P.[1]*

[1] Universidad de las Américas Puebla. Ex hacienda Sta. Catarina Mártir S/N. San Andrés Cholula, Puebla. C.P. 72810. México *Correo-e: patricia.porras@udlap.mx

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave:desnutrición, contenido proteico, calidad nutrimental.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la OMS (2018), la leche materna es la mejor forma de proporcionarle a los niños pequeños los nutrientes necesarios para fomentar un adecuado crecimiento y desarrollo, por lo que recomienda la lactancia materna por al menos seis meses, prolongándola hasta cuando sea posible, siendo la forma de alimentación óptima para los lactantes al aportar toda la energía y los nutrientes requeridos por el bebé.

La leche humana, es un modelo interesante de un alimento moldeado por la evolución que promueve el desarrollo óptimo de los recién nacidos. Los oligosacáridos constituyen una fracción significativa de los diversos componentes en la leche humana, siendo la tercera especie molecular más abundante en términos de concentración después de lactosa y lípidos (Kunz *et al.*, 2000).

En los últimos años se ha incrementado el interés por el cultivo del amaranto debido a su contenido proteico y ventajas agronómicas (Castel, 2010). El amaranto es un alimento endémico mexicano con alto rendimiento agrícola, el cual cuenta con propiedades y características de alta calidad nutrimental que permiten reconocerlo como la mejor alternativa que posee la humanidad para solucionar el hambre mundial (Herrera y Montenegro, 2012; Abreu, *et al.*, 1995)

El amaranto representa una alternativa para mitigar los efectos de una alimentación carente y puede ser utilizada como recurso en el combate a la desnutrición (Sood, *et al*, 2009) ya que es un alimento con excelente calidad proteica y alto contenido de lisina, que ayuda al desarrollo de bebés y niños, y se asemeja a la proteína ideal que propone la FAO (Contreras, *et al.*, 2011). Además, el contenido de grasa es de 7-8%, y es rica en ácidos grasos poliinsaturados que incluyen el omega-6, omega-3 y el escualeno, que tiene propiedades en el tratamiento de la piel y ayuda a disminuir el colesterol en la sangre. También contiene agentes antioxidantes como los tocoferoles (alfa hasta delta) y tocotrienoles; así como calcio, elemento esencial de los dientes y los huesos (como hidroxifosfato de calcio) y en numerosos fluidos corporales; posee proteínas, vitaminas (B, C, B1, B2, B3), ácido fólico, niacina, fósforo, hasta 60% de hierro y 40% de zinc (FAO, 2018)

Cuando se realizan mezclas de harina de amaranto con harina de maíz o trigo, la combinación resulta excelente, llegando a índices cercanos del 100% porque el aminoácido que es deficiente en uno, abunda en el otro. Además, la digestibilidad de su grano es del 93% y su valor biológico del 72 al 77% (Abreu, *et al.*, 1995).

El alto valor nutritivo del amaranto contribuye en el tratamiento de anemias y desnutrición. Es un alimento rico en hierro, proteínas, vitaminas y minerales por lo que se recomienda que sea parte de la dieta para mujeres embarazadas y niños; así también en el caso osteoporosis (Herrera y Montenegro, 2012).

De acuerdo con la UNICEF, una buena nutrición es la base de la supervivencia, salud y el desarrollo infantil.

Lamentablemente, los esfuerzos que se han hecho en el país para combatir la desnutrición no han sido suficientes. La desnutrición afecta de manera más notable al sur del país, siendo tres veces mayor que en el norte. Sin embargo, las cifras siguen siendo importantes en algunos sectores del país. Los niños de entre cinco y catorce años de edad sufren de desnutrición crónica en un 7.25% en localidades urbanas, duplicándose en las zonas rurales. Las consecuencias de padecer desnutrición incluyen desde retrasos en el crecimiento, bajo rendimiento físico y cognitivo de los niños, hasta la muerte, siendo alrededor de tres millones de niños los que mueren a causa de esta enfermedad.

La UNICEF reportó en el 2012 que sólo el 38% de los recién nacidos se alimentaron con leche materna en la primera hora de vida, y el 14% la recibió desde su nacimiento hasta al menos los primeros 6 meses de vida, y hasta el 2014, el 25.8% presentaba carencias en el acceso a la alimentación.

De acuerdo a los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) del 2012, el 2.8% de la población infantil menores de cinco años presentó bajo peso, 13.6% mostraron talla baja y 1.6%, desnutrición aguda.

Además, hasta el 2012, el 17% de las mujeres embarazadas de la población urbana de 12 a 49 años presentó anemia, siendo mayor en poblaciones rurales representando el 20.5%

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar una galleta con alto contenido de proteína de amaranto para ser incorporada en la dieta de mujeres lactantes de escasos recursos, contribuyendo a mejorar su dieta así como fomentar y promover el consumo de este alimento endémico mexicano con alto contenido proteico y calidad nutrimental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló una galleta utilizando harina de trigo y harina de amaranto la cual presentó alto contenido proteico. Se inició la caracterización física del producto determinando parámetros de textura, actividad de agua y humedad.

Se realizó una prueba de textura por medio de un texturómetro (Texture Analyzer, modelo EZ-SX, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan), operado en modo de compresión para medir la fracturabilidad con una punta de corte sin filo a una velocidad de descenso de 5,0 mm/s y penetrando a una profundidad de 3 mm.

La determinación de humedad de llevó a cabo por el método de estufa para lo cual se pesó aproximadamente 2.5 g de muestra triturada, registrando el peso exacto y colocándola en una charola de aluminio a peso constante y secándola en una estufa atmosférica a 135° C durante 2 horas. La actividad de agua se determinó mediante un higrómetro de punto de rocío de la marca Aqualab 4TEV.

Se realizó una prueba acelerada de vida útil para determinar la análisis de vida de anaquel de las galletas, incubando a 37ºC durante catorce días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se desarrolló una galleta formulada a base de harina de trigo y harina de amaranto, representando el 51% de la formulación.

El análisis proximal resultante obtenido se muestra en el Cuadro 1, el cual muestra el alto contenido de proteico del producto.

Los datos resultantes de la determinación de parámetros físicos de actividad de agua, humedad y textura, así como microbiológicos se muestran en el Cuadro 2.

El análisis proximal mostró un alto contenido de proteína, así como un 1.8% de fibra. Las muestras presentaron entre 18.9% y 13.34% de humedad al inicio y término de la prueba de vida de anaquel acelerada, respectivamente, lo que generó una buena estabilidad del producto.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa una aumento en la fuerza de fracturabilidad debido a la disminución de humedad contenida en la muestra, generando el endurecimiento de ésta. Sin embargo, los aspectos sensoriales no se ven afectados significativamente por estos cambios en textura.

La actividad de agua presenta ligeras variaciones, sin embargo no tienen impacto significativo en las características sensoriales del producto.

La galleta no presentó crecimiento microbiano en la prueba de vida de anaquel acelerada. De acuerdo a las disposiciones y especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996, para alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas, la galleta cumple satisfactoriamente con las especificaciones establecidas para este tipo de productos y por lo tanto, es factible darle al menos 1 mes de vida útil con posibilidad de incremento de este tiempo.

CONCLUSIONES

Se pudo obtener un producto a base de amaranto con alto contenido de proteína 8.1% y una vida útil de 70 días sin el uso de conservadores, manteniendo una etiqueta limpia, que permitirá contribuir y mejorar la alimentación de mujeres en periodo de lactancia, además de promover el uso de esta semilla mexicana para apoyar a agricultores locales.

REFERENCIAS

Abreu, M., Hernández, M., Castillo, A., Sampere, E. y Martín, M. 1995. Evaluacion nutricional y toxicológica de dos variedades de amaranto

Cuadro 1. Análisis proximal de galleta

Parámetro	%
Humedad	18.9
Cenizas	1.1
Proteína	8.1
Grasa	11.7
Fibra cruda	1.8
Carbohidratos	58.4

Cuadro 2. Resultados de la prueba de vida de anaquel acelerada.

Incubación (días)	Días de Vida de Anaquel equivalente	Fracturabilidad	a_w	Humedad (% b.h.)	Microbiológico (UFC/g)			
					Coliformes	Bacterias Mesófilicas	Mohos	Levaduras
0	-	483.64±10.67	0.7714	18.97	<10	<10	<10	10
5	25	313.23±14.63	0.7357	14.21	<10	<10	<10	10
8	40	324.41±10.61	0.7286	13.34	<10	<10	<10	10
12	60	388.38±14.34	0.7309	13.86	<10	<10	<10	10
14	70	373.31±8.77	0.7338	13.98	<10	<10	<10	10

de semillas de color negro (*A. Uranguesis y A. Maurensis*). Revista Cubana Aliment Nutr 1995;9(2)

Contreras L, Elizabeth, Jaimez O, Judith, Soto R, Juan Carlos, Castañeda O, Aracelí, & Añorve M, Javier. (2011). Aumento del contenido proteico de una bebida a base de amaranto (Amaranthus hypochondriacus). Revista chilena de nutrición, 38(3), 322-330.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agrifultura. FAO. (2018). Cultivo Tradicional del Mes. Amaranto. Consultado en http://www.fao.org/traditional-crops/amaranth/es/

Herrera, S., Montenegro, A. (2012). El Amaranto: prodigioso alimento para la longevidad y la vida. Kalpana, 8, 50-66.

Instituto Nacional de Salud Pública. (2012). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Consultado en: https://ensanut.insp.mx/resultados_principales.php

Kunz, C.; Rudloff, S.; Baier, W.; Klein, N.; Strobel, S. (2000). Oligosaccha- rides in human milk: structural, functional, and metabolic aspects. Annu. Rev. Nutr. 20, 699–722.

Organización Mundial de la Salud (2018). Temas de nutrición. Lactancia Materna Exclusiva. Consultado en: http://www.who.int/nutrition/topics/exclusive_breastfeeding/es/

Sood A, Sharma HR, Verma R, Anand S. Amaranth, sesame and soybean supplemented nutritions sweet balls. Bhartiya Krishi Anushandhan Patrika 2009, 24(2): 33-6.

AMARANTH HIGHLIGHTS FROM THE 2018 DRYLAND FARMING CONFERENCE IN ARUSHA, TANZANIA

Sumner, Walton

Amaranth Institute, St. Louis, MO, USA
wsumner@wustl.edu

Eje temático: 4
País: USA
Palabras clave:Food security, human health, growth and development.

INTRODUCTION

ECHO, World Vision, and the Amaranth Institute co-hosted a dryland farming conference in Arusha, Tanzania, from August 7th to 9th, 2018, with field trips to the local World Vegetable Center and ECHO on August 10th. One hundred thirty-five participants from 6 African nations and the USA attended. The conference focused on the dryland farming opportunities, challenges, and solutions pertinent to East Africa. Prominent goals included sustainable agriculture, food security, population health, and empowerment of communities generally and women specifically. Many presentations emphasized practical methods of achieving subordinate goals, and amaranth was routinely presented as a uniquely valuable crop in this context. We present a fraction of the conference content most relevant to amaranth.

MATERIALS AND METHODS

We took notes on all plenary sessions, which were held in the mornings, and many of the concurrent afternoon sessions. Slide presentations were accessed from the ECHO Community web site (ECHO, 2018). Recurring themes and interesting developments were noted.

RESULTS AND DISCUSSION

(1) ***East African nations face nutritional challenges, especially in nourishing children***. Children are stunted if their height-for-age is more than two standard deviations below the World Health Organization Child Growth Standards median (WHO): by this definition, perhaps 2.5% of a nation's children should be stunted. Stunting is associated with other consequences of malnutrition, including poor school performance and lowered IQ. In Tanzania, 34% of children under age 5 are stunted, with regional rates from 15% to 56% (Mbuga & Moshi, 2018). The causes of stunting include cultural issues (Opeli, 2018; Sena & Mayala, 2018), infectious diseases, and nutritional quality of food. Incorporating amaranth grain in common recipes, such as uji porridge, is one of the proposed responses to stunting (Post & Mudy, 2018;).

(2) ***Expanding amaranth consumption is complicated.*** Both farmers and consumers tend to know about amaranth as either a grain or a vegetable and may be surprised by the other use. Demonstration

projects, local champions, and cascading teaching arrangements are helpful in disseminating new ideas for both stakeholders (Machivenyika & Nkhungwa, 2018; Malimbwi, 2018). Traditionally regarded as "poor man's food" (Leveri, 2018), amaranth uptake can be slow and the market can suffer severe price swings as supply and demand fluctuate. For this reason, among others, it is unwise for amaranth advocates to promise a price or even a market to potential amaranth farmers; similarly, consumer expectations need to be roughly aligned with actual supply (Post & Mudy, 2018). It is impractical to push for amaranth to replace a staple crop. Amaranth is most easily marketed as a health supplement, first to the farmer's family, then to neighbors, and then to a larger community.

Canadian-developed Information and Communication Technologies (ICTs) – mobile phones and radio campaigns – have begun to provide large scale, real time interaction between farmers and extension agents. Early evidence suggests that this extreme leveraging of extension agents' expertise facilitates farmers' learning (Chapota, 2013).

(3) ***A variety of simple devices and techniques facilitate small scale dryland farming.*** Farmers can mitigate the stress of intermittent rainfall by harvesting rainwater with haffir (covered, man-made ponds), capturing road runoff, and installing simple drip irrigation (Teweldibrihan & Msanya 2018), and reusing kitchen waste water (Bonaventure 2018). Evaporative coolers and solar dryers are useful for preserving leaves for use during the dry season. Small machines help process amaranth seed to consumer products (Leyan 2018). Carefully designed biogas digesters, integrated with the workflow of a farm, slowly convert waste material to usable methane (Kellner, 2018).

(4) ***Amaranth has several advantages over other crops.*** First, drought tolerance is important in East Africa, which has two short rainy seasons (Post & Mudy, 2018). Farming activity is carefully timed to coincide with expected rains, and crops are selected to succeed under these conditions. Unlike maize, amaranth grain crops seldom completely fail when rainfall is lower than expected. Second, amaranth may require less costly inputs (e.g. fertilizer) compared to other crops (Leveri, 2018; Dubois & Rootheart, 2018). Third, invasive weeds that now fiercely parasitize staple monocot grain crops do not affect amaranth, which is a dicot (Musselman, 2018). Uncultivated amaranth has been observed parasitized by *Cuscuta campestris* (field dodder), but this has not affected amaranth farming yet. However, amaranth's leguminous companion in cultivation, cowpeas, are parasitized by *Striga gesnerioides* (cowpea witchweed) and *Alectra vogelii* (yellow witchweed), potentially complicating crop rotation. Fourth, amaranth has unusually high nutritional value for a row crop (Dubois & Rootheart, 2018). Amaranth leaves and seeds have a high level of high quality protein, although there are East African perennials whose leaves have even higher protein content. Amaranth also efficiently extracts minerals from soil, and leaves contain a multitude of vitamins.

(5) ***Like all crops, amaranth depletes nutrients from the soil, therefore soil health requires active management.*** Some Tanzanian farmers illegally clear areas in national reserves, farm the area for 5 years, and then move to another area as the soil is depleted. The surfaces of the 30-year-old World Vegetable Center demonstration fields have sunk about half a meter below their original height, which is marked by cement irrigation canals: the cause is undetermined, but potential contributing factors include soil compaction, loss of topsoil from erosion or soil clinging to removed weed roots or cultivated tubers, loss of carbon following tillage, and loss of elements that water dissolves and crops extract, like magnesium and zinc. All of these reduce future crop yields. Crop rotation with long-maturity cowpeas and other legumes mainly restores nitrogen (Miller, 2018), not these other elements. Biogas digesters produce a bioslurry byproduct that is usually rich in these elements, depending on feedstocks (Kellner, 2018; Kisimbo, 2018). Three *conservation agriculture* methods – leaving crop residues in place, minimizing soil disturbance, and planting companion crops on alternating rows – preserve soil health and can increase yields by 50% (Miller, 2018). Organic matter, including charcoal and biochar (Sumner, 2018), probably reduce rainwater leaching of nutrients and prolong soil fertility.

(6) ***People ascribe numerous health benefits to amaranth (Kabugi 2018), but these are not formally documented in controlled studies.*** Amaranth is widely believed to treat HIV: until recently in Kenya, neighbors assumed that anyone who started growing amaranth was infected with HIV. At least one hospital routinely prescribes amaranth porridge to prostate cancer patients, with some conviction that this improved outcomes. Daily

amaranth porridge also is thought to improve nutrition and school performance in children. There have been insufficient health records to conduct retrospective research on amaranth supplementation, or resources to conduct prospective research even on an outcome as simple as stunting.

(7) ***The World Vegetable Center in Arusha is doing a lot of valuable, world-class crop research (Dubois & Rootheart, 2018).*** WorldVeg has developed interesting amaranth strains, including a relatively large seed variety (Paris), and very fast-growing varieties (AH-TL; AC-NL) that are well suited for use as an emergency vegetable in disaster areas. Qualified entities can order seeds from WorldVeg at its web site (https://avrdc.org/seed/seeds/).

CONCLUSIONS

Amaranth was a very prominent topic at the dryland farming conference held in Arusha in August, 2018. Amaranth's drought and heat resilience and nutritional value make it a valuable addition to the crop portfolio of the region, but it does completely solve problems with soil depletion. Support for amaranth fosters prosperity, including among traditionally disenfranchised people. Formal documentation of widely expected health benefits is needed to ensure that financial, land, and labor resources are appropriately allocated.

REFERENCES

Bonaventure, C. (2018, August 7). *Kitchen gardens which reuse kitchen waste water*. Presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/b9274958-318b-4b5f-b0d7-ee37e7fbd40a on September 2, 2018.

Chapota, R. (2018, August 7) Bridging the gap between farmers and extensionists with ICT & radio. Presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/c82c3ba1-7cd0-49e8-b1bc-e92d7dcb2575 on September 2, 2018.

Dubois, T., Rootheart, R. (2018, August 8). *The importance of traditional vegetables in drylands*. Plenary presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/f59da4ca-f598-47e2-96bd-7a52b6fe0459 on September 2, 2018.

ECHO. (2018). *Symposium on Improving Nutrition in Dryland Areas 2018 Presentations*. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/ed62348c-74ae-4fd9-8cf8-366737d3f0ff on September 2, 2018.

Kisimbo, E. (2018, August 8). *Integrated farming – case study of Empower Tanzania.* Presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha.

Kabugi, J. (2018, August 7). *The role of amaranth in reducing malnutrition*. Plenary presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/92bf4112-6555-45d7-93d0-4e971b270b3d on September 2, 2018

Kellner, C. (2018, August 9). *Dryland biogas technologies*. Presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/c8cbd40c-7b63-4ed6-a99a-c0a83b50eabe on September 2, 2018.

Leveri, M. (2018, August 7). *Amaranth farming for community empowerment*. Presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/e38245b7-6a5d-4404-8c32-0a406df5b0cc on September 2, 2018

Leyan, S. H. (2018, August 9). *Agricultural Processing Technologies*. Plenary presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/f762556e-ee22-427a-b627-ef58514a1b6e on September 2, 2018.

Machivenyika, L., Nkhungwa, V. (2018, August 8). *Production of Amaranth – a case study of Zimbabwe*. Plenary presentation at Symposium on improving nutrition in dryland

areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/68199ead-ccf1-48fe-b323-3ba04fe65617 on September 2, 2018.

Malimbwi M. (2018, August 9). *Sharing about the Enrich Projects.* presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/resources/cb7c088c-c225-4a1f-a62f-484ff9eaa7b7 on September 2, 2018.

Mbuga, I. W., Moshi, G.R. (2018, August 7). *PANEL: Multisectoral involvement in nutrition with particular focus on the realization of sustainable development goals (SDGs).* Plenary presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/49335630-0421-49e4-be39-c34695c341eb on September 2, 2018.

Miller, N. (2018, August 8). *Conservation Agriculture: Improving soil health and human nutrition in uncertain environments*. Plenary presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha.

Musselman, L. J., (2018, August 8). *Managing striga weed and other parasitic weeds*. Presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/12aa33f6-dcbd-4f4d-bfa7-6485000271ee on September 2, 2018.

Opeli, R. M. (2018, August 9). Harnessing local resources to improve community well-being through enhanced food and nutritional security. Presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/e5cf36b3-a0b9-4eb4-b555-2668d6d67b41 on September 2, 2018.

Post, T., Mudy, P. (2018, August 7). *Long term results of Amaranth promotion in East Africa with West Kenya Case Study.* Plenary presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha.

Sena, S. O., Mayala, J. (2018, August 9). Appreciative Inquiry for successful drylands development / from reliance to resilience. Plenary presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/3cf64d88-7ac2-4c97-b5b0-b1e193c9389f on September 2, 2018.

Sumner, W. (2018) *Waste diversions to improve soil nutrient density and amaranth seed yield*. Presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha.

Teweldibrihan, M., Msanya, H. (2018, August 9). *Water harvesting technologies*. Presentation at Symposium on improving nutrition in dryland areas in Tanzania, Arusha. Retrieved from URL https://www.echocommunity.org/en/resources/6b341174-010a-4518-b96f-972fda824581 on September 2, 2018.

World Health Organization. *Stunting in a nutshell.* Retrieved from http://www.who.int/nutrition/healthygrowthproj_stunted_videos/en/ on September 2, 2018. Also see: http://www.who.int/nutrition/childhood_stunting_framework_leaflet_en.pdf (English) http://www.who.int/nutrition/childhood_stunting_framework_leaflet_sp.pdf (Español) Retrieved on September 2, 2018.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CONSUMO HABITUAL DE AMARANTO EN INDICADORES BIOQUIMICOS Y ANTROPOMETRICOS DE UN GRUPO DE PACIENTES CON DIABETES MELLITUS 2 EN MICHOACAN, MEXICO

Ochoa Ocaña, María Antonieta*[1], González Mendoza, Olivia[2] y Del Ángel Escalona, Andrés[3]

[1] Unidad Académica de Estudios Regionales de la Coordinación de Humanidades, UNAM.A. Làzaro Cárdenas esq Felicitas del Río s/n. Jiquilpan de Juárez, Michoacàn. 59510. Mèxico. *Correo-e: antonietao@hotmail.com; moacana@humanidades.unam.mx

[2] Instituto Gastronómico de Estudios Superiores. Hacienda Buenavista 206. Jardines de la Hacienda. Querétaro, Querétaro 76180. Mèxico. Correo-e: ogonzalezm@iges.edu.mx

[3] Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.Circuito Exterior, Ciudad Universitaria. Coyoacán, Ciudad de México. 04510. Mèxico. Correo-e: delangel@unam.mx

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: salud, nivel glucémico, prevalencia, prevención.

INTRODUCCIÓN

La Diabetes mellitus 2 es una enfermedad metabólica, crónica y sistémica de origen multifactorial, causada por alteración, ya sea en la producción o la acción de la insulina; su principal característica es la hiperglucemia crónica, que afecta al metabolismo intermedio de los hidratos de carbono, proteínas y grasas (OPS, OMS, 2017).

Son diversos los factores genéticos y ambientales que dan como resultado la pérdida progresiva de la masa de células β y / o alteración en la función de éstas que se manifiesta clínicamente como hiperglucemia. Una vez presente, las personas con diabetes corren el riesgo de desarrollar las mismas complicaciones, aunque las tasas de progresión pueden diferir.

Los factores de riesgo genético y de tipo ambiental afectan la inflamación, la autoinmunidad y el estrés metabólico. Estos estados inflamatorios actúan sobre la masa y/o la función de las células β de forma tal que los niveles de insulina son incapaces de responder a las demandas de insulina, lo que lleva a niveles de hiperglucemia para diagnosticar la diabetes.

La Diabetes Mellitus tipo 2 es uno de los principales problemas de salud a nivel mundial y se debe en gran medida a un peso corporal excesivo y a la inactividad física (OMS 2012). En el caso de México, ocupa el sexto lugar mundial en número de personas con diabetes (IFD 2013). Durante las últimas décadas, el número de personas que padecen diabetes en México se ha incrementado, y actualmente se encuentra entre las primeras causas de muerte en el país (INEGI, 2013). Los datos identifican a 6.4 millones de adultos mexicanos con diabetes, es decir, 9.2% de los adultos en México han recibido ya un diagnóstico de diabetes (Gutiérrez, *et al.,* 2012).

La prevalencia de diabetes en México se elevó de 9.2% en 2012 a 9.4% en 2016, con mayor incidencia entre los 40 y 79 años; solo el 87.7% de los pacientes reciben tratamiento médico. La estrategia nacional para prevención y control de la diabetes mellitus es la creación de indicadores para mejoramiento de hábitos alimenticios y ejercicio, sin embargo, la mortalidad aumento 17% desde su implementación (Hernández *et al.*, 2016).

En el municipio de Cojumatlán de Régules, Michoacán, según datos de la Jurisdicción Sanitaria Número 2 de Zamora, se tiene un perfil epidemiológico en donde la Diabetes Mellitus tipo 2 representa un problema de salud pública importante al ubicarse entre las tres principales causas de morbilidad y mortalidad entre el 2000 y el 2012.

En virtud de que el tratamiento en diabetes mellitus se basa en modificaciones de estilos de vida (incluyen alimentación y actividad física) o tratamiento no farmacológico y el uso de fármacos, siendo entonces el plan de alimentación el pilar fundamental del tratamiento de la diabetes. Se contempló realizar un estudio cuyo objetivo fue evaluar el efecto del consumo habitual de amaranto en la regulación de la glucosa en pacientes femeninas partiendo de que existen estudios experimentales que señalan que favorece la disminución de los niveles de glucosa y mejora el lipídico (Algara *et al.,* 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio transversal efectuado en 32 pacientes del sexo femenino con Diabetes Mellitus tipo 2, con una edad promedio de 68 años, pertenecientes al Grupo de Diabéticos del Centro de Salud de la Secretaría de Salud de Cojumatlán de Régules, Michoacán. A las pacientes se les proporcionó de lunes a viernes un desayuno enriquecido con 30 gramos de amaranto en grano y 12 gramos de hoja de amaranto, calculado este tiempo de comida de acuerdo con una dieta de 1800 kilocalorías. El estudio fue realizado entre marzo y noviembre de 2015. Las pacientes no modificaron el esquema de su tratamiento médico. Se evaluaron cada cuatro meses indicadores bioquímicos (glucosa, colesterol y triglicéridos), así como el peso corporal e Indice de Masa Corporal (IMC).

La investigación se apegó a las disposiciones establecidas en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, y se contó con el visto bueno de la Comisión de Bioética del Estado de Michoacán. El proyecto fue financiado por Fundación Banorte en colaboración con México Tierra de Amaranto (AC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

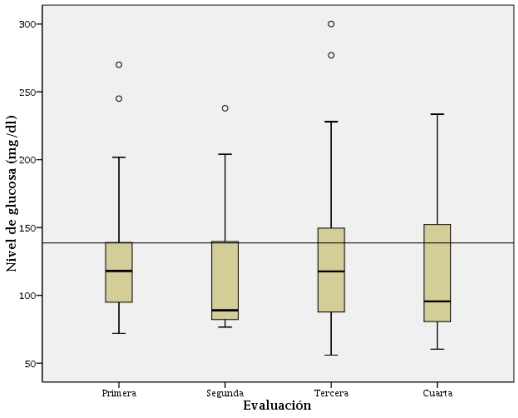
A continuación en este resumen se presentan sólo algunos resultados generales observados. En el cuadro 1 (Anexo) se observa el comportamiento inicial y final de los parámetros que resultaron significativos a lo largo del estudio: niveles de glucosa, triglicéridos y colesterol así como de los niveles de HDL, LDL y VLDL de los pacientes. Cabe señalar que durante el mes de diciembre existió desabasto del grano por una pérdida del mismo debida a situaciones de excesiva humedad en la bodega de donde era enviada para tal fin.

La gráfica 1 muestra el comportamiento de los niveles glucémico de las pacientes donde se identifica un descenso de este indicador, especialmente durante el primer cuatrimestre del estudio. En relación a los triglicéridos (Gráfica 2) el promedio fue incrementado progresivamente a lo largo del estudio aunque se mantuvo por debajo del límite alto.

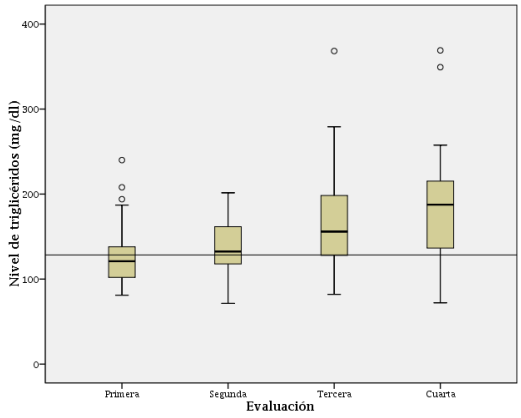
Con respecto al colesterol, en la gráfica 3 se muestra un incremento del colesterol total, sin embargo al realizar una mirada particular sobre los diversos tipos de colesterol, encontramos que el HDL tuvo un significativo incremento (Gráfica 4), el LDL también aumentó (Gráfica 5) sin superar el límite alto y para el caso del VLDL- el cual se asocia fuertemente con los triglicéridos- también tuvo un ligero incremento, pero se mantuvo dentro del rango de normalidad.

Finalmente en el caso del peso corporal, hubo sólo un descenso muy discreto a lo largo de los 12 meses en el promedio de las pacientes (Gráfica 7).

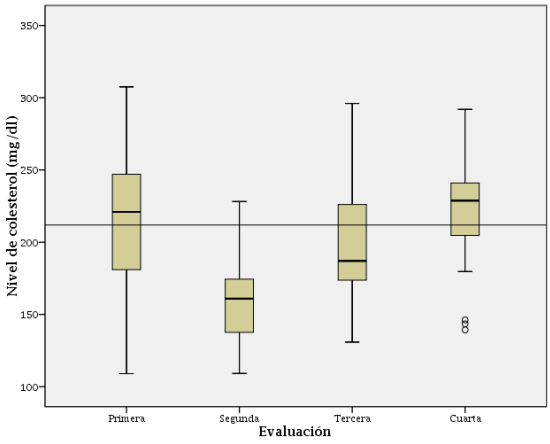
Los resultados obtenidos, así como otras gráficas no presentadas en este resumen, manifiestan tanto el efecto positivo de la fracción proteica activa del amaranto con su capacidad inhibitoria de la DPP-IV relacionada con la secreción de insulina, así como la fibra presente del amaranto para el control glucémico.



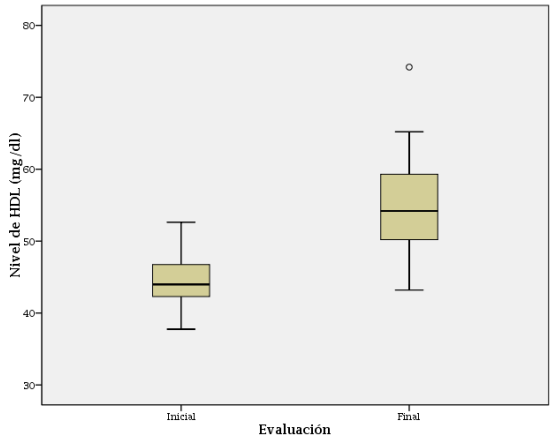
Gráfica 1. Evolución de los niveles de glucosa en sangre de las pacientes a lo largo de un año.



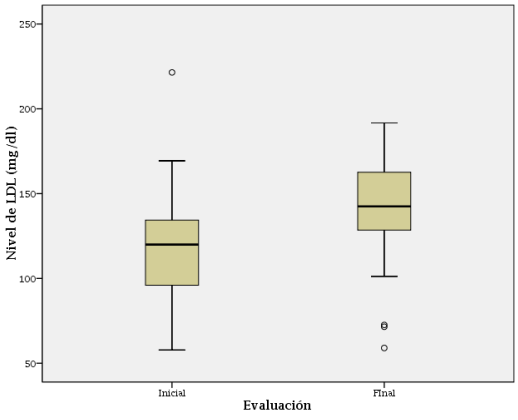
Gráfica 2. Evolución de los niveles de triglicéridos en sangre de las pacientes a lo largo de un año



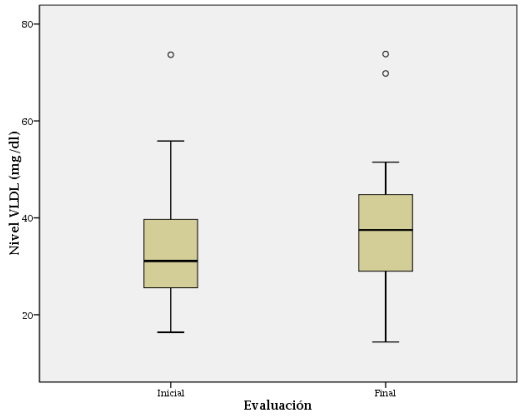
Gráfica 3. Evolución de los niveles de colesterol en sangre de las pacientes a lo largo de un año.



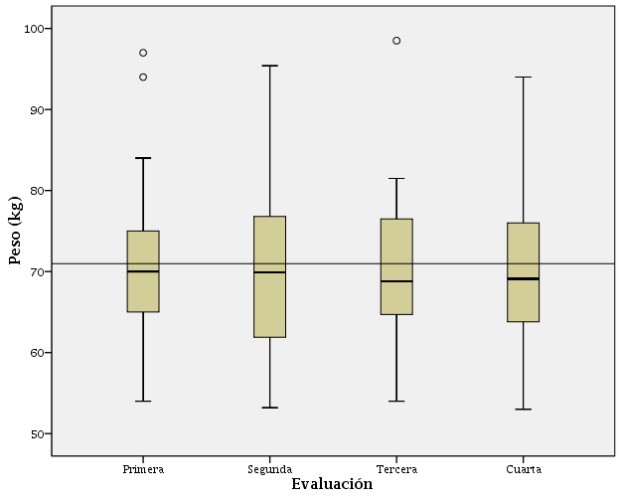
Gráfica 4. Cambio de los niveles de colesterol HDL de las pacientes.



Gráfica 5. Cambio de los niveles de colesterol LDL de las pacientes.



Gráfica 6. Cambio de los niveles de colesterol VLDL de las pacientes



Gráfica 7. Evolución del peso de las pacientes a lo largo de un año.

Cuadro 1. Evaluación de las diferencias entre el estado inicial y el estado final de los indicadores bioquímicos y antropométricos. Prueba de Wilcoxon para rangos con signo de pares comparados.

Variable		Evaluación		Núm. rangos negativos[1]	Núm. rangos negativos[2]	Empates	z	p
	N	Inicial	Final					
Glucosa	29	131.20	113.96	22 (14.91)*	7 (15.29)	0	-2.39	0.02
Triglicéridos	29	128.37	184.66	5 (6.4)	24 (16.79)	0	-4.01	< 0.001
Colesterol	29	211.91	224.19	11 (13.00)	18 (16.22)	0	-1.61	0.11
HDL	29	44.98	54.84	4 (4.25)	25 (16.72)	0	-4.34	< 0.001
LDL	29	118.77	138.69	3 (15.67)	26 (14.92)	0	-3.69	< 0.001
VLDL	29	34.70	37.67	12 (14.42)	17 (15.41)	0	-0.96	0.34

[1] El nivel de la evaluación final es menor que el de la evaluación inicial.
[2] El nivel de la evaluación final es mayor que el de la evaluación inicial.
* El número entre paréntesis se refiere al rango promedio.

CONCLUSIONES

La dieta enriquecida con 30 gramos de amaranto y 12 gramos de hoja representó una alternativa alimentaria que permitió una disminución en los niveles de glucosa en sangre en las pacientes con DM 2 así como un aumento en los niveles de HDL, el denominado “colesterol bueno” o “colesterol protector”.

El comportamiento del amaranto permite llegar a considerarlo como un alimento funcional dados los efectos observados en el grupo de estudio y a través de su consumo habitual puede contribuir a mejorar su calidad de vida.

REFERENCIAS

Algara, Suárez, P; J. Gallegos y J. Reyes (2013). Amaranto, efectos en la nutrición y la salud. Tlatemoani Revista Académica de Nutrición. 12: 1-21.

Hernández *et al.*, (2016). *ENSANUT Medio Camino*. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf

Federación Internacional de Diabetes (IFD) (2013). Atlas. pp. 11- 13.

Gutiérrez, J.P; Rivera; Shamah, T; Oropeza, C y Hernández-Ávila, M. (2012). Encuesta Nacional

de Salud y Nutrición (ENSANUT). pp 278-293. Instituto de Salud Pública de México. México

Instituto Nacional de Geografía y Estadísticas – INEGI- (2013). pp 19 – 23. México.

Organización Mundial de la Salud (2012). Nota descriptiva N° 312. Pp. 176-184. Ginebra, Suiza.

Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud. (2017). Diabetes (Base de datos en internet): Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud. (Acceso 16 de Marzo 2018). Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=6715%3A2012-diabetes&catid=4475%3Adiabetes-content2&Itemid=39446&lang=es.Anexo I

ACEPTABILIDAD DEL AMARANTO REVENTADO EN ESCOLARES CHILENOS

Bustos Nelly [1]*; Baginsky Cecilia[2], Leytón Barbara[1]; Rossi Natalia.[1]; Cuevas Carla.[1]

[1] Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, INTA. Universidad de Chile. Av El líbano #5524, comuna de Macul, Santiago de Chile. *Correo-e: nbustos@inta.uchile.cl.
[2] Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Av. Sta. Rosa 11315, Comuna de la Pintana, Santiago de Chile. Correo-e: cbaginsk@uchile.cl.

Eje temático: 4
País: Chile
Palabras clave: consumo, escuelas, alimentos, PAE.

INTRODUCCIÓN

Las escuelas se identifican como un escenario clave para las estrategias de salud pública que intentan reducir o prevenir la prevalencia de sobrepeso y obesidad, ya que ofrecen un contacto continuo e intensivo con los niños durante sus años de formación(OMS 2016), ya que pasan una parte importante de su vida en ellas. Entre las sugerencias de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la OMS para una nutrición saludable en las escuelas, son que éstas deben contar con programas alimentarios que incrementen la disponibilidad de alimentos saludables en los distintos tiempos de comida: desayuno, almuerzo o refrigerios, y garantizar que los alimentos servidos cumplan requisitos nutricionales mínimos(Gómez Candela 2004). El amaranto se promueve como un alimento ancestral y saludable debido a su valor alimenticio y funcional. Es más elevado su valor que la mayoría de los cereales, gracias a su alta cantidad de proteínas, ácidos grasos poliinsaturados, fibra dietética, micronutrientes, tocoferoles, tocotrienoles y escualeno los cuales participan en la prevención de la oxidación celular más asociados a su capacidad antioxidante(Garcia M. 2014). Frente a la obesidad infantil que se observa en los niños y niñas de nuestro país, la incorporación del amaranto en la alimentación diaria en las escuelas podría contribuir a mejorar los hábitos alimentarios de los niños chilenos.

El presente estudio, tiene como objetivo evaluar la aceptabilidad del amaranto reventado en niños y niñas de 6 a 12 años de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio de corte transversal forma parte de la línea base del proyecto de Inserción del amaranto como alimento ancestral en el Programa de Alimentación Escolar (PAE), que está en etapa inicial.

El estudio se realizó en dos escuelas beneficiarías del PAE, de la comuna de Macul y Peñalolén. Ambas escuelas fueron seleccionadas por presentar igual índice de vulnerabilidad escolar (IVE) ≥ 60, medida aproximada de nivel socioeconómico (NSE) que clasificó a los niños en un NSE medio bajo, según criterio

definido por la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB 2018).

Se determinó la aceptabilidad, mediante una encuesta aplicada por una nutricionista para identificar aceptabilidad, y razones de aceptación o rechazo del amaranto reventado, como también su apreciación respecto a la introducción de este alimento en el PAE. Para el análisis estadístico, se realizó una limpieza en la base de datos para detectar inconsistencias y valores fuera de rangos. Una vez hecha la validación se analizaron los resultados de la encuesta en forma descriptiva a través de gráficos y tablas de frecuencias relativas. El análisis fue realizado con el programa estadístico STATA 15 de la Unidad de Estadística del INTA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla Nº1 se puede observar que participaron del estudio 119 niños y niñas, de los cuales el 54.62% (n=65), corresponden a niños y niñas de 6 a 8 años de edad, el 28.57% (n=34), tienen entre 9 y 10 años y el 16.81% (n=20), son de 10 a 12 años de edad.

En la Tabla Nº2 se observa que el 62,18% de los niños y niñas encuestadas señalaron una mayor preferencia por el amaranto reventado degustado solo (sin azúcar añadida) y con yogur, un 32,77% mencionó preferir el amaranto reventado con yogur y solo el 1% señalo no gustarle el amaranto.

En la Tabla Nº3 se puede observar que el 50% (n=50) de los niños y niñas señalaron que les gustaba el sabor del amaranto, el 37.81 % (n=45), les gustó la textura del amaranto al comer, mientras que solo un 2,52% señaló preferencia por el aroma y un 4.26% por el color del amaranto. El 5.04% de los niños señalaron tener una gran aceptación por todas las características organolépticas del amaranto.

Tabla Nº1: Distribución de la muestra por rango de edad.

Rango de edad	Porcentaje (%)	n
6 a 8 años	54.62	65
9 a 10 años	28.57	34
11 a 12 años	16.81	20
total	100	119

Tabla Nº2: Aceptabilidad del amaranto reventado en niños y niñas beneficiarios del PAE.

Formato de degustación del amaranto	Porcentaje (%) de aceptabilidad	n
Amaranto reventado sin azúcar añadida	3.36	4
Amaranto reventado con yogur	32.77	39
Amaranto reventado sin azúcar añadida y amaranto reventado con yogur	62.18	74
No le gusto el amaranto en ningún formato	1,6	2
Total	100	119

Tabla Nº3: Aceptabilidad del amaranto reventado según características organolépticas.

Características organolépticas	Porcentaje (%) de aceptabilidad	n
Sabor	50	59
Aroma	2.52	3
Color	4.26	6
Textura	37.81	45
Todas las características	5.04	6
total	100	119

Es importante mencionar que el 98% de los niños refirió que este alimento se incluyera en el desayuno que entrega el PAE, y el 96% dijo no haber conocido el amaranto antes de este estudio.

CONCLUSIONES

Con este estudio pudimos observar que el amaranto tiene gran aceptabilidad en los niños y niñas, lo que contribuiría a posicionarlo como un alimento saludable y ancestral en beneficiarios del Programa de Alimentación Escolar. Sin embargo, es necesario educar a la población infantil sobre las propiedades nutricionales de este alimento y su valor histórico para que se posicionen los alimentos del pasado en nuestro presente y futuro alimentario.

REFERENCIAS

García, M., Vidal, A., Mandakovic, V., Maldonado, A., Peña, MP y Belmonte, E. (2014). “Alimentos , Tecnologías Vegetales Y Paleoambiente En Las Aldeas Formativas de La Pampa Del Tamarugal , Tarapacá.”

Gómez Candela, C. (2004). “Estrategia Mundial Sobre Régimen Alimentario, Actividad Física Y Salud.” *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria* 24(4): 10–13.

JUNAEB. (2018). “Junta Nacional de Auxilio Escolar Y Becas. Programa de Alimentación Escolar.” https://www.junaeb.cl/programa-de-alimentacion-escolar.

Organización Mindial de la Salud (2016). *Informe de La Comisión Para Acabar Con La Obesidad Infantil*.

CONOCIMIENTO DE LA CULTURA ALIMENTARIA LOCAL PARA INCORPORAR A LA DIETA ALIMENTOS ENRIQUECIDOS CON AMARANTO

Calderón Martínez M. E.[1]*, Taboada Gaytán O. R.[2], Argumedo Macías A.[2], Ortiz Torres E.[2], López P. A.[2], Jacinto Hernández C.[3]

[1] Estudiante de posgrado en el Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, Santiago Momoxpan, municipio de San Pedro Cholula. CP 72760, Puebla, México. *Correo-e: mec_mar@hotmail.com.

[2]Profesor investigador en Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Correo-e: toswaldo@colpos.mx; aadriann@colpos.mx; enriqueortiz@colpos.mx; palopez@colpos.mx.

[3]Investigadora Titular Laboratorio de Calidad de Frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Coatlinchán, estado de México Km 13.5 carretera Los Reyes-Texcoco CP 56250. Correo-e: jacinto.carmen@inifap.gob.mx.

Eje temático: 4
País: México
Palabras clave: Programas alimentarios, diagnóstico situacional, desnutrición infantil, estrategia de desarrollo, recursos locales, *Amaranthus hypochondriacus* L.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se ejecutan estrategias con enfoque alimentario cuya meta es combatir consecuencias de una mala alimentación. En México existen los apoyos monetarios, entrega de despensas, venta de alimentos con precios menores, etc. (SEDESOL, 2012), para mejorar la nutrición de las familias. En muchos casos no alcanzan su objetivo debido a una mala planeación y diseño, ya que son implementadas sin un diagnóstico previo y de manera homogénea en regiones muy diversas. Lamentablemente el bajo impacto impide mejorar la nutrición de los más vulnerables: los menores de edad. El conocimiento de la región, así como el de su cultura alimentaria permite que la estrategia nutricional sea específica para las familias y tenga mayor probabilidad de ser recibida, ya que se evita trastocar su forma de alimentarse y se utilizan alimentos locales de alta calidad nutricional, como lo es el amaranto; lo cual logra que se aprovechen las excelentes propiedades nutricionales de este pseudoceral (Caselato-Sousa y Amaya-Farfán J., 2012). El objetivo de este estudio fue proponer una alternativa basada en el conocimiento de la cultura alimentaria local para el diseño y planificación de estrategias nutricionales que incorporen al amaranto en la dieta regular de niños en edad preescolar y escolar en Tochimilco, Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en tres localidades del municipio de Tochimilco, localizado en el centro-oeste del estado de Puebla, zona importante en la producción de amaranto. Éste ocupa el segundo lugar a nivel nacional en producción de amaranto, con 568 t en el ciclo del 2016 (SIAP, 2016). El amaranto producido es destinado a la venta, y en casi nula proporción es para autoconsumo. Se aplicaron encuestas semiestructuradas y el instrumento de frecuencia de consumo semanal a 74 madres de familia de niños preescolares y escolares en La Magdalena Yancuitlalpan, San Miguel Tecuanipa y Santiago Tochimizolco,

durante los meses de febrero a mayo de 2015; para obtener información sobre características generales, alimentación familiar, actividades productivas y utilización del amaranto (SEDESOL, 2013). La información se analizó con estadística descriptiva y multivariada, específicamente el análisis de conglomerados mediante el procedimiento CLUSTER, agrupando con el método de mínima varianza dentro de grupos de Ward (Timm, 2002). Se utilizó el software SAS (Statistical Analysis System) versión 9.1 (SAS Institute, 2002-2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la caracterización de la muestra estudiada se identificaron amplias similitudes entre comunidades. Las familias de las tres comunidades son de bajos recursos y de baja formación académica; las mujeres encuestadas, en promedio, se encuentran en la etapa de edad adulta joven, con una escolaridad de educación media y en la actualidad se dedican a labores del hogar; por lo mismo, alrededor del 100 % son responsables de la alimentación de su núcleo familiar; éste es de tamaño promedio de cinco personas, incluidos de dos a tres menores de edad. En cuanto a la economía, la mayoría de las familias obtienen la mayoría de sus ingresos a través de programas gubernamentales y de la agricultura. Los cinco cultivos preponderantes fueron maíz, frijol, amaranto, aguacate y haba. El 85 % de las encuestadas contestaron que producen maíz y que la producción se destina básicamente para el autoconsumo, al igual que en el resto del país, el maíz es el principal cultivo para la región y base de la alimentación familiar (Fernández et al., 2013). En cuanto al amaranto, el 78 % de las familias dijeron producirlo, en promedio, desde hace 8 años. La mayor parte del volumen de producción obtenido es para venta a los intermediarios principalmente, lo que representa una buena fuente de ingreso para la mayoría de las familias; de hecho, en el Estado de Puebla tiene mayor rentabilidad que en otros estados ($5895.6/t) según Ayala et al. (2013). Tanto el maíz como el amaranto son de alta calidad en el aspecto nutricional, ya que aportan mucha energía y aminoácidos esenciales (Aguilar et al., 2015).

Al aplicar el análisis por conglomerados se identificaron tres grupos, determinados por variables relacionadas a la producción de amaranto y la frecuencia de consumo semanal de alimentos. El grupo 1 está conformado por familias con baja producción de amaranto, las cuales llevan 4.8 años en promedio sembrando este cultivo; a diferencia del grupo 2, cuya producción es alta y lo han sembrado 7.6 años en promedio; finalmente el grupo 3 es de mediana producción. En cuanto a la frecuencia de consumo de alimentos, los grupos 1 y 2 presentan promedios muy similares; en cambio, el grupo 3 tiene una alimentación más completa y balanceada, ya que consume con mayor frecuencia alimentos saludables como verduras, frutas, lácteos, queso y amaranto. El agrupamiento de las unidades familiares con base en las características relacionadas a los aspectos generales de las familias y a la cultura alimentaria, puede permitir un enfoque mejor orientado al momento de diseñar estrategias de mejoramiento nutricional para las poblaciones rurales; ya que las diferencias son independientes de la comunidad donde radican y la clasificación, rural o urbana, que a ésta se ha otorgado; estos resultados son similares a los de Urzúa et al. (2013).

A pesar de la alta disponibilidad, acceso y calidad nutricional, el amaranto no es consumido regularmente. La principal razón en las tres comunidades fue el no saber prepararlo. Únicamente se considera como un postre que aporta alto contenido de carbohidratos simples. Se observó que el 66 % de las encuestadas prepara amaranto en forma de atole, dulce de alegría y tortitas de amaranto; pero la mayor parte lo consume sólo una vez por mes.

En esta región, como en muchas otras, las madres de familia son las encargadas de la alimentación familiar (Restrepo y Maya, 2005). Su nivel de escolaridad está altamente vinculado con la dieta de los menores de edad (Galván y Atalah, 2008); es decir, a mayor grado de estudios tienen mejores conocimientos sobre la alimentación y salud familiar. Probablemente, el bajo nivel educativo de la población encuestada frena el consumo regular de amaranto; por lo tanto, la capacitación de las madres de familia sobre este alimento es un elemento clave para la incorporación de alimentos enriquecidos con amaranto en Tochimilco, Puebla.

Asimismo, se identificó la media del consumo semanal de alimentos de la población de preescolares y escolares en la región del estudio, mostrado en la Figura 1. En ésta, se presentan a los alimentos y platillos clasificados de acuerdo con el modelo alimenticio del Plato del Bien Comer (NOM-043-SSA2-2012). Se observó que los alimentos de origen animal no son parte de la cultura alimentaria de las familias encuestadas; la ingesta de carne de

res, cerdo, pollo, queso y huevo estuvo limitada a menos de tres días a la semana y los lácteos menos de 4 veces semanalmente. Por un lado, la unidad familiar ingiere limitada cantidad de proteínas de alto valor biológico y el consumo de frijoles no compensa esta deficiencia; por otro lado, la dieta está basada en el consumo de carbohidratos complejos y simples. Se determinó que el grupo con mayor consumo fue el amarillo. La tortilla es el alimento más consumido por las familias, puesto que se consume diario y en diferentes momentos del día; por esta razón se convierte en un vehículo adecuado para incorporar harina de amaranto y así, aumente la ingesta de proteínas, especialmente de aminoácidos esenciales (Juan et al., 2007).

Asimismo, se observó que la fruta y los frijoles pertenecen a la cultura alimentaria local y que son los dos alimentos con mayor relevancia después de la tortilla, pues se consumen entre tres y cinco días a la semana; entonces, ambos pueden ser enriquecidos con amaranto para incrementar su valor nutricional. En el caso de las frutas, además de ser fuente de fructosa, la adición de amaranto las haría surgir como fuente proteica; en los frijoles, al ser fuente rica de proteínas, el amaranto potenciaría la calidad de aminoácidos esenciales. Si la tortilla, la fruta y los frijoles fueran enriquecidos con amaranto e incorporados a la dieta regular de la población en el municipio de Tochimilco, o de localidades similares en la región, obtendrían los beneficios nutricionales del amaranto sin, necesariamente, modificar la ingesta de platillos a los que están acostumbrados.

CONCLUSIONES

El conocimiento de características de la región y alimentación facilita el diseño, difusión e implementación de una estrategia con enfoque alimentario basado en la incorporación de amaranto a la dieta regular de la población infantil de Tochimilco, Puebla; ya que la elección de platillos a enriquecer está basada en la cultura de la alimentación local. Asimismo, la estrategia nutricional podría ser de bajo costo, además de más efectivo, ya que los recursos necesarios estarían dentro de la comunidad, lo cual minimiza costos de transporte. Específicamente en Tochimilco, el amaranto, maíz, frijoles y frutas son elementos ideales para un programa nutricional.

REFERENCIAS

Aguilar EG, Albarracín GJ, Uñates MA, Piola HD, Camiña JM, Escudero NL. (2015). Evaluation of the Nutritional Quality of the Grain Protein of New Amaranths Varieties. *Plant Foods Hum Nutr*. (70).

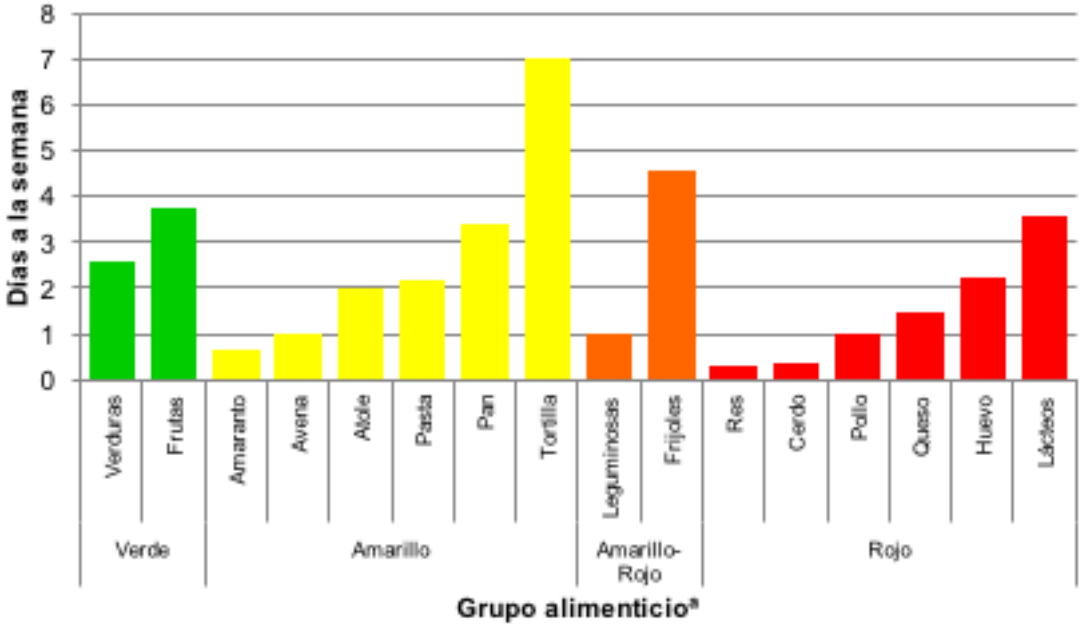


Figura 1. Frecuencia de consumo semanal por grupo de alimentos de las familias de Tochimilco, Puebla, Méx; 2015.
[a]Clasificación propuesta por la NOM-043-SSA2-2012.

Ayala AV, Rivas-Valencia P, Cortes-Espinoza L, Olán M, Escobedo-López D, Espitia-Rangel E. (2013). La rentabilidad del cultivo de amaranto (Amaranthus spp.) en la región centro de México. *Ciencia ergo-sum, 21*(1).

Caselato-Sousa VM, Amaya-Farfán J. (2012). State of knowledge on Amaranth Grain: A comprehensive Review. *Journal of Food Science, 77*(4).

Fernández R, Morales LA, Gálvez A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. *Rev. Fitotec. Mex, 36*, Supl. 3-A.

Galván M, Atalah S. (2008). Variables asociadas a la calidad de la dieta en preescolares de Hidalgo, México. *Rev. Chil. Nutr, 35*(4).

Juan R, Pastor J, Alaiz M, Megías C, Vioque J. (2007). Caracterización proteica de las semillas de once especies de amaranto. *Grasas y aceites, 58*(1).

Restrepo SL, Maya-Gallego M. (2005). La familia y su papel en la formación de los hábitos alimentarios en el escolar. Un acercamiento a la cotidianidad. *Boletín de Antropología Universidad de Antioquía, 19*(36).

SEDESOL. (2013). Catálogos de localidades.

SEDESOL. (2012). Diagnóstico integral de los programas alimentarios de la SEDESOL.

SIAP. (2016). Cierre de la producción agrícola por estado. Recuperado de: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do

Statistical Analysis Software. (2004). SAS/STAT. Versión 9.1. North Caroline, USA: SAS Institute Inc.

Timm NH. (2002). Applied Multivariate Analysis. New York: Springer-Verlag New York Inc.

Urzúa A, Caqueo-Urízar A, Albornoz N, Jara C. (2013). Calidad de vida en la infancia: estudio comparativo entre una zona rural y urbana en el norte de Chile. *Rev Chil Pediatr, 84*(3).

5. Sociocultura y Arqueología.

Evidencias arqueológicas. Revaloración del patrimonio biológico y cultural. Nuevos hallazgos.

GRUPO DE ENLACE PARA LA PROMOCIÓN DEL AMARANTO EN MÉXICO

PROPUESTA PARA LA AUTOGESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL AMARANTO: PROTAGONISMO DEL AMARANTOCULTOR (A)

Bohórquez Tascon Gerardo

Pasto- Nariño. Colombia. Calle 24 A # 2ª25 CP 520004 Gerardob1953@gmail.com

Eje temático: 5
País: Colombia
Palabras clave: Guías de campo. Comunicación. Investigación participativa.

INTRODUCCIÓN

En la década de los 50, los gobiernos latinoamericanos incorporaron políticas públicas dirigidas a la investigación para adoptar la tecnología de los países industrializados en el sector agrario mediante pruebas que lograran variedades mejoradas, dosificación de fertilizantes y pesticidas para buscar altos rendimientos y eficacia en el combate de plagas y enfermedades. Con este propósito nacieron los planes pilotos de investigación agrícola en Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia seguido de centros internacionales como el CIMMYT, CIAT, CIP en convenio con la fundación Rockefeller, Kellogg, Ford y sus misiones para, mediante ellos controlar la capacitación agraria, el asesoramiento técnico, la comunicación impuesta y finalmente una repercusión en el modelo de producción y migración a la ciudad. El contexto anterior, o revolución verde no trajo otra solución que el mejoramiento de variedades, pero sin suplir la escasez de alimentos por la alta mecanización, el monocultivo en detrimento de las huertas familiares, el relego de las técnicas tradicionales y el conocimiento ancestral de los pueblos o territorios. La estructura tradicional de la sociedad rural latinoamericana y la¨ innovación¨ de la revolución verde chocaron para dar inicio a movimientos del pensamiento latino como la investigación participativa, educación y filosofía para la liberación, ciencia campesina y economía solidaria. (Paulo Freire, Orlando Fals, Polan Lacki, Euclides Mance, Efraín Hernández, entre otros). El agricultor es un sujeto participante activo, aprende a ser autor de su propia historia, escribe su cotidianidad, y es consciente de su existencia para ser protagonista de su historia. (Freire, 1999). Se trata entonces de ¨articular el conocimiento concreto al general, a un ritmo que va de la acción a la reflexión y de la reflexión a la acción en un nuevo nivel de practica¨ (Fals,O 1994,p.99). Fruto de la cultura mesoamericana ,Hernández (2007,p.114) al conceptuar sobre el saber campesino o huarache, expreso que es aquella¨ que va al terreno de los hechos, que va con la gente que está realizando las acciones, aquella que está consciente de que muchas veces la aculturación nos frena¨¨.

OBJETIVOS

Facilitar a los amarantocultores unas guías de inducción, descripción, análisis y compromiso, y mediante diálogos desarrollen los contenidos en material escrito, para documentar en permanente evaluación. Fortalecer los valores culturales de los agricultores del amaranto de forma sistémica, para materializar sus experiencias individuales y colectivas del ciclo productivo, a fin de potenciarlas a la comunidad y a futuras generaciones para su reconocimiento y validación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ante la carencia de material de campo en Colombia que facilita la expresión del campesino sobre el conocimiento del cultivo en quinua, (Bohórquez, 2014) desarrollo unas guías sistémicas para el conocimiento vivencial, de campo, de tal manera que se registra las experiencias sobre las etapas fenológicas , etnobotánicas y de emprendimiento. Las guías y metodología (Bohórquez, 2017) como herramienta pedagógica es aplicable y pueden ser adaptadas y ajustadas por los cultivadores del amaranto, objetivo de esta propuesta de autogestión para el conocimiento. Ver figura1. Acción –reflexión para la documentación. Como metodología se convocaría a un taller de inducción dirigido a productores (30 participantes máximo) o asociaciones de amarantocultores, organizados en grupos de 4 o 5, donde un voluntario o elegido por el grupo se encarga de escribir y resumir las opiniones acordadas. Además, 4 talleres de habilitación donde los agricultores documentan, a través de las guías facilitadas, acordadas y ajustadas, el paso a paso de su propia experiencia. Al final se hace una plenaria colectiva para compartir y tener nuevos aprendizajes intergrupales.

RESULTADOS

Son en principio, diez y nueve guías documentadas a ser escritas y relatadas por el agricultor, caracterizadas en 4 aspectos: **De inducción** (Hechos relevantes en la historia local, regional y global del amaranto. Identificación de los nombres comunes, territoriales, internacionales. Importancia de la clasificación taxonómica, recursos genéticos y centros de extensión e institutos de investigación). **De descripción** (características botánicas. Identificación de etapas fenológicas. Resaltar, en el manejo del cultivo, la procedencia de la semilla, sistema de siembra y fertilización. Descripción del sistema de cosecha y poscosecha). **De análisis** (Pruebas de germinación. Observaciones de germinación a emergencia. Precisar los factores climáticos y edáficos. Identificación de plagas, enfermedades comunes y su manejo integrado). **De compromiso (**expresar las necesidades y prioridades en torno al cultivo como asociatividad, equipos, herramientas, poscosecha, seguridad alimentaria, agricultura familiar, sistema productivo y definición de un nuevo plan de trabajo. **Discusión.** Una de las secuelas de la revolución verde fue y es la estigmatización del campesino al ser tratado económicamente como un beneficiario de la semilla-fertilizante y un intermediario generador de ingresos. Socialmente, un objeto o recurso receptor de la tecnología foránea y ajeno a la participación política en los planes y estrategias de desarrollo público. ¿Cómo pueden participar los amarantocultores en la dinámica de sus problemas y necesidades? ¿Cómo intervenir en el proceso del cultivo de su proyecto familiar, asociativo o territorial?

CONCLUSIONES

Las guías, en comienzo son propuestas por el facilitador y mediante acuerdo con los participantes se amplían o simplifican conforme a las necesidades de los agricultores. Las labores de cultivo se convierten en práctica de conocimiento colectivo, solidario y de expansión social, cultural, político y objetivo de la promoción de la educación y autogestión como señal de libertad. **Anexo**. Figura 1.Accion-Reflexion para la documentación.

REFERENCIAS

Bohorquez, Gerardo.2015 .*Guía para el conocimiento cultivo y uso de la quinua. Chenopodioum quinoa. wild*.pp.60

Bohorquez, Gerardo 2017. Documento expositivo. *Conocimiento de la quinua; Herramientas pedagógicas.* Ponencia presentada en el IV congreso mundial de la quinua y III simposio mundial de granos andinos. Puno Perú

Fals, Orlando. 1994*. El problema de cómo investigar la realidad para transformarla por la praxis. Tercer mundo editores.*Bogota.p.99

Freire, Paulo, 1999. *La educación como práctica de la libertad.*Montevideo.pp.175

Hernandez, Efrain, 2007. *La investigación del huarache*. Revista de Geografía Agrícola, 39, pp.113-116.Universidad autónoma de Chapingo. Mexico.

Mance, Euclides.1991.*La colaboración solidaria como una alternativa a la globalización capitalista*. Http// solidarius.com.br/mance/biblioteca/alternativa; mayo 2018.p.24

¿TIENE EL AMARANTO EL POTENCIAL AGRONÓMICO PARA SER UN FENOMENO MUNDIAL COMO LA QUINUA?

Sesma Hernández L. F.*, Espitia Rangel E., Valverde Ramos, M. G., Rivas Valencia P., Escobedo López, D. y A. V. Ayala Garay

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Km.13.5 de la Carretera los Reyes-Texcoco, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México, 56250, México. Correo-e: espitia.eduardo@inifap.gob.mx

Eje temático: 5
País: México
Palabras clave: rendimiento, variedades, superalimentos.

INTRODUCCIÓN

El amaranto y la quinua además de su potencial agronómico de crecer en condiciones adversas, son súper granos reconocidos dentro de los cultivos más prometedores para coadyuvar a conseguir la seguridad alimentaria y combatir la malnutrición. En los últimos años ha incrementado el interés por estos granos, ricos en proteína y como fuente de compuestos nutraceuticos. Éste interés obedece a la gran problemática actual asociada a enfermedades crónicas degenerativas, enfermedades isquémicas del corazón, las cerebrovasculares y las crónicas del hígado, que se encuentran estrechamente ligadas a factores como malnutrición, sobrepeso y obesidad. Recientemente se ha tenido un gran interés por la quinua a nivel mundial y en México cada vez se comercializa en mayor escala, la gran mayoría de ésta es importada pues las siembras en México son muy incipientes (Espitia 1994, Zurita Silva *et al*. 2014).

La quinua es originaria de los Andes y está más adaptada a regiones entre 2500 a 4 msnm (Mujica *et al*., 1997); amaranto por su parte es originario de Mesoamérica y está más adaptado a regiones entre 0 a 2500 msnm. Aunque en los últimos tiempos estos cultivos han sido llevados a ambientes fuera de su rango de adaptación original. En relación a su potencial de rendimiento (Bazile *et al*., 2016) reportan rendimientos de 0.2 hasta 2.05 t ha^{-1} en un ensayo de 21 genotipos de quinua en diferentes países donde no se sembraba quinua en Europa y Asia. Para amaranto en un ensayo similar (Mujica *et al*., 1997) se reporta rendimiento de 203 hasta 7208 kg ha^{-1} para 12 genotipos en nueve países de América, en este caso fue en países donde se siembra amaranto. Recientemente quinua se ha convertido en un fenómeno a nivel mundial, se cultiva en 26 países y con perspectivas de seguir creciendo. Siendo amaranto y quinua dos cultivos con muchas semejanzas morfológicas, nutritivas, de utilización y hasta de desarrollo histórico; nace la pregunta de por qué quinua ha crecido tanto en producción y consumo y amaranto lejos de crecer de pronto hasta se ha reducido la superficie cultivada y en consecuencia su consumo. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue realizar una comparación agronómica del amaranto y la quinua para determinar el potencial que tiene cada especie en los Valles Altos del centro de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los genotipos de amaranto utilizados fueron L-146, L-50 y Nutrisol de la especie *A.hypochondriacus*, mientras que Suyana, Tokyo y Suma fueron los genotipos de quinua utilizados, los genotipos para representar las dos especies fueron escogidos en base a su ciclo y porte de planta. Los ambientes de prueba fueron Santa Lucía primera fecha, Santa Lucía segunda fecha y Boyeros en el Estado de México. Los genotipos se sembraron en bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y un arreglo de tratamientos en parcelas divididas. Se evaluó el rendimiento de grano, altura de planta, días a madurez y longitud de panoja. Para el análisis estadístico se utilizó PROC GLM del SAS y para la comparación de medias la prueba de Tukey (0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias altamente significativas en la mayoría de las variables para localidades, especies, variedades dentro de especies y la interacción localidades por especies entre especies como entre genotipos dentro de especies (Cuadro 1). Excepciones en localidades fueron diámetro de semilla y diámetro de tallo; en especies altura de planta, en variedades dentro de especies longitud y ancho de la inflorescencia y diámetro de tallo y para la interacción altura de planta, longitud de inflorescencia y diámetro de semilla. Lo que indica una respuesta diferencial de las especies a estas fuentes de variación. En el Cuadro 2 se presenta la comparación de medias entre especies. En las variables fenológicas el amaranto presentó mayor número de días a emergencia de panoja y días a floración. Sin embargo, para periodo de llenado de grano y madurez la quinua presentó mayor número de días. A pesar de que en la quinua emerge primero la inflorescencia y se inicia la floración, esta especie tarda más tiempo en llegar a la maduración, esto es debido al mayor periodo de llenado de grano. En las variables de tamaño el amaranto presenta ventaja en longitud y diámetro de la inflorescencia y diámetro de tallo, mientras que ambas especies presentaron la misma altura de planta. En las variables de semilla la quinua presentó mayor diámetro de semilla, mayor peso de mil granos, por consiguiente, el amaranto presenta mayor peso hectolítrico; cabe aclarar que este valor es de la quinua sin beneficiar, es decir todavía con el pericarpio adherido a la semilla. En rendimiento el amaranto presentó mayor rendimiento de grano por día y mayor rendimiento de grano, Esto puede explicarse porque los sitios de evaluación son lugares donde tradicionalmente se siembra amaranto (Espitia 1994) y la quinua es introducida en ellos.

Cuadro 1. Cuadrados medios para las variables estudiadas entre especies, en tres ambientes de México. V 2017.

Variable/Fuente de variación	Loc	Esp	Var(Esp)	Loc*Esp	Error
Días a inflorescencia	83.6**	3186.68**	297.01**	200.47**	5.12
Días a floración	36.3**	3486.13**	398.67**	156.29**	5.32
Días a madurez	8553.6**	826.89**	481.22**	4311.01**	7.83
Periodo de llenado de grano	7712.3**	7708.68**	335.89**	4085.18**	12.90
Altura de planta (cm)	60601.4**	57.96NS	1081.44**	30607.65 NS	194.16
Longitud de la inflorescencia (cm)	1698.2**	2678.63**	147.44 NS	1454.10 NS	201.41
Ancho de la inflorescencia (cm)	564.2**	598.64**	5.52 NS	420.31**	13.14
Diámetro de tallo (mm)	85.2**	1146.91**	11.66 NS	104.86**	6.80
Diámetro de semilla (mm)	0.05NS	1081.60**	0.01**	0.07 NS	0.02
Peso de mil semillas (g)	0.1**	60.09**	0.34**	0.11**	0.01
Peso hectolítrico (kg)	22.6**	6595.60**	63.39**	27.63**	3.71
Rendimiento por día (kg)	94.12NS	515.03**	188.91**	329.06**	40.22
Rendimiento ($kgha^{-1}$)	10170752**	10957044**	6110264**	11030525**	967667

**, NS diferencias altamente significativas y diferencias no significativas

Cuadro 2. Comparación de medias de variables estudiadas entre especies, en tres ambientes de México. V 2017.

Variable/Especie	Amaranto	Quinua	DSH
Días a inflorescencia	77.72a	64.41b	1.0675
Días a floración	90.91a	77.00b	1.0882
Días a madurez	146.63b	153.41a	1.3201
Periodo de llenado de grano (días)	55.72b	76.41a	1.6939
Altura de planta (cm)	234.31a	236.10a	6.5721
Longitud de la inflorescencia (cm)	58.90a	46.70b	6.6937
Ancho de la inflorescencia (cm)	20.21a	14.44b	1.7094
Diámetro de tallo (mm)	22.21a	14.20b	1.2392
Diámetro de semilla (mm)	1.10b	1.92a	0.0253
Peso de mil semillas (g)	0.81b	2.67a	0.0511
Peso hectolítrico (kg)	81.71a	62.20b	0.9228
Rendimiento por día (kg)	25.46a	20.23b	3.0134
Rendimiento ($kgha^{-1}$)	3825.8a	3056.9b	467.44

Medias en hileras con las mismas letras son estadísticamente iguales

Cuadro 3. Comparación de medias de variables estudiadas en tres variedades de amaranto, en tres ambientes de México. V 2017.

Variable/Variedad	L-50	L-145	Nutrisol	DSH
Días a inflorescencia	80.0a	78.4a	74.7b	2.105
Días a floración	93.4a	91.9a	87.4b	2.386
Días a madurez	151.9a	151.2a	136.7b	1.439
Periodo de llenado de grano	59.3a	58.5a	49.3b	2.485
Altura de planta (cm)	244.9a	229.4b	228.5b	14.062
Longitud de la inflorescencia (cm)	60.4a	56.0ab	60.2b	4.408
Ancho de la inflorescencia (cm)	20.7a	19.4a	20.5a	2.531
Diámetro de tallo (mm)	23.0a	20.8b	22.8ab	2.082
Diámetro de semilla (mm)	1.14a	1.13a	1.11a	0.051
Peso de mil semillas (g)	0.78b	0.85ab	0.81b	0.042
Peso hectolítrico (kg)	69.7a	69.3a	68.5a	6.369
Rendimiento por día (kg)	26.2a	28.6a	21.4a	7.491
Rendimiento ($kgha^{-1}$)	4097a	4097a	2968b	1155.500

Medias en hileras con las mismas letras son estadísticamente iguales

De las características más contrastadas es el tamaño de la semilla. El diámetro de semilla de las tres variedades de quinua evaluadas varió de 1.8 a 1.9 mm, quedando clasificado como grano grande (Bazile *et al*., 2014). La quinua por su mayor tamaño de semilla presenta menos problemas de manejo agronómico, pues germina a los tres o cuatro días, mientras que el amaranto germina a los ocho o diez días; por lo anterior la quinua presenta mejor emergencia de plántulas. Los valores aquí obtenidos para peso de mil granos (2.67 g) es comparable con los reportados (2.3 a 3.2 g) en Sudamérica (Curti *et al*., 2014). En relación al rendimiento por día el amaranto presentó 25.42 kg por día casi cinco más que la quinua; mientras que en rendimiento de grano también el amaranto presentó un rendimiento mayor que la quinua, casi 800 kg por hectárea más en promedio de las tres variedades de cada cultivo. Los valores de rendimiento para quinua en los tres ambientes del presente estudio son superiores a los

reportados en un ensayo para 12 genotipos en el norte de Argentina (Curti *et al*., 2014), reportan 654 a 1703 kg ha^{-1} en ambientes expuestos a sequía.

En general se puede establecer que, no obstante que los sitios de evaluación son los más apropiados para amaranto, la quinua presenta potencial para ser cultivada en las mismas condiciones que amaranto. Es probable que quinua por su origen presente mejor comportamiento conforme se cultive en ambientes más cercanos a los 3000 msnm (Zurita Silva et al. 2014). Por el contario a medida que se va bajando en altitud es probable que quinua presente problemas, especialmente si se presentan temperaturas de 30 °C durante la floración, pues esto ocasiona esterilidad ya que se reduce la formación de grano.

En el cuadro 3 se presentan las medias para las tres variedades de amaranto estudiadas en el presente experimento. Las líneas experimentales L-50 y L145 fueron las que presentaron mayor rendimiento (4097 kg ha-1), mientras que Nutrisol, que es una variedad comercial rindió un poco menos que una tonelada. Cabe mencionar que esta última presentó una madurez 15 días menos que las dos primeras al igual que el resto de variables fenológicas que están correlacionadas inversamente con el rendimiento (Espitia 1994).

En el cuadro 4 se presenta la comparación de medias para las tres variedades de quinua evaluadas, Suyana fue la que presentó mejor comportamiento con mayor rendimiento, mayor tamaño y peso de semilla y mayor tamaño de planta; rindió más que la variedad de amaranto Nutrisol y apenas 300 kg menos que las mejores variedades de amaranto. No se presenta la información de Mildew (*Peronospora* sp.), pero esta variedad fue la que presentó menor incidencia de esta enfermedad, que es uno de los factores adversos para la producción de quinua a nivel mundial (Bazile *et al*., 2014). De igual manera el contenido de saponinas es un aspecto importante en la producción de quinua, Suma fue la variedad con menor contenido seguida de Suyana.

Por el comportamiento de ambas especies se ve claramente una ligera ventaja para el amaranto, pues presenta mayor rendimiento, menor ciclo de cultivo. La quinua por su parte presenta una gran ventaja que es el tamaño de grano, lo cual facilita el manejo agronómico del cultivo. Si vemos de manera más concreta a nivel de variedades individuales la variedad de quinua Suyana tiene muy buen comportamiento, comparable con las de amaranto. Una desventaja de la quinua sería el perigonio de la semilla, en el cual se encuentran las saponinas, esto obliga a que en el manejo de postcosecha la semilla se tenga que escarificar o perlar para eliminar la “cascara” y luego lavarse para eliminar todas las saponinas. Estos procesos de manejo de postcosecha encarecen el grano de quinua. Por el contrario, amaranto se cosecha se limpia y está listo para utilizarse, por no tener este perigonio. Por lo

Cuadro 4. Comparación de medias de variables estudiadas en tres variedades de quinua, en tres ambientes de México. V 2017.

Variable/Variedad	Suyana	Tokio	Suma	DSH
Días a inflorescencia	60.9b	60.4b	71.9a	1.42
Días a floración	74.3B	71.1C	85.5A	1.43
Días a madurez	151.9b	151.9b	156.4a	1.03
Periodo de llenado de grano	77.5b	80.7a	70.9c	1.79
Altura de planta (cm)	247.2a	232.3ab	228.7a	15.5
Longitud de la inflorescencia (cm)	51.6a	44.7a	43.7a	19.4
Ancho de la inflorescencia (cm)	15.0a	13.7a	14.5a	4.84
Diámetro de tallo (mm)	14.9a	13.8a	13.7a	3.37
Diámetro de semilla (mm)	1.9a	1.9a	1.8a	0.04
Peso de mil semillas (g)	2.9a	2.6b	2.4c	0.12
Peso hectolítrico (kg)	73.7a	72.2a	75.5a	6.86
Rendimiento por día (kg)	25.0a	18.0b	17.4b	4.94
Rendimiento ($kgha^{-1}$)	3800.7a	2556.3b	2791.7b	733

Medias en hileras con las mismas letras son estadísticamente iguales

anterior y de acuerdo al objetivo planteado se puede establecer que amaranto posee las características agronómicas para expandir su cultivo, de manera similar como ha sucedido con la quinua. Las limitantes del amaranto tal vez sean de otra índole, como voluntad política, por estar en una región más occidentalizada no se ha popularizado el consumo local tanto como la quinua en sus lugares de origen.

CONCLUSIONES

El amaranto tiene el potencial para ser cultivada en los mismos ambientes de clima templado donde se cultiva la quinua. Los genotipos L-50 y L-145 de amaranto fueron los que presentaron mejor comportamiento, seguidos por la variedad Suyana de quinua. El amaranto presenta las características para ser un fenomeno a nivel mundial, tal como ha sucedido con la quinua.

LITERATURA CITADA

Bazile D., D. Bertero y C. Nieto (2014) "Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013": FAO. (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia), 724 páginas

Bazile D., C. Pulvento, A. Verniau, M. S. Al-Nusairi, J. Breidy, L. Hassan, M. I. Mohammed, O. Mambetov, M. O., N. A. Sepahvand, A. Shams, D. Souici and S. Padulosi (2016) Worldwide Evaluations of Quinoa: Preliminary Results from Post International Year of Quinoa FAO Projects in Nine Countries. Frontiers in Plant Science 7: 1-18.

Curti R.N., A.J. de la Vega, A.J. Andrade, S.J. Bramardi and H.D. Bertero (2014) Multi-environmental evaluation for grain yield and its physiological determinants of quinoa genotypes across Northwest Argentina. Field Crops Research. 166: 46-57.

Espitia Rangel, E. (1994) Breeding of grain amaranth. pp. 23-38. *In*: PAREDES-LÓPEZ, O. (ed.) Amaranth: biology, chemistry and technology. CRC press, Boca Raton, USA.

Mujica, Sánchez A., Berti Díaz M. and J. Izquierdo (1997) El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.): producción mejoramiento genético y utilización. FAO Roma Italia. 145 pp.

Zurita Silva, A., F. Fuentes, S. E. Jacobsen and A. Schwember (2014) Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): potential and perspectives. Mol Breeding 34:13-30.

6. Mercado del amaranto (Oferta-demanda, análisis de precio, tendencias, entre otros).

Dinámica de oferta-demanda. Inestabilidad del precio. Modelos de comercialización. Exportación.

GRUPO DE ENLACE PARA LA PROMOCIÓN DEL AMARANTO EN MÉXICO

PERCEPCIÓN, OPINIÓN Y ACTITUD DE LOS PRODUCTORES DE AMARANTO EN TORNO A PROCESOS DE AGREGACIÓN DE VALOR EN EL MUNICIPIO DE TOCHI-MILCO, PUEBLA

Jaramillo Villanueva José Luis[1]*, Corona González Noemí Alejandra[1]

Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla Num. 205, Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, C.P. 72760, Puebla, México. jaramillo@colpos.mx

Eje temático: 6
País: México
Palabras clave: producción, comercialización, valor agregado, actitud a agregar valor, competitividad.

INTRODUCCIÓN

El amaranto es uno de los cultivos más antiguos de Mesoamérica. Los aztecas, mayas e incas lo consumían en igual importancia que el maíz y el frijol. La domesticación de la semilla de amaranto tuvo lugar en la misma época que el maíz, esto debido a que en el valle de Tehuacán Teotitlán – cuna de la agricultura y la irrigación en Mesoamérica- se localizaron los primeros vestigios de semilla de *Amaranthus hypocondriacus* L. (Pérez et al., 2011; 360). La importancia radica en el alto valor nutrimental, especialmente en la cantidad y calidad de proteína, superior a la de otros cereales como el trigo (*Triticum aestivum*), el arroz (*Oryza sativa*), la avena (*Avena sativa*) y el maíz (*Zea mays*) (Ayala et al., 2016, 49). Por ello, el amaranto es un cultivo estratégico en la alimentación de los mexicanos (Ayala et al., 2016, 49).

El amaranto fue uno de los pilares de la alimentación balanceada de las culturas prehispánicas (Garciadiego y Guerra, 1998, 2), sin embargo, en la actualidad, la gran mayoría de los hogares rurales y campesinos en México presentan bajos niveles de nutrición y no cubren los mínimos requerimientos nutricionales (INEGI-ENSANUT, 2016: 8, 14). En este contexto, la producción y sobre todo la transformación del grano de amaranto, significa un área de oportunidad para contribuir a la solución de los problemas actuales de desnutrición en México y para satisfacer la demanda de productos nutricionales como estrategia de combate a la desnutrición.

Recientemente, en México y Puebla, se han realizado estudios relativos al cultivo de Amaranto, específicamente en el municipio de Tochimilco. No obstante, existen vacios de conocimiento en el tema de procesos de agregación de valor, orientados a la mejora de la competitividad de los productores. Por esta razón, es necesario realizar aportaciones que sean útiles como instrumento de gestión para que los productores sean capaces de incursionar en éste ámbito y mejorar su ingreso y bienestar.

Problemática de la producción, procesamiento y comercialización del amaranto.

Un problema recurrente que enfrentan los productores de amaranto del municipio de Tochimilco es la fluctuación del precio al productor. Entre 1980 y 2010, los precios reales pagados han decrecido a una tasa media anual del 5.28%, mientras que el índice de precios de los fertilizantes, específicamente la

urea se ha incrementado a una tasa media anual de 24.49% (Ayala et al., 2014, 48). El comparativo de esos precios indica que los insumos van a la alza, a una tasa mayor, influyendo de manera negativa sobre la rentabilidad (Ayala et al., 2014, 48).

El amaranto es un cultivo de baja rentabilidad para los productores de Tochimilco debido a la creciente caída de los precios de los cereales a partir de la década de los 90´s y al incremento en el precio de los insumos. Aunado a ello, el 90% de los productores del municipio no llevan a cabo procesos de agregación de valor. No realizan el reventado del grano ni otro tipo de transformación. Lo anterior debido a la falta de conocimientos técnicos para AV y de recursos economicos para realizarlos. En éste contexto, la incorporación de procesos de agregación de valor al amaranto representa una ventana de oportunidad para contribuir al incremento de los ingresos de los productores y mejorar la competitividad de la cadena de producción.

El interés por incorporar procesos de agregación de valor a la producción agropecuaria por parte de productores, procesadores e instituciones gubernamentales se ha incrementado en los últimos años, debido a la baja productividad y rentabilidad del sector agropecuario nacional y poblano en particular. Los rendimientos de cereales, oleaginosas, frutas y hortalizas, en promedio, en los últimos 16 años, ha crecido a una tasa media anual de 1%, mientras que la rentabilidad del campo poblano, oscila entre una tasa negativa del 7% y positiva del 30% (Jaramillo et al., 2017). De lo arriba expuesto, se sugiere que la agregación de valor puede ser una alternativa para mejorar la rentabilidad de la agricultura, y en específico, de la producción de amaranto. Por tanto, el objetivo de este trabajo es conocer la percepción de los productores de amaranto del municipio de Tochimilco, en torno a procesos de agregacion de valor en el municipio de Tochimilco, Puebla, con el proposito de avanzar en una posible estrategia local de agregación de valor.

MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio de Tochimilco cuenta con una superficie de 219.631 km^2 (INEGI, 2010). Está ubicado a las faldas del volcán Popocatépetl, al este del municipio de Atlixco; al noroeste de Tianguismanalaco; al norte de San Nicolás de los Ranchos; al sur de Atzitzihuacán; al oeste de Tetela del Volcán y al noroeste de Atlautla, los últimos dos en el Estado de México (SEDESOL, 2010).

Población y muestra. De acuerdo con el Padrón Historial de Núcleos Agrarios del Registro Agrario Nacional (RAN) en 2016, existian en el municipio 2,728 sujetos agrarios entre ejidatarios, posesionarios y avecindados. Esta cifra se consideró como población estimada de productores de amaranto. El diseño de muestreo fue aleatorio simple. El tamaño de muestra, considerando una precisión del 10%, confiabilidad del 90%, y la formula de varianza maxima, se determinó en 70 productores. La distribución se realizó de forma proporcional en las cinco localidades del municipio: Tochimilco, Santiago Tochimizolco, San Miguel Tecuanipan, San Lucas Tulcingo y San Francisco Huilango. El análisis estadístico se llevó a cabo en dos etapas; en la primera se realizó analisis exploratorio y descriptivo; frecuencias, porcentajes, correlaciones y tablas de contingencia para comparar diferencias estadísticas entre las variables que determinan la percepción, opinión y actitud de los productores de amaranto y algunas características sociodemográficas. Las variables utilizadas para medir la percepción, la opinion, y la actitud de los productores hacia AV al amaranto se describen en el Cuadro 1.

Las características sociodemográficas consideradas como factor, para la estimación de diferencias estadísticas, fueron sexo (hombre y mujer); edad (años); escolaridad (años); nivel de ingresos. La técnica utilizada fue el estadístico chi cuadrada. La segunda etapa del análisis de los datos fue la estimación de un modelo regresión probit ordinal, que permitió explicar la DAV. La DAV toma la forma de una variable de respuesta ordenada múltiple (escala Likert), por lo que la mejor elección para la estimación es un modelo econométrico de respuesta ordenada (Cranfield y Magnusson, 2003). El modelo empírico con el que se estimó la DAV al amaranto es descrito en la ecuación (1). Al respecto, este modelo se ha utilizado tanto para estimar Disponibilidad a Pagar (DAP) (Cranfield y Magnusson, 2003) y Disponibilidad a Aceptar (DAA) (Lindhjem y Mitani, 2012). Cabe mencionar que el modelo se estimó solo con las variables que mostraron correlación significativa con la DAV.

RESULTADOS

Los productores entrevistados tuvieron edad promedio de 53.7 años; 79% hombres y 21% mujeres. El nivel de educación formal registrado es

Cuadro 1. Variables empleadas para medir la percepción, opinión y actitud a agregar valor

Descripción de las variables de percepción	Escala	Nomenclatura
Razón por la cual el productor siembra amaranto	Nominal; abierta	RAZON
Que tanto conoce procesos para agregar valor al amaranto	Ordinal; 5 intervalos	CONOCER
Actividades con las cuales considera que está agregando valor al amaranto	Nominal; abierta	ACTIVIDADES
Nivel de conocimiento en torno a la agregación de valor	Ordinal; 5intervalos	CONOCIMIENTO
Porqué los prodcutores no agregan valor a su producción	Nominal; abierta	RAZONES NO AV
Descripción de las variables de Opinión		
No agrega valor por falta de recursos económicos para invertir	Likert; 5 intervalos	ECONOMICOS
No agrega valor por falta de apoyos por parte del gobierno	Likert; intervalos	GOBIERNO
No agrega valor porque no sabrían en dónde ni a quienes vender	Likert; intervalos	COMERCIALIZACION
No agrega valor porque asumen que los costos de la transformación son muy altos	Likert; intervalos	COSTOS
No agrega valor porque desconocen los gustos y preferencias de los consumidores	Likert; intervalos	GyP
Descripción de las variables de Actitud		
Disposición a organizarse	Likert; intervalos	ORGANIZACIÓN
Disposición a capacitarse en la elaboración de productos derivados del amaranto	Likert; intervalos	CAPACITACIÓN
Disposición a agregar valor si contara con algún apoyo del gobierno	Likert; intervalos	APOYOS
Disposición a agregar valor si supieran que tienen seguro el mercado	Likert; intervalos	MERCADO
Disposición a agregar valor si con ello incrementaran sus ingresos	Likert; intervalos	INGRESOS
Productores a los cuales no les interesa agregar valor aun cuando existan apoyos del gobierno para tal fin	Likert; intervalos	DESINTERÉS

Fuente: Elaboración Propia

primaria, con promedio de 6 años en hombres y 4.9 en mujeres. Las Unidades de Producción Familiar productoras de amaranto (UPF) están compuestas por 3.3 integrantes en promedio, y una media de edad, de 47 años.

Las UPF registraron ingreso per cápita mensual promedio de $1,352. El 59% registraron ingresos inferiores a la línea de bienestar mínimo – que equivale al valor de la canasta alimentaria rural por persona al mes (CONEVAL, 2017), con media de $660/persona/mes. El 27% registraron ingresos superiores a la línea de bienestar mínimo, pero inferiores a la línea de bienestar, lo que equivale al ingreso suficiente para adquirir una canasta alimentaria rural pero insuficiente para cubrir la canasta no alimentaria El 14% restante presentaron ingresos per cápita superiores a la línea de bienestar con una media de $3,156.

Los ingresos de las UPF anteriormente citados se derivan tanto de actividades agropecuarias (64%) como no agropecuarias (36%). En relación a los ingresos provenientes de actividades agropecuarias,

el 65% en promedio provienen de la producción de amaranto mientras que el 35% provienen de otros cultivos como maíz, frijol, chía, aguacate, limón, jitomate y el aprovechamiento de algunas especies de ganado menor. El 62% de los ingresos no agropecuarios provienen de tranferencias y el 38% restante corresponde a oficios.

En relación a la actividad productiva, la muestra registró una media de 18 años de experiencia en el cultivo de amaranto con desviación estándar de 8.8. La dinámica de la comercialización del grano de amaranto se lleva a cabo en función de las necesidades económicas de los productores. En este sentido, el amaranto hace la función de "caja de ahorro", es decir, los productores almacenan el grano para venderlo paulatinamente cuando necesiten el dinero o en su defecto, cuando el precio del grano es alto. La mayor parte de los agricultores (53%) manifestó que comercializa el grano "cuando necesita dinero", principalmente en los meses de junio a agosto y 97% de los entrevistados vende su producción en grano sin haber realizado ningún tipo de agregación de valor.

Percepción y opinion respecto a la AV. El 67% de los productores entrevistados afirmaron que siembran amaranto porque el precio de venta es más competitivo (entre 11.5 y 12.5 $/kg) en comparación con otros cultivos como el maíz (4.5 $/kg). El 31% afirmó sembrar amaranto porque este es su mejor opción productiva o no hay otro cultivo mejor para sembrar. Lo anterior revela que no existe una apropiación cultural ni social por parte de los productores hacia el amaranto, y que el cultivo cumple una función únicamente económica.

El cultivo, a pesar de que tiene alrededor de 30 años de que fue reintroducido a la región, no se ha pocisionado como un cultivo estratégico en términos del consumo, debido a que no forma parte de la dieta de la población; el 77% de los entrevistados no consume el amaranto que produce. Del 33% que sí lo hace, 44% una vez por mes, 19% de dos a tres veces por mes, 15% una vez por semana, y 13% de dos a tres veces por semana y 9% todos los días.

Los productores estarian dispuestos a agregar valor a su producción si tuviesen seguro el Mercado (70%) y si recibieran apoyos del gobierno, para maquinaria y equipo (27%). En este sentido, Schulz et al., (2015; 8-9) reporto que la adopción de mejores technologias estas asociadas significativamente con el costo implicado y con recibir subsidios para la compra.

Respecto al conocimiento sobre AV, 64% de los entrevistados desconoce que es agregación de valor, 16% conocen poco del concepto, 4% se mantuvieron neutrales, 14% manifestaron tener un conocimiento regular y solo el 1% tiene un manejo amplio del concepto. En relación a las actividades para AV, 91% de los entrevistados identifica el reventado del grano como una actividad de AV, 57% incluyó la elaboración de alegrías y otros productos derivados del amaranto, 47% embolsando el grano reventado, y 41% limpiando el grano.

Sobre las razones por las cuales no se han incorporado procesos de agregación de valor, el 71% opina que la falta de recursos económicos para invertir, principalmente la poca posibilidad de adquirir maquinaria para el proceso (reventadora). El 34% considera que es por falta de capacitación; 31% por falta de apoyos por parte del gobierno, 24% por falta de conocimiento del mercado, 16% porque no les interesa y 3% por falta de organización social.

CONCLUSION

El concepto de Agregación de Valor (AV) es poco conocido entre los productores, sin embargo, tienen una opinión positiva respecto a la AV, pero baja actitud, principalmente por falta de apoyos e insuficiente conocimiento del mercado. La percepción y actitud de los productos hacia la agregación de valor representa una alternativa de solución a la problemática de la baja rentabilidad del cultivo respecto a otros estados que agregan valor. Asimismo, proporciona una opción que podría contribuir a mejorar los ingresos de los productores, en especial los del municipio de Tochimilco, principal productor a nivel estatal.

REFERENCIAS

Ayala-Garay, A.V.; Espitia Rangel, E.; Rivas Valencia, P.; Almaguer Vargas, G.; Preciado Rangel, P. (2016). Análisis del sistema productivo de amaranto en Temoac, Morelos, México. *Ciencia Ergo Sum,* Marzo-Junio, 23(1):49-57.

Ayala-Garay, A.V.; Espitia-Rangel, E.; Rivas-Valencia, P.; Martínez-Trejo, G.; Almaguer-Vargas, G. (2016). Análisis de la cadena del valor de amaranto en México. *Agricultura, Sociedad y*

Desarrollo, Enero-Marzo. (13):87-104.

Ayala-Garay, A.V.; Rivas Valencia, P.; Cortés Espinoza, L.; De la O Olán, M.; Escobedo López, D.; Espitia Rangel E. (2014). La rentabilidad del cultivo de amaranto (Amaranthus spp.) en la región centro de México. Ciencia Ergo Sum, Marzo-Junio, 21(1):47-54.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2010). México.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Social (CONEVAL). (2017). México.

Cranfield, J.A.L; Magnusson E. (2003). Canadian Consumer's Willigness-To-Pay for a Pesticide Free Food Products: An Ordered Probit Analysist. The International Food and Agribusiness Management Review, 6(4): 14-30.

Garciadiego, H. R.; Guerra, H. G. (1998). Amaranto: Historia y promesa. Tehuacán: Horizonte del tiempo, vol. 1. Patrimonio Histórico de Tehuacán A.C. México. Recuperado el 28 de abril de 2016, de http://www.alternativas.org.mx/Amaranto.pdf

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). (2016). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT). Consultado en Noviembre del 2017 en: http://ensanut.insp.mx/ensanut2016/descarga_bases.php#.Wic-NrHmFE4.

Instituto Nacional de Informática, Geografía y Estadística (INEGI). (2010). México.

Jaramillo-Villanueva, J.L.; Escobedo-Garrido, J. S.; Carranza-Cerda, I. (2017). Oportunidades estratégicas para el desarrollo del sector agropecuario en Puebla, Sistemas de Producción y procesos de Agregación de Valor. Colegio de Postgraduados Campus Puebla, México.

Pérez, T. B. C.; Aragón G. A.; Pérez A. R.; Hernández, L. R.; López O. J. F. (2011). Estudio entomofaunístico del cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Puebla México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, mayo-junio 2(3): 359-371.

Schulz, R.; Beach, R.S.; Matthews, T.J.; Courtney, K.; De Vito, D. A.; Person, M. L. (2015). Caregivers' Willingness to Pay for Technologies to Support Caregiving. The Gerontological society of America. 56(5):817-829.

RENTABILIDAD ECONÓMICA Y SOCIAL DEL AMARANTO (*Amaranthus* spp.) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN, CONVENCIONAL Y ORGÁNICO EN TOCHIMILCO, PUEBLA

Corona González N. A.[1]* y Jaramillo Villanueva J.L.[2]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km. 125.5 carretera federal México-Puebla (actualmente Boulevard Forjadores de Puebla), C.P. 72760, Puebla, Puebla, *Correo-e: vela.9@hotmail.com

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km. 125.5 carretera federal México-Puebla (actualmente Boulevard Forjadores de Puebla), C.P. 72760, Puebla, Puebla, *Correo-e: jaramillo@colpos.mx

Eje temático: 6
País: México
Palabras clave: rentabilidad económica, sistema de producción convencional, sistema de producción orgánico.

INTRODUCCIÓN

La producción de amaranto en el municipio de Tochimilco es la base de la economía municipal. A pesar de que se practica en condiciones de agricultura campesina, la producción está orientada al mercado (Sánchez et al., 2016). Lo anterior, dado que no existe la cultura del consumo de amaranto entre los productores de la región. La importancia de la rentabilidad financiera como condición necesaria, aunque no suficiente, para el mantenimiento de la supervivencia de la Unidad de Producción, así como para su crecimiento en el largo plazo, está confirmada desde el punto de vista empírico (González et al.; 2002); no obstante su práctica no solo cumple con una función económica, sino social. En este contexto, el objetivo del presente estudio es determinar la rentabilidad económica y social del cultivo de amaranto producido bajo dos sistemas (orgánico y convencional) en el municipio de Tochimilco, estado de Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante la técnica del muestreo simple aleatorio, se determinó un tamaño de muestra de 70 productores de amaranto, calculada con una precisión del 10% y una confiabilidad del 95%, distribuidos en cinco localidades del municipio de Tochimilco, Puebla. La información se obtuvo a través de la aplicación de un cuestionario estructurado y un taller participativo con productores de amaranto, en los meses de mayo a septiembre de 2017. Para el cálculo de la rentabilidad económica se utilizaron las siguientes variables: 1) Costos variables, que incluyen el pago de maquinaria por la preparación del terreno y cosecha, mano de obra ($120/jornal) por la siembra, labores culturales y corte, los insumos de producción (semilla, fertilizantes y otros agroquímicos) y el costo del transporte; 2) Costos fijos que incluyó la renta de la tierra y la depreciación de los activos -normalmente no contabilizados por el productor-; 3) Ingreso total por hectárea, en donde se utilizó el precio de venta referido por los productores encuestados ($2,000.00 por carga, es decir $12.50/kg) así como el rendimiento proporcionado por los mismos (1.7 y 1.9 t/ha en los sistemas convencional y orgánico respectivamente).

Por su parte, la factibilidad social fue medida en términos de la contribución que representa el amaranto a los ingresos necesarios para la manutención de las Unidad de Producción Familiar medidos a partir de la línea de bienestar establecida por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El costo de producción total por hectárea para el ciclo PV 2016 en el sistema convencional fue de $ 19,816.00/ha de los cuales el 77% corresponden a costos variables y 23% a costos fijos. Dado el rendimiento promedio en este sistema (1.7 t/ha), el costo por tonelada de amaranto equivale a $11,656.47 y $11.66/kg. Los resultados del análisis de rentabilidad considerando una proyección de un periodo de ocho años y una tasa de actualización del 12%, arrojaron un Valor Actual Neto (VAN) negativo cuyo resultado fue de -$22,818.00. La Tasa Interna de Retorno (TIR) fue de -11% y la Relación Beneficio Costo (RBC) de 0.07. En conclusión, éste sistema no es rentable financieramente en el horizonte de tiempo analizado. No obstante, para los productores representa una opción viable debido a que hay costos que no contabilizan como la semilla y la mano de obra familiar.

En el sistema orgánico, por su parte, el costo de producción por hectárea, considerando los mismos conceptos que para el cálculo del sistema convencional, fue de $15,346.00. Es decir, 23% inferior. Considerando que bajo éste sistema se obtienen rendimientos de 1.9 t/ha, el costo por tonelada de amaranto es igual a $8,076.84, ($8.08.00/kg) 31% inferior al sistema convencional. Bajo este escenario, los indicadores de rentabilidad reflejan que en el horizonte temporal analizado, se cubren todos sus costos a una tasa de actualización del 12% y además, genera un VAN de $ 2,765.00. La TIR fue de 15% y la RBC de 1.5.

Se realizó el ejercicio de estimar la superficie y producción necesarias para alcanzar el Valor de la Canasta Alimentaria (VCA) que, de acuerdo con el CONEVAL, significa la línea de bienestar mínimo (LBM) y la suma de las canastas alimentaria y no alimentaria, que equivalen a la línea de bienestar (LB). El cálculo se realizó para una familia de cuatro integrantes. Estos valores anuales ascienden a $50,891.52 y $90,534.72 respectivamente considerando el valor de ambas canastas para una familia rural con cifras actualizadas al mes de agosto de 2017 (Cuadro 1).

CONCLUSIONES

La producción de amaranto bajo el sistema convencional no es rentable en términos financieros en el largo plazo. No obstante, para los productores significa una entrada de recursos importante debido a que no consideran ciertos costos como la semilla, la mano de obra familiar y la depreciación de sus activos. En este contexto, el amaranto se sigue cultivando porque prácticamente “saca de apuros” a los productores, en términos económicos. Además de lo anterior, es una fuente importante de empleos. Ambos sistemas generan una derrama económica por ciclo productivo bajo el concepto de mano de obra contratada igual a $6,600 (33% del costo total), y a $1,200 por concepto de mano de obra familiar en el caso del sistema convencional y $1,400 en el sistema orgánico.

REFERENCIAS

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2017) disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx

González P., A., A. Correa R., M. Acosta M. (2002). Factores Determinantes de la Rentabilidad Financiera de las PYMES. Revista Española

Cuadro 1. Superficie necesaria para alcanzar la línea de bienestar mínimo LBM y la línea de bienestar LB en el sistema de producción convencional *vs* orgánico.

Cultivos	Costo/ha ($)	Ing. bruto/ha ($)	Nivel de ganancia ($)	Rend. (kg/ha)	Sup. para LBM (ha)	Sup. para LB (ha)
Amaranto Convencional	19,816.00	21,250.00	1,434.00	1700	63.13	35.49
Amaranto orgánico	15,346.00	23,750.00	8,404.00	1900	10.77	6.06

de Financiación y Contabilidad. Abril-Junio 2002 pp. 395-429

Sánchez, O., J., A. Argumedo M., J.F. Álvarez G., J.A. Méndez E., B. Ortiz E. (2016). Análisis económico del sistema socio técnico del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. Acta universitaria, 26(3), pp. 95-04

EL CONSUMO DE AMARANTO (*Amaranthus* spp) EN EL CENTRO DE MÉXICO

Ayala-Garay A. V.[1], Espitia Rangel E.[2], Altamirano-Cárdenas R.[3], Ireta-Paredes A. R.[4], González-Molina L.[1], Muñiz-Reyes E.[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km 18.5 Carretera México – Lechería, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230 ayala.alma@inifap.gob.mx
[2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Valle de México. Km. 13.5 de la Carretera los Reyes-Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, C.P. 56250. espitia.eduardo@inifap.gob.mx, gonzalez.lucila@inifap.gob.mx, muniz.erica@inifap.gob.mx
[3]Universidad Autónoma Chapingo (UACh). Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo Estado de México. C.P. 56230. jreyesa@ciestaam.edu.mx
[4] Universidad Interserrana del Estado de Puebla – Ahuacatlán. Los Llanos Km 1 Carretera Amixtlán San Andrés Tlayehualancingo, Puebla. C. P. 73330. arely8710@hotmail.com

Eje temático: 6
País: México
Palabras clave: Preferencias en el consumo, alternativa de producción, efecto superficie, efecto rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp) tiene una amplia gama de usos en la alimentación humana; debido a su alto contenido y calidad biológica de proteínas, por lo que puede ser postulado como un cultivo potencial para aliviar problemas alimentarios y de desnutrición. El cultivo del amaranto en México de 2007 a 2016 se realizó en 12 estados, y sobresalen por su superficie cosechada y producción Puebla y Tlaxcala, Estado de México y Morelos. Los mayores rendimientos promedio son de 2.11 t ha^{-1} en el Estado de México y con 1.31 t ha^{-1} para Morelos (SIAP- SAGARPA, 2017). De acuerdo a SIAP-SAGARPA (2015, 2016), el consumo de amaranto per cápita fue de 100 g en 2014 y sólo 7 g en 2015.

Tennina (2014) menciona que el grano posee aproximadamente 16 % de proteína; este porcentaje es más alto que el de cereales tradicionales como el maíz, arroz y trigo con 9.3, 8.8 y 14.8 % respectivamente. Sin embargo, su importancia radica en la calidad y excelente balance de aminoácidos que contiene. Jacobsen *et al*. (2002) señala que el amaranto tiene un nivel alto de lisina, metionina y cisteína, con leucina como el aminoácido limitante. El contenido de proteínas y lípidos es mayor en amaranto que en trigo, que normalmente contiene 10-14 % de proteínas y 2 % de lípidos.

A nivel nacional la producción se ha incrementado, pero ha enfrentado problemas de mercado, desde 1990 hasta 2015, la tasa de crecimiento media anual (TCMA) fue 8.58 %; de 2008 a 2010 se obtuvo un promedio de 4,075 toneladas; mientras que en 2014 se reportaron 6,547 t y en 2015 fueron 8,551 t (SIAP-

SAGARPA, 2017). El aumento en la producción de amaranto, se debió principalmente a que en los últimos años el precio pagado al productor en términos nominales aumentó. Sin embargo, ante el auge del precio durante 2014 que logró un máximo de $34.00, un mínimo de $18.00 y un promedio de $26.00 por kg; en 2015 la superficie sembrada aumentó a 6,463 ha, con una producción de 7,551 t esto generó un exceso de oferta SIAP-SAGARPA (2017).

El amaranto es un cultivo que puede cultivarse bajo temporal y resistente a sequias, lo que lo hace una alternativa de producción y consumo adecuada para regiones marginadas de México (Ayala-Garay *et al*., 2016). No obstante, a pesar de su importancia económica y social, el amaranto no ocupa un lugar dentro de los productos que son considerados básicos y estratégicos en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (Ayala *et al.,* 2012). Por todo lo anterior, el objetivo del presente fue identificar qué factores favorecen el consumo de amaranto en la zona centro de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para analizar la dinámica de crecimiento de la producción, se utilizó la metodología de FAO (Gómez, 1994) que cuantifica los factores explicativos del crecimiento de la producción agrícola para un cultivo, a través del cálculo de su Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA). De acuerdo con esta metodología, los efectos que explican el crecimiento de la producción son la superficie, el rendimiento y la interacción de ambas variables (efecto combinado).

Los factores explicativos de la producción de amaranto se calcularon para el periodo 2003-2016. Se utilizaron promedios trienales en los periodos inicial y final de las variables.

El efecto superficie (E.S.) se expresa como la TMCA de la producción que se habría obtenido en el año n (año de estudio) si sólo hubiera variado la superficie. Para su cálculo se mantienen constantes tanto los rendimientos como los precios.

$$E.S. = \left\{ \left[\left(\frac{Si(j) * Ri\,(0) * Pi\,(0)}{Si\,(0) * Ri\,(0) * Pi\,(0)} \right)^{\frac{1}{n-1}} \right] -1 \right\} * 100$$

El efecto rendimiento (E.R.) toma como variable el rendimiento por hectárea. Esta dado por la TMCA de la producción que se habría obtenido sí sólo variaran los rendimientos.

$$E.R. = \left\{ \left[\left(\frac{Si(0) * Ri\,(j) * Pi\,(0)}{Si\,(0) * Ri\,(0) * Pi\,(0)} \right)^{\frac{1}{n-1}} \right] -1 \right\} * 100$$

Para ambos efectos: E.S. = Efecto superficie, Si(j) = Superficie del año de estudio, Ri(0) = Rendimiento del año base, Pi(0) = Precio del año base, Si(0) = Superficie del año base, n = número de años en estudio, E.R. = Efecto rendimiento, R i(j) = Rendimiento del año en estudio.

El efecto combinado (E.C.) resulta de la interacción del efecto rendimiento y el efecto superficie (E.C. = E. S. * E. R.), y representa lo no explicado por las tasas de crecimiento de rendimiento y superficie. La suma de los tres efectos explica la TMCA de la producción del cultivo, por tanto: E.S. + E.R. + E. C. = TMCA de la producción.

Para obtener la información de los consumidores de amaranto se diseñó una encuesta con variables cuantitativas y categóricas de carácter económico y social. Los datos obtenidos consideraron los siguientes aspectos: a) características generales del consumidor: género, edad, ocupación y años estudiados; b) consumo de amaranto actual, tipo de producto consumido, conocimiento del valor nutricional, frecuencia de consumo, cantidad consumida; y c) preferencias del consumidor: precio dispuesto a pagar por el producto, punto de venta, hora de consumo, forma de consumo. El levantamiento de la información se realizó en la Ciudad de México, en la Delegación de Xochimilco que para el año 2015 contaba con una población de 415 933 habitantes (INEGI, 2015). Se eligió esta Delegación por ser el máximo productor de amaranto de la Ciudad de México, ya que en promedio durante el 2013-2015 destinó a la superficie sembrada 97 hectáreas para su cultivo, destacando sobre las delegaciones Tláhuac y Milpa Alta (SIAP-SAGARPA, 2017). Además, por ubicación concéntrica donde confluyen instituciones tanto del sector público como privado, le permite tener una diversidad de niveles de ingresos y por ande de hábitos alimenticios de las personas que ahí laboran. Se entrevistó el 5 % de la población, obteniendo 135 entrevistas aplicadas a mayores de edad durante los meses de septiembre a diciembre del 2015.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis del crecimiento en la producción entre los años 2003 y 2016 (Cuadro 1), muestran que a nivel nacional la tasa de crecimiento media anual fue de 11.93 % crecimiento explicado básicamente por el incremento de 12.62 % promedio anual en la superficie y sin aumento en rendimiento, variable que ha decrecido a una tasa media anual de 0.62 %.

Destaca en el periodo analizado el estado de Tlaxcala que se ha posicionado como el principal productor nacional en los últimos años, la superficie en este estado se ha incrementado a una tasa media anual de 33.86 % y los rendimientos lo han hecho al 4.47 % promedio anual.

Se observa a nivel nacional y en las entidades federativas poca innovación que permita aumentar los rendimientos por estado, no obstante, como se observó entre los años 2015 y 2016 los incrementos en la producción se reflejan en caídas de precio. Por lo anterior es necesario desarrollar el potencial de mercado del amaranto con el fin de dar salida a los posibles incrementos de producción, sin afectar en bajos precios y reducción de superficie.

Características generales del consumidor

De los entrevistados, el 43 % de los encuestados fueron hombres y el 57 % mujeres. El rango de edad varió desde 16 a 70 años. El mayor porcentaje se concentró en la categoría de 21 a 50 años con 58 %. El 97 % de los encuestados menciona que ha probado el amaranto, solo 3% señaló que no lo ha hecho. Destaca que un 42 % lo ha consumido como productos alimenticios, ya sea en cereal, verdura, leche y harina (Figura 1), el resto lo ha utilizado como productos no alimenticios (cosméticos). El 98 % considera que el sabor del amaranto es de bueno a regular y solo 2 % lo considera malo.

Cuadro 1. Factores explicativos del crecimiento de la producción de amaranto en el periodo 2003-2016.

Entidad Federativa		Efectos (%)		
	TCMA (%)	Superficie	Rendimiento	Combinado
Puebla	1.43	6.44	-4.71	-0.30
Tlaxcala	39.85	33.86	4.47	1.51
Estado de México	16.86	15.99	0.75	0.12
Ciudad de México	-0.06	-0.14	0.07	0.00
Nacional	11.93	12.62	-0.62	-0.08

Fuente: Elaboración propia con información de SIAP - SAGARPA, 2017 y Gómez (1994).

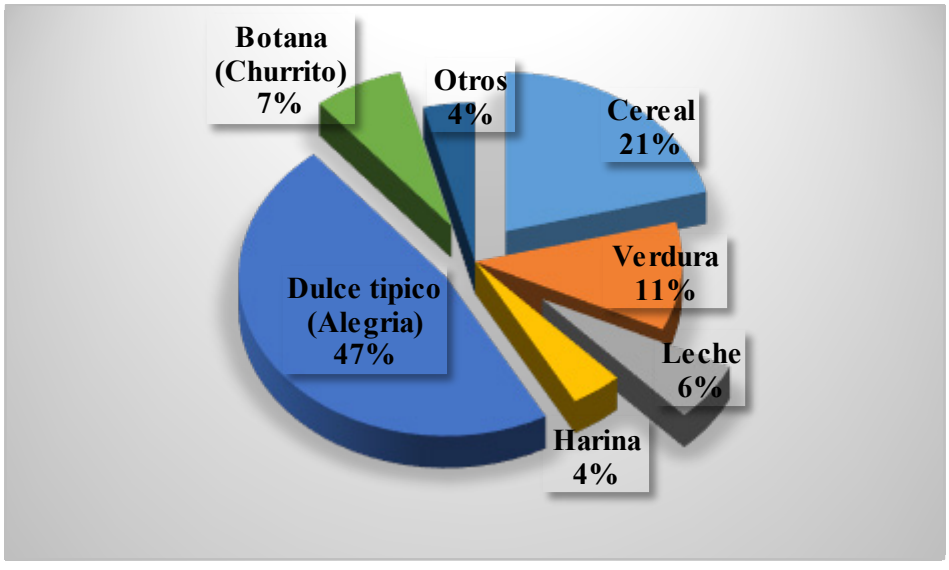


Figura 1. Presentación que predomina en el consumo del amaranto.

Sobre las propiedades nutricionales del amaranto, sólo un 35 % de los encuestados sí conoce sobre las propiedades nutricionales del producto, a pesar de la riqueza proteínica del grano que fluctúa de 14 a 17 % (Alejandre *et al*., 2012). Su digestibilidad es muy alta, alcanzando entre el 80 y el 92 %.

CONCLUSIONES

La producción de amaranto en México ha mostrado un crecimiento dinámico que se explica fundamentalmente por el incremento en la superficie sembrada y con escasa aplicación de innovaciones que incrementen los rendimientos por unidad de superficie. Los incrementos en la producción han repercutido en la disminución de los precios pagados al productor y por ende en la disminución de la superficie cultivada.

Se requiere de una estrategia transversal institucional que fomente el cultivo y consumo de amaranto en México, destacando que, así como es tolerante a sequias para su cultivo y producción, también es un alimento que además de nutrir nos prevendrá de ciertas enfermedades por su alto contenido de aminoácidos esenciales y contener también péptidos bioactivos.

REFERENCIAS

Alejandre, I., G., L. C. G. S. Valdés, P. J. García. 2012. Selección y adaptación de variedades criollas de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) en el Noreste de México**.** In: Espitia Rangel E. (ed). Amaranto: Ciencia y Tecnología. Libro Científico No. 2. INIFAP/SINAREFI. México, pp 249-256.

Ayala, G., A.V., L. D. Escobedo, E. L. Cortés, R. E. Espitia. 2012. El cultivo del amaranto en México, descripción de la cadena, implicaciones y retos. In: Espitia Rangel E. (ed). Amaranto: Ciencia y Tecnología. Libro Científico No. 2. INIFAP/ SINAREFI. México, pp 315-330.

Ayala, G., A. V., R. E. Espitia, V. P. Rivas, V. G. Almaguer, y R. P. Preciado. 2016. Análisis del sistema productivo de amaranto en Temoac, Morelos, México. Ciencia Ergo Sum, 23: 49-57.

Gómez, O. L. 1994. La Política Agrícola en el Nuevo Estilo de Desarrollo Latinoamericano. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago, Chile. 675 p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2015. Encuesta Intercensal 2015. http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal (Consulta: julio 2016).

Jacobsen, S-E., K. Iteno, y Á. Mujica. 2002. Amaranto como un cultivo nuevo en el norte de Europa. Agronomía Tropical 52: 109-119.

SIAP - SAGARPA (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2015. Atlas Agroalimentario 2015. http://nube.siap.gob.mx/publicaciones_siap/pag/2015/Atlas-Agroalimentario-2015 (Consulta: julio 2017).

SIAP - SAGARPA (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016. Atlas Agroalimentario 2016. http://nube.siap.gob.mx/publicaciones_siap/pag/2016/Atlas-Agroalimentario-2016 (Consulta: julio 2017).

SIAP - SAGARPA (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2017. http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola (Consulta: julio 2017).

Tennina, L. 2014. Alimentación inteligente: Comer para pensar, pensar para comer. Edit Grijalbo. 202 p.

RENDIMIENTO ESTIMADO DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) DEL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO, PUEBLA

Cervantes Vargas, J.[1], Ortiz Torres E.[1] y Argumedo Macías A.[1]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km 125.5 Carretera Federal México-Puebla (actualmente Boulevard Forjadores de Puebla), C.P. 72760. Puebla, Pué. México.
Correo-e: *jJcervantesv@colpos.mx, enriqueortiz@colpos.mx, aadrian@colpos.mx

Eje temático: 6
País: México
Palabras clave: amaranto, rendimiento, estimación.

INTRODUCCIÓN

Estimar rendimiento de los cultivos es importante porque proporciona información para tomar decisiones. A los programas de desarrollo agrícola, les informa si hubo incremento de cosecha (Díaz Cisneros, 1990). Permite calcular los costos por almacenamiento, dimensionar monto de apoyo a la comercialización, si lo hubiera, establecer cupos de importación, calcular indemnización si hubiera siniestros. También, es posible clasificar tipo de cosecha y valorar la calidad del producto (Aguilar, 2013). Conocer el manejo y rendimiento en parcelas de los productores permite identificar problemas y proponer líneas de investigación prioritarias.

Existen diferentes metodologías para estimar rendimiento, dependiendo del cultivo que se quiera estudiar, en específico para amaranto no existe una metodología específica, sin embargo existen metodología probadas para otros cultivos que se pueden adaptar. En el municipio de Tochimilco, principal zona productora de amaranto en estado de Puebla, no existe información respecto al rendimiento de grano real en la zona, hasta ahora solo se han reportado cifras generales obtenidas en encuestas (Ayala, 2013). En ese contexto, la presente investigación tiene como principal objetivo: obtener muestras de amaranto en diferentes localidades con diferente altitud para estimar el rendimiento y manejo en general del cultivo, para que en un futuro con la información recabada auxilie a construir un mapa de información técnica a detalle para el cultivo amaranto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó muestreo de amaranto en parcelas de agricultores cooperantes, en tres ciclos agrícolas consecutivos 2015, 2016 y 2017 en las localidades presentadas en el cuadro 1.

La metodología empleada para estimar rendimiento de amaranto fue la utilizada en el Plan Puebla para maíz (Díaz Cisneros 1990), pero se le hicieron adaptaciones apropiadas para amaranto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de amaranto Tochimilco en promedio anual máximo en 2015 fue de 1900 kg ha^{-1}. A nivel de comunidades las cuatro consideradas estuvieron cerca de las dos toneladas. Figura 1. Sin embargo, los resultados de rendimiento de Tochimilco denotan una clara tendencia a la baja atreves de años, según las cifras el decremento llega a significar hasta 40% como promedio a nivel municipal a lo largo de los tres años. Para 2016, San Miguel Tecuanipan y Tochimizolco bajaron a cerca de una tonelada, pero cabe mencionar, que dentro de la misma comunidad el rendimiento varía según el paraje con diferencias significativas de hasta 870 kg. Para 2017, el rendimiento bajó a cerca de una tonelada por hectárea en promedio por comunidad. Los decrementos han tenido que ver principalmente con exceso de lluvia en etapas en que afecta seriamente a la planta. Específicamente hubo alta frecuencia en que los productores tuvieron que resembrar debido precisamente al exceso de humedad. Sin pruebas fehacientes, creemos que las lluvias han cambiado su ciclo e intensidad, por lo que los agricultores están tratando de adaptarse a estos cambios.

CONCLUSIONES

El rendimiento promedio estimado en amaranto para el municipio de Tochimilco fue de 1500 kg ha-1. Se observa una variación en la producción por problemas de exceso de lluvias.

BIBLIOGRAFÍA

Díaz Cisneros H. (1990). Manual para estimar rendimiento del maíz y determinar el uso de

Cuadro 1. Localidades, Municipio y año d muestreo de parcelas de amaranto para la estimación de rendimiento.

Estado	Municipio	Localidades	Año
Puebla	Tochimilco	San Lucas Tulcingo, Tochimizolco, Santa Cruz Cuautomatitla y San Miguel Tecuanipan.	2015
Puebla	Tochimilco	San Lucas Tulcingo, Tochimizolco, Santa Cruz Cuautomatitla, San Miguel Tecuanipan	2016
	Tochimilco	Tochimizolco y San Miguel Tecuanipan.	2017
Tlaxcala	Nativitas	San Miguel de los Milagros.	2017

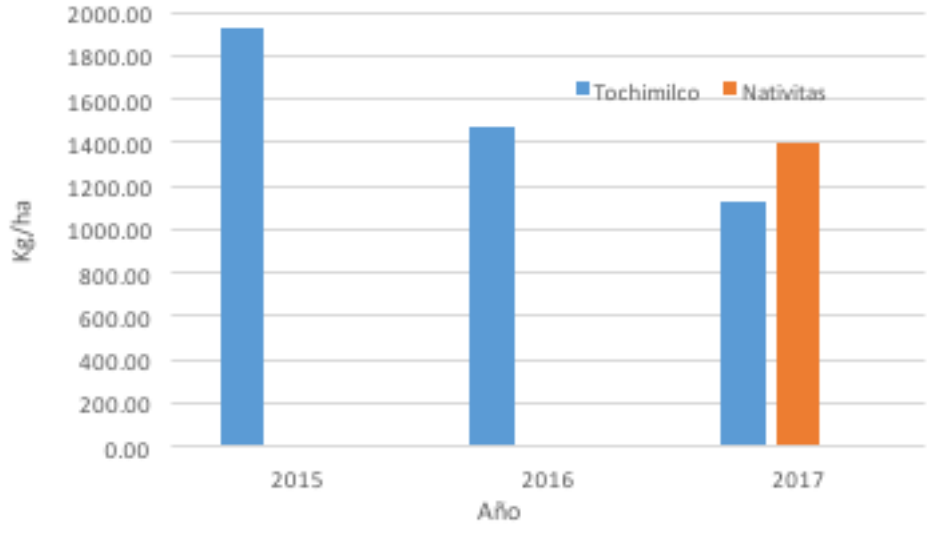


Figura 1. Rendimiento de gramo promedio de amaranto en los municipios y años de muestreo.

la tierra en programas de Desarrollo Agrícola Regional. Colegio de Postgraduados.

Aguilar Ávila, J., Santoyo Cortes V.H. (2013). Estimación de rendimientos en el sector agropecuario. Universidad Autónoma Chapingo, Miguel Ángel Porrúa y Estudios Críticos del Desarrollo.

Ayala Garay, A. V.a, Rivas-Valencia, P., Cortes-Espinoza, L., de la O Olán, M., Escobedo-López, D., Espitia-Rangel, E. (2014). La rentabilidad del cultivo de amaranto (Amaranthus spp.) en la región centro de México. CIENCIA ergo-sum 21(1): 47-54.

7. Políticas públicas y financiamiento.

Experiencias locales y regionales. Vínculos gubernamentales.

GRUPO DE ENLACE PARA LA PROMOCIÓN DEL AMARANTO EN MÉXICO

OPORTUNIDADES DEL PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR CHILENO PARA LA INSERCIÓN DEL AMARANTO COMO ALIMENTO ANCESTRAL

Bustos Nelly [1]; Candia Eduardo.[2]; Coloma Rodrigo.[2]; Baginsky Cecilia[3]

[1]Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, INTA. Universidad de Chile. Av El líbano #5524, comuna de Macul, Santiago de Chile. *Correo-e: nbustos@inta.uchile.cl.
[2]Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas JUNAEB. Unidad de Estudios de la Dirección Nacional. Monjitas #565 piso 12. Santiago de Chile. Correo-e: Eduardo.candia@junaeb.cl, Rodrigo.coloma@junaeb.cl
[3]Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Av. Sta. Rosa 11315, Comuna de la Pintana, Santiago de Chile. Correo-e: cbaginsk@uchile.cl.

Eje temático: 7
País: Chile
Palabras clave: escolares, obesidad, ración escolar, PAE.

INTRODUCCIÓN

Los cambios epidemiológicos producidos en América Latina, han convertido a la obesidad en un problema de salud pública prioritario, que debe ser abordado con un enfoque intersectorial, por la diversidad de factores que influyen en su génesis y la velocidad de su aumento en el último tiempo. Chile ha vivido un acelerado proceso de transición epidemiológica y nutricional, caracterizado por cambios en los estilos de alimentación y actividad física, que han afectado el estado nutricional de la población más vulnerable.(Vio, Albala, and Kain 2008)comparing these with the goals established by the Ministry of Health for the period 2000-2010. DESIGN AND SETTING: A descriptive study which includes data on the nutritional status of the Chilean population categorised by age. The data originate from: (1 La evolución de la prevalencia de la obesidad infantil en Chile, registrada por el sistema de vigilancia nutricional (Mapa Nutricional) de la Junta de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), muestra que ésta aumentó del 8,7% el año 1987 al 24,2% el año 2017 en los niños que ingresaron a primer año básico.(JUNAEB 2017) Este sistema de vigilancia permite detectar anualmente situaciones de riesgo de malnutrición tanto por exceso como por déficit, en cuatro niveles educacionales (pre-kínder, kínder, 1° básico y 1° medio), de establecimientos municipalizados y particulares subvencionados, lo que permite identificar las zonas de mayor riesgo nutricional a lo largo del país.

Los programas de alimentación escolar, han sido recomendados como uno de los componentes claves para garantizar el acceso a los alimentos de las poblaciones vulnerables, a la vez que aseguran la permanencia de los estudiantes en el aula. Proporcionar almuerzos y meriendas (colaciones) saludables en las escuelas, mejora la salud y el bienestar nutricional de los niños, lo que les permite crecer y aprender bien. Cuando se combina con la educación nutricional, la alimentación escolar puede mejorar directamente la salud y la nutrición de los estudiantes, al tiempo que les ayuda a desarrollar buenos hábitos alimentarios(FAO 2005).

En el contexto escolar chileno se inserta el Programa de Alimentación Escolar (PAE), a cargo de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), el cual beneficia diariamente a 1 millón 800 mil niñas, niños y jóvenes del país, que tiene como finalidad entregar diariamente servicios de alimentación (desayunos, almuerzos, once, colaciones y cenas según corresponda) a los alumnos y alumnas en condición de vulnerabilidad de Establecimientos Educacionales de Chile, con el objeto de mejorar su asistencia a clases y contribuir a evitar la deserción escolar, otorgando un servicio de alimentación escolar saludable, variado, nutritivo, inocuo y gastronómicamente óptimo; que contribuya en su desarrollo físico y mental, que favorezca y estimule la concentración y aprendizaje, para su desempeño académico en igualdad de condiciones. (JUNAEB 2018).

El PAE en Chile, está en una constante mejora no sólo del servicio entregado en los comedores, sino que también en la búsqueda de alimentos nutritivos, accesibles, naturales y con identidad, siendo el amaranto un alimento, ideal para introducirlo en el PAE, no solo por su historia de ser un grano andino, autóctono de América Central y Sur, encontrado hace más de 4.000 años en la zona andina de nuestro país, en la Pampa del Tamarugal, específicamente en las aldeas Pircas, Caserones, Guatacondo y Ramaditas, sino que también por sus atributos nutritivos principalmente por contener una excelente calidad proteica, ácidos grasos poliinsaturados, fibra dietética, micronutrientes, tocoferoles, tocotrienoles y escualeno los cuales participan en la prevención de la oxidación celular.(García M. 2014)

Frente a lo anterior, la Unidad de Estudios de JUNAEB, ha generado una mesa mixta de trabajo, con el objetivo de identificar estrategias de inserción del amaranto como alimento ancestral en el Programa de Alimentación Escolar, lo que beneficiará no solo a los niños y niñas más vulnerables, sino que también, a los productores locales de nuestro país.

En base a lo anteriormente indicado, este estudio tuvo como objetivos Identificar las medidas de Contrapeso, que inserten el amaranto en el PA, generar estudios que permitan evaluar la aceptabilidad del amaranto en los niños y niñas beneficiarias del PAE e insertar el amaranto en el PAE destinado a niños y niñas celiacas.

MATERIALES Y MÉTODOS

JUNAEB a través de la Unidad de estudio, convocará a otras unidades de JUNAEB, la Facultad de Ciencias Agronómicas y al INTA ambas de la Universidad de Chile, para formar una mesa de trabajo, que permitirá poner en marcha diversos estudios para insertar el amaranto como alimento ancestral en el Programa de Alimentación Escolar. También convocará durante el 2018, a otros estamentos gubernamentales, como El Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), para fortalecer la compra de producción local de amaranto, en zonas rezagadas. Además, esta mesa de trabajo, comenzará a postular a fondos concursables, que permitan utilizar el amaranto como materia prima, en distintos alimentos destinados para el Programa de Alimentación Escolar.

Los estudios a ejecutarse serán en una primera instancia de tipo transversal, para identificar aceptabilidad del amaranto en los niños y niñas beneficiarios del PAE, como también estudios de tipo cualitativo para indagar sobre oportunidades y barreras que tiene el PAE para insertar el amaranto en la alimentación habitual.

Con los dos estudios anteriores, se generará una línea base para la realización de un estudio prospectivo el que tendrá como objetivo la evaluación de un proyecto piloto de inserción del amaranto en el PAE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El amaranto se promueve como un alimento saludable debido a su valor alimenticio y funcional, que es más alto que la mayoría de los cereales, gracias a su alta calidad nutricional. En la actualidad el PAE, cuenta con una serie de estrategias destinadas al fomento de una alimentación saludable de sus beneficiarios, a través del Plan Contra la Obesidad Estudiantil CONTRAPESO, cuyo objetivo es contribuir a reducir la obesidad estudiantil mediante la implementación de 50 medidas concretas que responden a los ejes programáticos, alineando todos sus programas institucionales, como también otras iniciativas destinadas a mejorar la igualdad de oportunidades a estudiantes con algunas patologías alimentarias como la enfermedad celiaca.

Dentro de las medidas que tiene Contrapeso, la inserción del amaranto contemplaría, la medida

Nº7, relacionada con la compra de alimentos locales, donde las empresas prestadoras del PAE deberán comprar un mínimo de 15% en productos locales (de la región) o 10% en zonas rezagadas, o bien, una combinación proporcional. La medida Nº10, que señala que se debe disponer de alimentos locales en el PAE, la medida Nº 26, que busca introducir alimentos en el PAE, con un alto contenido de fibra, La medida Nº30 y Nº34, relacionada con la implementación de huertos escolares, donde el amaranto seria el alimento ancestral del huerto. (JUNAEB 2018).

También el amaranto podrá ser un alimento base para utilizar en el Laboratorio Gastronómico, que se formará bajo la necesidad de insertar y/o mejorar la aceptación de las raciones entregadas en el Programa de Alimentación Escolar. En este espacio experimental se analizarán, junto a manipuladoras de alimentos y a los propios estudiantes, las recetas elaboradas en base al amaranto, en un laboratorio que se construirá en el INTA de la Universidad de Chile con fondos concursables (JUNAEB 2018.)

Otro de los desafíos del JUNAEB es promover una mayor inclusión social e igualdad de oportunidades de acceso para estudiantes en situación de vulnerabilidad, por lo que ha desarrollado un modelo de atención a estudiantes beneficiarios que presentan enfermedad Celiaca. Desde el año 2017 se ha hecho entrega, de manera paulatina dentro del Programa de Alimentación Escolar (PAE), de alimentos específicos para los beneficiarios diagnosticados con esta enfermedad. Los alumnos beneficiados por el PAE Celíacos, reciben un servicio de alimentación diferenciado, para cumplir con los requerimientos de su tratamiento, que incluye la entrega de un desayuno en el establecimiento con productos libres de gluten envasados, además de una canasta de alimentos libres de gluten, perecibles y no perecibles, para la preparación del almuerzo en su lugar de residencia.

CONCLUSIONES

Se reconoce que la obesidad se debe a una variedad de factores sociales y por consiguiente requiere un enfoque poblacional, multisectorial y adaptado a las distintas circunstancias culturales. Sin embargo, un adecuado ambiente en el hogar y en las escuelas, que induzca a elegir y consumir alimentos saludables, podría disminuir este riesgo en los niños y niñas. Existe en la actualidad un creciente interés por el consumo de productos alimenticios cuyos principales atractivos se vinculan, por un lado, con su distinción asociada a un origen geográfico y cultural, y por otro, con algunas condiciones ligadas a las formas en que son elaborados. El Programa de Alimentación Escolar Chileno, es una gran oportunidad para insertar el amaranto como alimento ancestral, no solo por sus propiedades nutricionales, sino que también por la historia que trae consigo este alimento, que ha sido parte de la alimentación por miles de años.

REFERENCIAS

García, M., Vidal, A., Mandakovic, V., Maldonado, A., Peña, M., Belmonte, E. (2014). Alimentos, tecnologías vegetales y paleoambiente en las aldeas formativas de la Pampa del Tamarugal, Tarapacá (ca. 900 AC-800 DC). Estudios Atacameños Arqueología y Antropología Surandinas, 47, 33-55.

García, M., Vidal, A., Mandakovic, V., Maldonado, A., Peña, MP y Belmonte, E. (2014). “Alimentos , Tecnologías Vegetales Y Paleoambiente En Las Aldeas FAO. 2005. *Nutrition Education in Primary Schools. A Planning Guide for Curriculum Development.* Rome. http://www.fao.org/docrep/009/a0333e/a0333e00.htm.

JUNAEB. 2017. “Mapa Nutricional 2016.”

JUNAEB. 2018. https://www.junaeb.cl/programa-de-alimentacion-escolar.

JUNAEB. 2018 http://contrapeso.junaeb.cl/.

JUNAEB. 2018 http://contrapeso.junaeb.cl/laboratorio-gastronomico/.

Vio, F., Albala, C., and Kain, J. (2008). “Nutrition Transition in Chile Revisited: Mid-Term Evaluation of Obesity Goals for the Period 2000-2010.” *Public health nutrition* 11(4): 405–12.

8. Experiencias locales, organización social y soberanía alimentaria.

Creación de redes y organizaciones comunitarias para producir, transformar y comercializar productos.

GRUPO DE ENLACE PARA LA PROMOCIÓN DEL AMARANTO EN MÉXICO

RELACIONES SOCIALES ENTRE EMPRESAS FAMILIARES Y CONEXION CON INSTITUCIONES

Méndez Bautista C, L.[1] Manzo-Ramos F[2]

[1]Instituto Tecnológico de Comitán. Carretera Yocnajab el Rosario km 3.5. Comitán de Domínguez, Chiapas. Correo-e: mendezclaraluz@gmail.com
[2]Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Programa de Estudios del Desarrollo Rural. Texcoco, Edo. de México, Coreo-e: fernando.manzo.ramos@gmail.com

Eje temático: 8
País: México
Palabras clave: redes sociales, amaranto, familias campesinas.

INTRODUCCIÓN

El avance en la urbanización de la Ciudad de México ha provocado el cambio del uso de suelo de las zonas rurales cercanas a la ciudad. Como es el caso de la comunidad de Santiago Tulyehualco pueblo caracterizado por ser, quien conservó la tradición del cultivo del amaranto, de su transformación y comercialización. Desde hace más de seis décadas las familias se dedican a esta actividad, pero con el tiempo la ciudad ha absorbido sus terrenos de cultivo. Razón por la cual, se ingenian diversas estrategias para continuar con la tradición de la producción del amaranto. De ese modo, el presente escrito versa sobre un análisis de las familias campesinas amaranteras sus estrategias sociales organizativas y asociativas esto con el fin de entender su dinámica y como estas ayudan al crecimiento de las unidades familiares amaranteras.

La información de la encuesta se analizó con el programa Visone que es un sofware para análisis de redes sociales, para conocer las unidades familiares amaranteras con más conectividad. Derivado del análisis permitió conocer y analizar las estrategias sociales y conexiones con instituciones y ver cómo han logrado estas familias amaranteras crecer, subsistir y amenorar estos cambios apoyándose entre familias e instituciones también permitió visualizar las características de estas familias. Conocer los vínculos reales involucra comprender las relaciones existentes que intercambian entre estas unidades familiares amaranteras, así como la conexión social que por lo regular funciona y cambia constantemente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las unidades familiares analizadas se dedican a la producción, transformación y comercialización del amaranto. Las técnicas para la obtención de información fueron: la observación directa, observación participante, el diario de campo, encuesta y el cuestionario observando que existen familias con características diferenciadas en la capacidad de producción en su taller encontrando talleres tipo artesanal, semiindustrial e industrial, también se encontró familias en crecimiento, madures y vejez los resultados de esta caracterización

se presentaron en la tesis de maestría. En total se aplicaron 31 encuestas en el 2010 y actualmente se han mantenidos en observación. Se analizaron los datos con el programa VISONE que es un software desarrollado desde 2001 en la Universidad de Konstanz y el Instituto de Tecnología de Karlsruhe. También se empleó la metodología de Análisis de Redes Sociales en el espacio rural.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las familias amaranteras han recibido apoyo de parte de instituciones y programas para la producción primaria, transformación o comercialización en el aspecto económico, capacitación, trabajos de conservación y maquinaria.

Al interior de la estructura reticular visualizamos en la figura 1 que hay actores con más legitimación y reconocimiento, así pues, con mucha capacidad de intervenir en la estructura social, en este caso son: Comisión de Recursos Naturales (CORENA), Delegación Xochimilco, Secretaria de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaria de Desarrollo Rural y Equidad para las Comunidades (SEDEREC), Comité Estatal de Sanidad Vegetal (CESAVE), quienes tienen una gran influencia y reconocimiento en la estructura reticular, de este modo, el mayor número de actores o nodos, dicen tener un reconocimiento a estas instituciones. Por lo que, se explica el tipo de apoyo que ellos han recibido y justamente sus intereses se pueden reflejar en los beneficios que cada familia tiene al obtener apoyo.

En la estructura reticular figura 1 visualizamos redes débiles y sofisticadas siendo la mayor parte de los talleres semi-industriales tipo patio quienes tienen más de dos grados de cercanía hacia un nodo determinado (acercamiento de instituciones y sus programas), y los talleres patio que se ubican al final de la estratificación tienen redes más sofisticadas, es decir, son actores que tienen una mayor capacidad de llegar a otros actores de la red, entonces, nos permite tener una mejor entendimiento del grado de crecimiento en su taller, influenciado por las conexiones referidas a los apoyos de las instituciones.

El número de relaciones que los cinco nodos bien conectados tienen con las instituciones refleja el beneficio en alguno de los procesos productivos de las UAF. Debido a su posición estructural y número de instituciones que refieren tener; de seis a ocho los mejor conectados, existe una minoría de nodos que refieren tener dos conexiones, curiosamente son familias con talleres de tipo patio y familias en madurez, mientras que los nodos que dicen tener una relación con las instituciones son talleres tipo artesanales y familias en etapa de madurez.

Al respecto, Flores y Rello (2002:25) argumentan que la capacidad de las organizaciones rurales de conseguir su propósito y convertirse en un elemento dinamizador de desarrollo en el campo, no

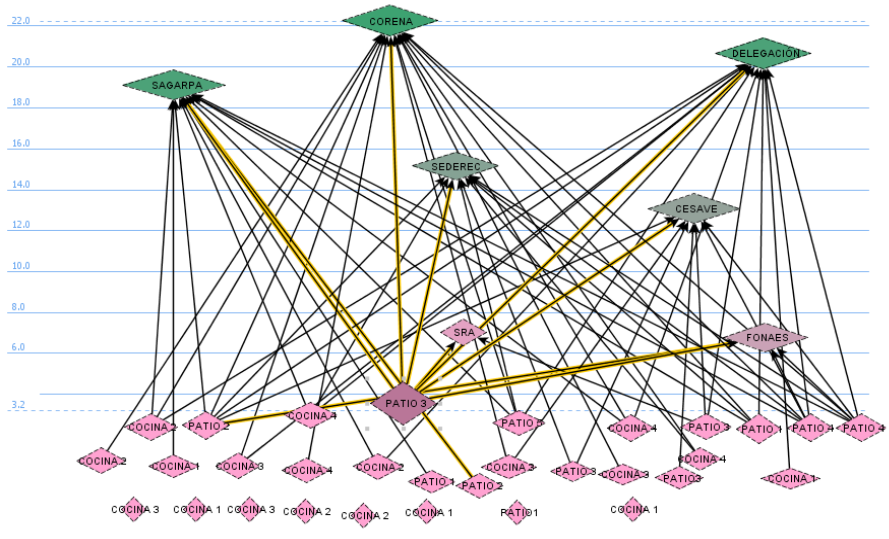


Figura 1. Apoyos de instituciones y programas en la Unidad Agroindustrial Familiar de Amaranto de Santiago Tulyehualco, DF, México.
Fuente: Trabajo de campo, 2010.

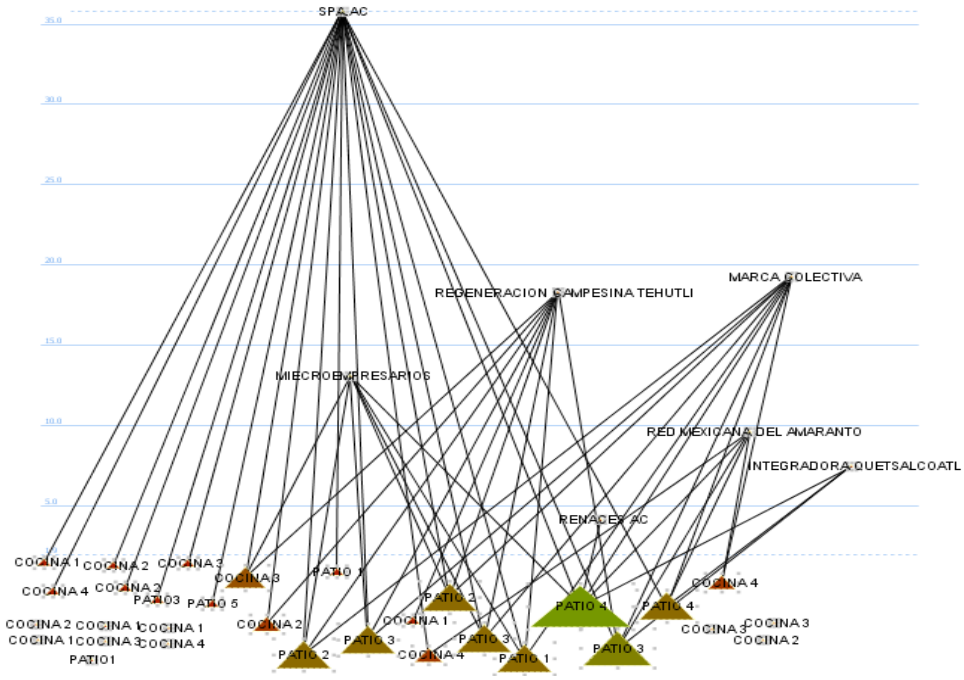


Figura 2. Organizaciones sociales a la que pertenecen los tipos de talleres familiares en la Unidad Agroindustrial Familiar de Amaranto de Santiago Tulyehualco, DF, México.

Fuente: Encuesta aplicada en 2010.

dependen solo de ellas sino de otros actores privados y públicos. Y también dice "esta capacidad será mayor si las organizaciones rurales establecen relaciones de cooperación y coordinación con organizaciones gubernamentales, empresas privadas, ONG y otras asociaciones civiles". Aunque en el caso de estas familias, los apoyos que gestionan de instituciones y sus programas dirigidos a la cadena de valor del amaranto le dan importancia ciertos procesos y esto tiene mucho que ver con sus características en su ciclo de vida.

Lomnitz (1994: 208) comenta que las relaciones sociales entre los empresarios mexicanos tiene una gran relevancia, generalmente desconocida en la estructura comercial de los países desarrollados y destaca tres aspectos: a) grupos de acción b) redes sociales para la circulación de la información y c) redes sociales orientadas a facilitar el acceso a los recursos económicos. Esto indica que la principal innovación de un empresario se da en el uso de relaciones sociales que le satisfacen sus necesidades económicas. Los intereses de estas familias de acceder a un nodo de la red nos indica que están compartiendo objetivos en común para satisfacer necesidades de la empresa familiar y existe una sinergia interesante de alianzas en la que se comparte información trabajando, para un fin en alguno de los procesos de la cadena del amaranto algunas la empresa familiar puede estar en una o varias a la vez según sean los intereses y objetivos compartidos.

El número de organizaciones sociales que las familias mencionan pertenecen es como mínimo de una y máximo de cinco. Los talleres tradicionales tipo cocina no pertenecen a organizaciones sociales y las que si lo hacen únicamente es de una organización social, por tanto, en los talleres patio es donde observamos más pertenencia hacia organizaciones sociales o grupos de trabajo en la comunidad.

Sistema Producto Amaranto A.C SPA es más reconocido por el resto de las familias amaranteras de la red estructural. Esta asociación civil agrupa tanto a productores primarios, transformadores y comercializadores razón, por la cual, se visualiza con mayor reconocimiento en la red (Figura 2).

El nodo SPA constituido en el 2005, con mayor reconocimiento se debe principalmente por que apoya en las actividades primarias, de trasformación y comercialización tanto en bajar recursos, trabajos de campo, capacitación

Los intereses de pertenecer a una organización social en gran parte de los talleres semi-industriales tipo patio es de trabajar juntos, vender en mayores volúmenes, mientras se ve un claro interés de parte de la mayor parte de los talleres tradicionales tipo

cocina al mencionar que su interés es justo conservar el medio ambiente, cabe señalar que algunos se desempeñan como eco guardas dentro del grupo campesino de regeneración campesina Tehutli y han visto una opción de trabajo para la conservación del medio ambiente, sin embargó, su interés es generar recursos económicos extras a base de este servicio que prestan. Mientras que en las familias dicen trabajar juntos, existe un marcado interés en su actividad de interés, que es la comercialización; en donde hay grupos de microempresarios que comparten intereses de vender en volumen y homogeneizar productos especializados.

Lo anterior expuesto se debe a que los intereses en estar en una organización pueden coincidir o no, pero a comentarios de los productores cuatro aspectos sobresalen como el trabajar juntos, bajar recursos en colectivo, vender en volúmenes mayores y conservar el medio ambiente

Los problemas que han resuelto al pertenecer a una organización social es que la mayoría ha recibido apoyos para la producción primaria, y se han capacitado y adquiridos conocimientos y una minoría mencionan que su problema es la maquinaria y la han obtenido.

Podemos ver marcados intereses al comparar los dos grupos de talleres, el pertenecer a la organización social, regeneración campesina Tehutli, que es un grupo de campesinos que surge con miras de cuidar el medio ambiente y detener el avance de la mancha urbana y que posteriormente en años recientes se fusiono con SPA, la gran mayoría de unidades familiares de los talleres cocina dice su interés es cuidar el medio ambiente. Y los talleres patios sus intereses es trabajar juntos en comercialización y equipamiento de los talleres. Sin embargo, también en la organización hay intereses diferentes por lo que surgen conflictos a la hora de decidir hacia qué sector de la cadena se dirigen los apoyos.

Flores y Rello (2002: 22) mencionan que la cooperación y la acción colectiva que las organizaciones potencian son la mejor forma de abaratar esos costos y de emprender conjuntamente proyectos productivos y sociales que de otra forma seria inalcanzables.

El estudio realizado por Bunge (2008) enfatiza el rol que juega el capital social en la conformación de organizaciones de tipo económico, el capital social comunitario como el individual son relevantes en la disposición de la gente para formar parte de una organización productiva. Sin embargo, no todos los elementos que constituyen estas dos dimensiones de capital social son igualmente importantes. Mientras que, en relación al capital social comunitario, es el sentido *de pertenencia* representado por la participación en actividades comunitarias el elemento más importante, en el capital social individual es la *confianza personal*.

Durston (2001:12) indica que las instituciones son sistemas que pueden *producir satisfactores* para las necesidades sentidas de todo un grupo de personas o una parte del grupo y también producen efectos de retroalimentación que refuerzan su propia viabilidad como sistema complejo basado en múltiples agentes. La organización rural abarata costos de transacción la organización distribuye entre los miembros los gastos de preparación y gestión de los proyectos, los lazos de confianza y el conocimiento mutuo, distribución asimétrica de la información unos agentes disponen de mucha información y otros de poca o ninguna; generándose conflictos al interior y la desconfianza personal por los dirigentes y el sentido de pertenencia (Flores y Rello, 2002: 22). Al respecto, Bunge (2008) indica que la confianza personal juega un papel importante para mantener la cooperación en un colectivo donde los bienes se distribuyen por igual, la confianza en el prestigio y la reciprocidad la más relevante.

CONCLUSIONES

El pertenecer a una organización es muy importante para las empresas familiares amaranteras por que se benefician en alguno de los procesos productivos que desempeñan. La característica particular de los actores como son su objetivo y visión, dado por el grado de estudios, edad, proyecto de vida, es algo que tienden a diferir o coincidir entre un grupo de actores y dada la confianza o desconfianza personal entre estos son factores que determinan una serie de conflictos en asociaciones donde se agrupan muchos intereses diferentes porque no corresponde a las características de las empresas familiares. Aun así, buscan o generan nuevas organizaciones acordes a lo que ellos necesitan, sin estar en asociaciones institucionalizadas. El capital social es un elemento importante en el desarrollo y la innovación, crear redes sociales le ha dado ciertos grados de avance al estar con variadas

organizaciones, recibir apoyo de instituciones y compartir intereses en común.

REFERENCIAS

Bunge, V. (2008) Desempeño de organizaciones productivas rurales Influencia del capital social en el desempeño de las organizaciones procesadoras de nopal de Milpa Alta. Tesis de Doctorado. UNAM. Programa de Posgrado en Ciencias Políticas y Sociales. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. UNAM. **México, DF**.

Durston, J y López, E. 2006. Capital social y gestión participativa en la cuenca de Pátzcuaro. *Revista de la CEPAL* (90)*:105-119*

Flores, M y Rello, F. 2002. Capital Social Rural. Experiencias de México y Centro América. Ed CEPAL y Plaza y Valdés, México.

Lomnitz, A. L. 1998. *Supervivencia en una barriada de la ciudad de México*. En Lomnitz Adler Larissa. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede México. Miguel Ángel Porrúa. pp.47-97

Núñez, E. 2009. Manual para operaciones básicas con Visone en el análisis de redes sociales para el desarrollo rural, un acercamiento a una herramienta de apoyo para la evaluación de proyectos de desarrollo rural. Iniciativa de Nutrición Humana. Vol 1. Colegio de Postgraduados.

PROMOTING PRODUCTION AND CONSUMPTION OF AFRICAN INDIGENOUS VEGETABLES (AIVS) IN UGANDA THROUGHGOOD SEED INITIATIVE

Otim Alfred Okiro[1], Idd Ramathani[2], Ogose Maureen[3]

[1]Principal Technician; NARO-NaCRRI- Horticulture; P.O Box 7084,Kampala; Email: okirootimalfred2@gmail.com. [2]Pathologist; NARO-NaCRRI-Horticulture P.O Box 7084, Kampala. [3]Principal Technician; NARO-NaCRRI- Horticulture P.O Box 7084, Kampala; Email: maureenklmn@gmail.com

Eje temático: 8
País: Uganda
Palabras clave: Local; Diverse; Nutritious; Quality seed.

INTRODUCTION

The African Indigenous vegetables (AIVs) are among the most widely consumed foods in Uganda and east Africa as a whole region. They are of diverse types depending on the various agro-ecologies existing in the country. Some are consumed as leafy vegetables and others as fruit vegetables. Awareness of their nutritional benefits is also growing amongst many East African consumers, and research organizations are producing improved varieties which is increasing demand and creating opportunities for small-scale enterprises. These vegetables have been found to be rich in minerals, carbohydrates, proteins and vitamins (Nesamvuni et al 2001); resistant or tolerant to pests and diseases; well adapted to the local climatic conditions (Chweya and Eyzaguirre 1999), well known to the local communities in terms of production, preparation and also value addition requirements; easily acceptable to the local population thus easy to promote commercial production.

The vegetables considered were

1. Green amaranth (Grain Amaranth)
2. Red amaranth (Bugga)
3. Cow peas
4. Spider plant
5. *Solanum aethiopicum (S. aethiopicum)*
6. Night shade
7. African egg plant
8. Pumpkins

However, farmers' capacity to meet a growing demand for these vegetables has been limited by lack of good quality seed. (O.C. Adebooye1*, S.A. Ajayi1 J.J. Baidu-Forson2 and J.T. Opabode12005) A number of seed companies aiming to satisfy this demand have resorted to either imported seed or seed purchased from farmers locally, although the latter is usually of low quality.

Majority of farmers use either seed saved from their crops over many years or from open air markets. (Okusanya (1980), Denton 2004) The existing seed was of low quality. Low germination capacity, lack of

purity, not well sorted and poorly processed and packaged; diseased; poorly stored and not easily available. The project particularly aimed to increase the utilization of improved varieties of AIVs through; building the capacity of farmers to produce high quality seed; (Onyago MOA 1992). Supporting links between smallholder growers and small to medium seed companies; supporting development of farmer-led seed enterprises; raising awareness of best practices in seed production; and promoting consumption of AIVs to raise demand for seed and produce. (Neuendorf O 1995.)

OBJECTIVES

- Provide farmers with knowledge of improved agronomy, pre & post-harvest handling and seed production of AIVs, processing and storage.
- Increase accessibility to quality AIVs seed.
- Introduce farmers to the fundamentals of AIV farming as a business

Steps were taken to achieve the objectives

- Firstly farmers who were producing the indigenous vegetables in various areas, especially in the central and northern regions where the project was piloted, had to be located. Consultation with the District Agricultural Officers made this work easier as they knew these farmers, their location and the vegetables they were producing. These farmers are producing the category of local vegetables depending on the agro-ecology prevailing. The farmers were located in the districts of: Wakiso, Mukono, Masaka,Mpigi and Nakaseke in the central region; Lira and Dokolo in the Northern region. Each farmer was recorded by political boundaries and geographical coordinates.
- Secondly the farmers were organized in groups based on the local vegetable being produced. Five groups in the central and two from the northern regions were formed and each group was interested in a particular vegetable which was well adapted to their local agro- ecology. Members formed groups voluntarily. Most of the members along the whole value chain were women. The table below shows the groups formed and the number of members and the crops that they were producing:
- Farmers were trained on the aspects of quality seed production, which embraced site selection, Isolation distance, land preparation, quality seed for planting, planting, fertilizer application, weeding, pest and disease identification and control, harvesting, seed processing, packaging, storage. This was done by the ministry of Agriculture officials who are responsible for seed certification.
- Collaborating institutions were also recruited to carry out germplasm collection and characterization. The local vegetables were

	CENTRAL REGION – Districts	Group	No. of Members	Crop being produced
1	Mpigi	Kiswa Kwekulakulanya (Kamengo)	23	Nakati Red Amaranth Spider Plant African egg plant
2	Mukono	Nkokonjeru	48	Nakati African egg plant
3	Masaka	Kabuggagali	38	Red amaranth Nakati Spider plant
4	Nakaseke	Kyamutakasa	16	Nakati
5	Wakiso	Basooka kwevula	35	Nakati
	NORTHERN REGION-Districts			
1	Lira	Lubanga Ber	38	Green and Red Hibiscus
2	Dokolo		21	Green Hibiscus

characterized. Templates were developed that were used for characterization. Uganda Christian University and Uganda Martyrs University were absorbed into this program. The crops that were characterized were: African eggplant; Pumpkin; Hibiscus; Spider plant

- Seed dealers who can provide market for the seed produced by farmers were identified. Several seed companies expressed their interest to buy seed of local vegetables, and are now whole selling it to the neighboring countries of Kenya, Congo, Rwanda, Tanzania and Southern Sudan. Quality is very critical. East African and SIMLAW Seed Companies have expressed interest to buy seed of AIVs from the farmer groups. The increased demand for AIVs is from within and neighboring countries. This was a report produced by one of the seed dealers, SIMLAW Seed Company, about the quantities of seed supplied and its quality by the various groups 2017.

Generally spider plant seed was poor in germination as it is always the case. It produces many seeds most of which are not viable.

- Media houses of various categories were also absorbed into this program to sensitize the public about quality seed production and its availability. These involved; Television stations, Radio stations, Newspapers. Radio Wa in the northern part of the country covers a population of about 2 million people. Central broadcasting service radio station, transmits to the population of over 5 million people in the central region. These media services relate information in local languages well understood by the local population.
- Production of information materials such as manuals, leaf lets, planting charts, visual aids and participatory learning. These were given to farmer groups and extension workers. Over 100 charts; 200 leaflets, 50 manuals were produced.
- Formation of local seed business groups. All the seven groups were trained in local seed business. They have improved their access to research especially to NARO institutes for varieties and technologies, extension service of NAADS for advisory services, markets such as SIMLAW and East African seed companies to sell their produce, National Seed Certification Services for quality assurance, and have formed SACCOS for finance and credit to support their local business operations. Quantities sold have increased.

This was a report from SIMLAW Seed Company about the seed supply from their clients 2017

Group	District	Crop	Qty Of Seed Received (kgs)	Cleanliness	Av. Germination
Kiswa Kwekulakulanya (Kamengo)	Mpigi	*Solanum aethiopicum*	164	Very good	82%
		Red Amaranth	16	Very good	74%
		Spider Plant	62	Good	70%
		African egg plant	24	Good	90%
Nkokonjeru	Mukono	*Solanum aethiopicum*	45	Good	73%
		African egg plant	62	Good	76%
Kabuggagali	Masaka	Red amaranth	16	Good	76%
		Spider Plant	8	Fair	72%
Kyamutakasa	Nakaseke	*Solanum aethiopicum*	83	Very good	92%
		Red Amaranth	64	Very good	83%

e.g

Training chart for amaranth Seasonal Calendar for production

Grain Sack Chart Set		
Charts:	1 landscape full size grain sack chart with pockets and months of the year at the bottom of each box. A5 laminated cards to be placed in the pockets. Each crop will have crop cards that apply to it only. Minimal text will be developed on the chart.	
Description:	This chart will illustrate the different agronomic activities for growing the vegetable in a season.	
Objectives:	By the end of the session, farmers will have: Understand the different timings of activities for a Doodo growing season	
Content Outline:	**Information to be included:** 4 months per season **Activities include:** a) Site selection and land preparation b) 1st ploughing c) 2nd ploughing d) Planting e) Weeding f) Fertilizer application g) Pest management h) Harvesting **<u>Seasonal Calendar</u>** **Season 1** **December-** 1st ploughing **February-** 2nd ploughing **March-** 1st week- fertiliser application and Planting, 3rd week-thinning **April-** harvesting **May-** harvesting **Season 2** **June-** 1st ploughing **July-** 2nd ploughing **August-** 1st week- fertiliser application and Planting, 3rd week-weeding **September-** Harvesting **October-** Harvesting **Card 1:** Picture of farmers 2 farmers' man and woman clearing the site using pangas and slashers to remove shrubs **Card 2:** Picture of the same farmers ploughing the field to remove weeds-**Production** **Card 3:** Activity 1 - Farmer applying fertilizer in the field in the first week after 2nd ploughing Activity 2 – Farmer planting doodo Activity 3 – Farmer weeding plants at about 3 weeks after planting **Card 4:** Farmer harvesting amaranthus **Card 5:** Farmer Continues harvesting amaranths **Card 6:** 1st ploughing – The bush being cleared is not as thick as the previous season **Card 7:** 2nd ploughing – 2 farmers digging land with little weeds **Card 8:** Farmer applying fertilizer, planting, and weeding (Same card 3 above) **Card 9:** Farmer harvesting (Same as card 4) **Card 10**: Farmer harvesting, older plants (Same as card 5 above)	

- Some of these groups were given support in terms of irrigation facility to enable them to produce seed continuously. Two groups were supported for this initiative. Kabuggagali in Masaka district and Kyamutakasa in Nakaseke district. Determinant factors for the allocation of the system were; Accessibility of the permanent clean water source; willingness of the farmer to share the facility with others and ownership of the land. The facility comprises of a pump, pipes and sprinklers. In each group farmers produce seed individually but on the same piece of land to share watering facility.
- Local vegetable production was also initiated at schools as a means to promote consumption of vegetables for better health, this goes along with seed production for sustainability. Two schools were selected for pilot work, one in the northern and the other in the central part of the country. These two schools are for girls. This has continued from 2016 to 2018 This year (2018) alone, 35 schools camped in Gayaza high school for training in vegetable production.

RESULTS

Seed production of AIVs has increased tremendously. Farmer groups have started bulking and supplying seed to the Seed dealers. Farmers respond to the demand by price. Farmers in Kamengo group seem to have abandoned cloeme in favor of the high price types. More land has been allotted for vegetable seed production. Red amaranth seed has the best price. Farmers in the two groups prefer Red amaranth and the *S eathiopicum* as they are well priced.

Factors which increase demand for Red amaranth and *S. aethiopicum*

Red amaranth matures in one month for vegetable crop and two months for seed crop. This enhances rapid turnover. It is grown in large quantities in the wetlands so the availability of water enhances quick growth and maturity.

Seed processing is not labor intensive and so reduces costs in seed production. The Medical fraternity advices mothers who have given birth to eat the red amaranth to restore blood lost. It is cooked by steaming and so takes little energy.

S. aethiopicum appeals by its great taste. It is cooked by steaming and so takes little energy. It produces large quantities of seed. It is also produced mostly in the wetlands where the water table is high and this ensures faster growth and maturity. The two groups are located in the districts which have many wetlands.

Cloeme also called spider plant, produces large quantities of seed most of which are not viable. The seed dealers always incur losses due to poor germination of cloeme in the farmers' fields.

A summary of seed produced and bulked; land area used; price (US $) per unit and revenue in the two farmer groups for the three crops in the respective years.

CONCLUSION

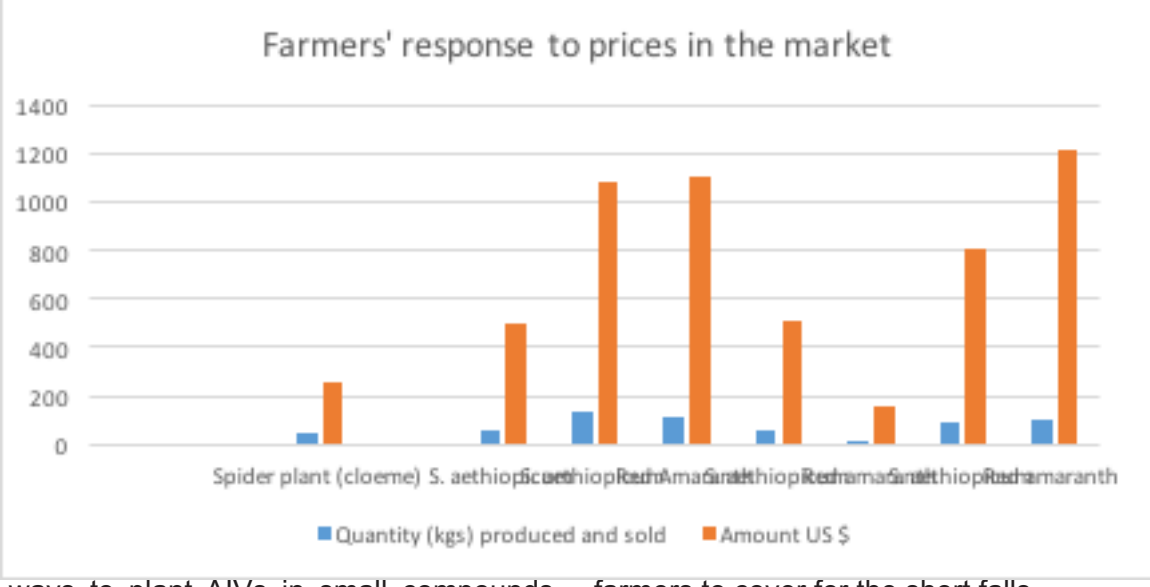
The demand for AIVs seed will continue to rise based on the fact of their short time maturity; low energy requirement for cooking; tolerance or resistance to pests and diseases and little quantities required for daily intake are the capital for progress in seed production. These vegetables can be produced organically without application of chemicals. This is another opportunity for demand for seed

Urban dwellers have adopted back yard gardens for production of local vegetables Simple techniques for establishing back yard gardens have been initiated where they are growing all sorts of leafy vegetables. Bagged soil, Soil contained in concrete boxes, Soil held as a heap by a wire mesh are all simple but

Student number trained in the two pilot schools.

	SCHOOL	CROP GROWN	NUMBER OF STUDENTS TRAINED
1	Gayana High school	Amaranth Red and Green; African egg plants; Nakati;	45
2	Aboke girls school	Cow pea; amaranth green and red	35

Farmer group	Year	Crop	Acreage (m^2)	Quantity (kgs) produced and sold	Rate US $	Amount US $
Kamengo	2016	Spider plant (cloeme)	4400	42	6	252
Kamengo	2017	*S. aethiopicum*	2540	62	8	496
Kamengo	2018	*S. aethiopicum*	4000	130	9	1,085
Kamengo	2018	Red Amaranth	1,580	109	10	1,103.08
Kabuggagali	2017	*S. aethiopicum*	750	57	9	505.02
Kabuggagali	2017	Red amaranth	500	16	10	161.92
Kabuggagali	2018	*S. aethiopicum*	500	89	9	801
Kabuggagali	2018	Red amaranth	1750	107	11	1,218.73



intensive ways to plant AIVs in small compounds, yet have enough for everyday need. The demand for seed is rising.

Local processors for amaranth have initiated value addition to the especially seed of amaranth (grain amaranth: cream, white and gold). So far two processors have been identified. They are processing amaranth seed into flour for making porridge for infants, and for thickening soup of fish and beef stews. This is another seed demand created.

Challenges

Some groups do not honor production contracts. They sign the contracts but do not supply seed. The seed dealers are set to engage individual farmers to cover for the short falls.

Quantities supplied are still low compared to the demand especially for the Red amaranth and *S. aethiopicum*

Some farmers do not declare their sales for purpose of evading taxation

RECOMMENDATION

There is need for germplasm exchange for increased adoption in the various agro-ecologies.

Research into value addition will increase their adoption and commercialization rate

There is a lot of germplasm resources still lying in the wild which needs to be collected for adoption and also conservation. (Diouf M, L Guarino 1997). This should be done all over many areas as one means to counter the effect of climate change

REFERENCES

Mumbi, K., Karanja, N., Njenga, M., Kamore, M., Achieng, C., Ngeli, P., 2006, Investigative Market Research: Viable Market Opportunities and Threats for Urban and Peri-Urban Farmers, Farm Concern International, Urban Harvest and International Potato Centre, Nairobi.

Schippers, R., 1997, 'Domestication of indigenous vegetables for sub-Saharan Africa: a strategy paper', in: Schippers, R. and Budds, L. (eds), African Indigenous Vegetables Workshop Proceedings, Limbe, Cameroon, 13–18 January 1997, 125–135.

Weinberger, K., Msuya, J., 2004, Indigenous Vegetables in Tanzania – Significance and Prospects. Shanhua, Technical Bulletin No. 31, AVRDC Publication 04–600, AVRDC—The World Vegetable Center, Taiwan.

AVRDC, 2006, Empowering Small Scale and Women Farmers through Sustainable Production, Seed Supply and Marketing of African Indigenous Vegetables in Eastern Africa, Final Report (1 February 2004–31 January 2006), AVRDC – The World Vegetable Center and Family Concern, Taiwan.

Ewbank, R., Nyang, M., Webo, C., Roothaert, R., 2007, 'Socio-economic assessment of four MATF funded projects', Working Paper No. 8, FARM-Africa, London.

FARM-Africa, 2006, 'Improved health and livelihoods with African indigenous vegetables', FARM-Africa (in Appropriate Technology Journal, 33(3), September).

Habwe, F. O., Walingo, K. M., Onyango, M. O. A., 2008, 'Food processing and preparation technologies for sustainable utilization of African indigenous vegetables for nutrition security and wealth creation in Kenya', in: G. L. Robertson, J. R. Lupien (eds), Using Food Science and Technology to Improve Nutrition and Promote National Development, Ch 13, International Union of Food Science & Technology, Ontario, Canada.

Lyatuu, E., Msuta, G., Lebotse, L. (eds), 2009, 'Marketing of indigenous leafy vegetables and how small-scale farmers income can be improved in SADC region (Tanzania, Zambia, Botswana): marketing information'.

MacCalla, A. F., 1994, Agriculture and Food Need to 2025, Why We Should Be Concerned, CGIAR, Washington, DC.

MATF, 2006, 'Evaluation of MaendeleoAgricultural Technology Fund (MATF) Round III Projects'. Commissioned by FARM Africa-MATF/ executed by ETC East Africa Ltd, FARM-Africa, Nairobi

NIÑOS SALUDABLES Y FUTURO SALUDABLE

Amaranto Kuri[1] Muru[2] Duy Quizhpilema Lucinda ; Pichazaca Mayancela Nicolás[4] Mushuk Yuyay -AProsanami

Asociación de Productores de Semillas y Alimentos Nutricionales Andinos

Eje temático: 8
País: Ecuador
Palabras clave: ecosistemas, multidimensional, cognitivo, comunitaria, diverso.

INTRODUCCIÓN

En la región sur del Ecuador, de acuerdo el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial-PDyOT, el espacio geofísico del Pueblo Kichwa Cañari se caracteriza porque tiene su propio clima y medio ambiente diverso y variable, en este entorno existen cinco ecosistemas, que van desde 100 hasta 4200 m.s.n.m. En este espacio multidimensional para la cultura cañari la agricultura fue la base fundamental de su vida comunitaria a pesar de estar en ambientes físicos complejos y heterogéneos, desarrollaron y domesticaron granos, raíces, tubérculos, frutas, plantas medicinales y animales. En el campo de la alimentación hoy en día, a nivel de las comunidades indígenas y campesinas mestizas, se acentúan más la desnutrición crónica en menores de 5 años alcanza el 35%[1] y las principales enfermedades son el parasitismo, amigdalitis, faringitis, infecciones a vías orinarías, diarreicas agudas, neumonía, gastritis, bronquitis, etc[2]. Esto se debe a que el consumo per-cápita de granos nutritivos y saludables ha bajado significativamente; así mismo se ha determinado el bajo rendimiento de la niñez y juventud en las Unidades Educativas. Frente a esta realidad la asociación Mushuk Yuyay a partir del año 2009-2010 en coordinación con el INIAP inicia la producción de granos andinos como quinua, amaranto y chocho, después de 3 años, luego de observar los bares de la Unidades Educativas se decide la elaboración (barritas energéticas y colada), degustación y promoción del consumo de amaranto, con el objetivo impulsar el consumo de alimentos nutritivos y medicinales para fortalecer en parte el desarrollo cognitivo y el rendimiento escolar de los/as niños/as.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dialogado con las autoridades del Ministerio de Educación, docentes de la Unidad Educativa, dirigentes de la comunidad, padres y madres de familia, observación del territorio, dialogo con los productores sobre la agro-biodiversidad y alimentación local, participación en las asamblea de las comunidades y socialización sobre el origen y la importancia de los granos andinos y andinizados. Plan para la elaboración y degustación de alimentos, encuentro e intercambio experiencia entre educadores, padres de familia, festival gastronómico, elaboración de recetarios, difusión de por la radio local, participación en concurso de emprendedores/as y evaluación; como materiales: grano de amaranto variedad Iniap-Alegría, quinua, chocho, y derivados de cereales, portátil, infocus, panela, pepa de zambo, limón, cocina, sartén, cucharon, cuchillo, fundas, selladora, etc.

1 **DUY Lucinda, PICHAZACA Gabriel, Proyecto mishki mikuna, Cañar 2010.**

2 Proyecto codesarrollo Cañar Murcia, Plan de ordenamiento territorial de los cantones Cañar, el Tambo y Suscal. Cañar 2010.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La organización, la alianza institucional, la formación y el liderazgo en la asociación Mushuk Yuyay permitió la reintroducción de granos andinos quinua, amaranto y chocho; en ese proceso una mujer kichwa cañarí decide ensayar derivados a base de amaranto y posteriormente comparte la importancia nutricional y medicinal en las comunidades, Unidades Educativas, eventos culturales, ambientales, agroecológicos y concursos de emprendimientos.

Hasta el momento el procedimiento es artesanal, buscamos alternativas financieras para poder industrializar y cumplir las buenas prácticas de manufactura-BPM que exige la Agencia Nacional de Control y Vigilancia Sanitaria-ACRSA del Ministerio de Salud Pública. Los derivados de amaranto en parte está en los ojos del consumidor pero a nivel de campo aún falta conciencia para sembrar, producir y alimentarse; a nivel urbano expresan algunos entendidos al amaranto, que no solo se saborea sino se siente, estas experiencias motiva promover la producción en las comunidades, promocionar en las Unidades Educativas y nichos de mercado local: Este grano al ser como alternativa en el campo del sistema alimentario está en debate frente a la desnutrición y bajo nivel de rendimiento escolar, así mismo es importante señalar que no se trata de competir con los productos industrializados de baja calidad que está invadiendo los bares escolares, tiendas del área rural y urbano, sino paso a paso crear conciencia que en la actualidad el mejor negocio es la salud, especialmente para el presente y futura generación.

Los actores de 13 Unidades Educativas conocen el origen y el valor nutricional del amaranto y otros granos andinos y andinizados, en el siguiente cuadro se puede observar la cantidad de barritas de amaranto que de esta forma sin embargo en los bares escolares se observa la venta y consumo de alimentos industrializados de baja calidad; esta iniciativa es poco valorado por las Políticas Públicas del Estado, porque dan importancia a los alimentos elaborados por las grandes empresas; después de 6 años la iniciativa liderada por una mujer cañari, a través de auto financiamiento cuenta con infraestructura donde se elabora las barritas de amaranto, se promociona en las Unidades Educativas y la demanda se incrementa, ver el siguiente cuadro.

Para garantizar esta innovación está en proceso de gestión la notificación sanitaria y la adquisición de una máquina reventador; de esta forma esta iniciativa a corto plazo espera transformar en un emprendimiento familiar, articulado en la Economía Popular y Solidaria y ofertando en los bares de las Unidades Educativas, tiendas comunales y nichos de mercado local.

CONCLUSIONES

Para recuperar e impulsar la producción y el consumo de alimentos de alto valor nutritivo en este caso el amaranto se necesita liderazgo, la relación y la confianza entre los actores de la Educación, productores/as, instituciones de investigación y desarrollo y orgaismos de sociedad civil; sin embargo se necesita tiempo, paciencia e innovación, es decir una nueva forma de observar y sentir la realidad local de la niñez y juventud como nuevos actores y responsables de la economía local.

Año	Cantidad	Unidad de medida	DESCRICIÓN
2013	1100	Unidades	Barritas de amaranto
2014	1200	Unidades	Barritas de amaranto
2015	1500	Unidades	Barritas de amaranto
2016	1800	Unidades	Barritas de amaranto
2017	3000	Unidades	Barritas de amaranto
2018	8000	Unidades	Barritas de amaranto

Cuadro 1. Producción de barritas de amaranto en los últimos 6 años, Cañar agosto 2018.

AMARANTO NÄNÄ HAI: ACCIONES PARA EL DESARROLLO SOCIAL

Jiménez Hurtado Vianney*[1] y Pastrana Trejo Fredy[2]

[1] Fundadora y promotora del proyecto "Amaranto Nänä Hai", Lic. en Desarrollo y Gestión Interculturales por la UNAM. Segunda Cerrada Juan de la Barrera, No. 1BIS, Ampliación La Conchita, San Juan Ixtayopan, Tláhuac, Ciudad de México, C.P. 13545. *Correo-e: vianneyjimenez24@gmail.com
[2]Fundador y promotor del proyecto "Amaranto Nänä Hai", Lic. en Sociología por la UNAM. Calle Villa Bruzual, Lt.23, Mza.119p, Colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, Iztapalapa, Ciudad de México, C.P. 09700. Correo-e: fredyars@gmail.com

Eje temático: 8
País: México
Palabras clave: Agroecología, agricultura de subsistencia, proyecto local, comunidad y migración.

INTRODUCCIÓN

La presente ponencia tiene por objetivo exponer el surgimiento, desarrollo, resultados y retos del proyecto *Amaranto Nänä hai*. El cual, es un proyecto de cultivo de amaranto en la comunidad de Rinconada, Tasquillo, Hidalgo, que busca que desarrollo económico y social de la localidad pueda ser impulsada por un modelo de agricultura no agresiva con el medio ambiente, conservando y reproduciendo las técnicas tradicionales de cultivo, así como el impulso de un nuevo producto alimenticio de calidad en la región: el amaranto.

El desarrollo del campo mexicano ha sido históricamente importante para la economía nacional, a pesar de ello, la agricultura **no industrial** ha sido uno de los sectores más castigados por procesos de desigualdad social, industrialización del campo, mercantilización voraz de alimentos y homogeneización de productos. Provocando condiciones de precariedad e inseguridad económica al interior de los núcleos familiares y locales. Resultando en el fenómeno alarmante de abandono al campo.

Ante la complejidad del tema de la soberanía y seguridad alimentaria, es necesario diseñar y ejecutar soluciones para resolver un problema común de la vida cotidiana de los pequeños productores. Sobre todo en aquellas donde la agricultura es su fuente principal de empleo y que compiten diariamente contra los productos industrializados.

A consideración del panorama antes mencionado, a partir de 2014, la familia González Trejo –habitantes de la comunidad de Rinconada–, Vianney Jiménez y Fredy Pastrana, dimos inicio a un proyecto de cultivo de amaranto en la comunidad de Rinconada. El cual tiene por objetivo:

El establecimiento del cultivo de amaranto enfocado a la producción de semilla y productos derivados, con la intención de generar procesos de desarrollo social en la comunidad de Rinconada, Tasquillo, Hidalgo a través de un modelo de agricultura sustentable y economía solidaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Si bien, el contexto del campo mexicano no es exclusivo de la comunidad de Rinconada, si es un buen ejemplo de las consecuencias de la agricultura industrial en competencia con los campesinos de comunidades pequeñas con grado de exclusión alarmante. Cabe aclarar que decidimos acotar el proyecto a una comunidad por cuestiones metodológicas, ya que, tanto el análisis de resultados como ejecución del proyecto han sido realizados bajo una mirada experimental y multidisciplinaria.

La comunidad de Rinconada, pertenece a la región geocultural del Valle del Mezquital, que se caracteriza por tener una alta concentración de comunidades de ascendencia ÑhaÑhu (Moreno *et al*.,2006) En Rinconada, el principal problema es el abandono al campo por migración a Estados Unidos de América, lo que ha debilitado el tejido social de la comunidad, fractura familiar y la perdida de conocimientos tradicionales.

Por las particularidades culturales de la comunidad hemos adoptado la metodología de investigación-acción-participativa, para un involucramiento responsable y respetuoso con las formas de vida de la comunidad.

En el ámbito agrícola, por los elementos culturales del grupo hña hñu, su relación con la tierra está presente, sin embargo, las formas tradicionales de siembra de la región han sido modificadas, pasando de una forma de cultivo basada en la milpa, donde el conjunto primario de maíz, frijol, chile y calabaza, así como otros elementos formaban una parcela diversa que respondía a las necesidades de alimentación familiar; ha pasado a un sistema de monocultivo de maíz. El problema del monocultivo de maíz (y con él la introducción de agroquímicos, pesticidas, fungicidas, fumigantes, etc.) también ha provocado un problema grave en algunas zonas del poblado en la fertilidad de los suelos, así como una baja en el precio del maíz por el problema acaparamiento por terceros, popularmente conocido como “coyotaje” (Castillo, 2014). Por lo que sembrar maíz y dedicarse al campo ya no es suficiente para la manutención familiar de Rinconada.

Por ello, Fredy Pastrana y Vianney Jiménez comenzamos a idear una iniciativa que pudiera generar otras oportunidades de desarrollo social en la comunidad. Así que pensamos en la introducción de un nuevo producto que fuera de fácil manejo tanto en cuidados como económicamente. Por ello, se eligió al amaranto como un producto que pudiera ser eje para incentivar la diversificación de cultivos y actividades productivas en Rinconada por su fácil adaptabilidad en diferentes terrenos, su resistencia a los climas extremos, la poca afectación de la planta hacia la tierra, sus propiedades nutricionales, su facilidad de conservación y almacenamiento, y su manejo diverso para procesarlo en diferentes productos alimenticios y artesanales.

El propósito de la siembra de amaranto es alentar su cultivo y su consumo mediante prácticas de cultivo de fácil acceso y bajo costo. El amaranto facilita que su cultivo sea posible con pocos recursos económicos, ya que, para poder generar un proyecto sustentable, debe poder ajustarse a los recursos con que cuentan los productores locales: dinero, tiempo, salud, emotividad y disponibilidad. Podemos agregar que en la zona del Valle del Mezquital somos los únicos productores, lo que puede evitar la intervención del “coyotaje” porque es un producto que no circula comercialmente en la región.

Una vez atendido lo anterior, planteamos un proyecto de tipo experimental, con un período de tiempo de 3 a 5 años para su realización y consta de 3 etapas principales:

• Primera etapa: conformación de grupo Interdisciplinario.

La cual comprendió de formar un grupo con capacidad de agencia y organización, que adquiera, respete y haga uso de conocimientos tradicionales en la práctica e introducción agrícola, en este caso de cultivo de amaranto en la comunidad de Rinconada en el municipio de Tasquillo, Hidalgo. Para ello, fue necesaria la entrevista con aproximadamente 20 familias de la comunidad a quienes se les explico el proyecto y en todo momento fuimos sinceros en que no sabíamos si nuestra idea daría resultados, que era cuestión de hacer el intento. Y por supuesto, muy claros en que no estábamos hablando de una relación peón-patrón, que no habría paga económica, si no la posibilidad de promover esa iniciativa y ser parte del equipo del proyecto. Ante la propuesta, solamente aceptó la familia González Trejo. Ellos han logrado mantenerse unidos ante la precariedad económica de la comunidad, rechazando la idea de migrar a los Estados Unidos, aunque eso les provoque señalamientos por parte de la comunidad. Cándido González, el jefe de familia es un pequeño productor de maíz y complementa su actividad económica con trabajos de albañilería. Mauricia Trejo, madre de familia y trabajadora doméstica, encargada de la organización y unión familiar en todas las actividades necesarias para salir adelante. Sus tres hijos, Arlet, Alex y Grecia contribuyen a las labores domésticas como el pastoreo y la cosecha.

Se les planteo la propuesta del proyecto y de ser parte del equipo, a Cándido se le propuso concretamente que apoyara en la introducción del cultivo aprendiendo a sembrarlo apoyándose de sus conocimientos como campesino; Mauricia y sus hijos apoyarían en el proceso. Como esta familia no cuenta con acceso a la tierra, nosotros nos comprometimos a rentar un cuarto de hectárea para realizar la experimentación, de ese tramo a Cándido se le proporciona una tercera aparte para que siembre lo que guste para consumo personal o de venta y el resto se dedica al amaranto.

• Segunda etapa: introducción de cultivo.

La segunda etapa se concentró en el desarrollo y adaptación de conocimientos tradicionales agrícolas en el trabajo del campo para lograr la siembra y cosecha de cultivo de amaranto en la comunidad. Para ello el Sr. Cándido González

se trasladó al estado de Morelos donde un productor de amaranto le explicó de par a par el procedimiento de cultivo para después duplicarlo en Rinconada. A partir de esa experiencia, comenzamos a realizar experimentaciones y comprobar si el amaranto funcionaba en la tierra de Rinconada e iniciar el proceso de climatización. Afortunadamente, la introducción del amaranto fue positiva, obtuvimos semilla desde la primera siembra, y actualmente las plantas alcanzan una altura de casi 2 metros. A prueba y error se fue perfeccionando la técnica de sembrado. La tierra ahora se abona de manera natural con estiércol de vaca o borrego, se deja reposar la tierra alrededor de dos semanas y se realiza el barbecho. La semilla se siembra en técnica de chorrillo con un surcado de 70 cm. En cuanto a los riegos estos se realizan preferentemente, con temporal pero cuando la planta necesita agua y no ha llovido es necesario aplicar el sistema de riego local que proviene del Río Tula. Es importante mencionar que la siembra sólo se puede realizar durante la luna llena, debido a que según la cosmovisión ñhañhu es el mejor momento para sembrar un cultivo, aspecto que se contrapone con el sistema de producción comercial. La cosecha se realiza de manera tradicional, se cortan las matas para apilarlas en mogotes y dejarlas secar al sol durante mínimo tres semanas para poder azotar las matas y obtener las semillas. La recolección de las semillas se realiza con una lona y la semilla obtenida se limpia por medio decantamiento y aire.

La semilla obtenida se utiliza para la próxima siembra y el resto para elaborar dulces de amaranto que se venden ayudando de esta forma a la reinversión del año siguiente y la economía de quien lo siembra, además del beneficio del autoconsumo.

Al término de la cosecha se realiza una valoración sobre el monto de la semilla obtenida, así como gastos económicos. Es importante apuntar que la tierra utilizada para el cultivo es rentada por $2,500 al año, y es una extensión aproximada de cuarto de hectárea.

• Tercera etapa: elaboración de productos con valor agregado y su posible venta.

Para la transformación de la semilla de amaranto en productos comestibles y de valor agregado, se adquirieron conocimientos para la transformación de la semilla en cereal de amaranto a través del reventado tradicional que se realiza en comal de barro sobre fogón. A partir del cereal se han realizado dulces de amaranto (palanquetas o barras de amaranto, bombones cubiertos, harina y atole), así como su comercialización primaria para sustentar el proyecto e integrar el producto en circuitos de venta, fomentando su consumo.

Para lograr esta etapa tuvimos que acercarnos a diferentes productores de amaranto, sobre todo en Tulyehualco, Xochimilco, para que nos enseñaran

a hacer diversos productos. El Sr. Héctor Jiménez, oriundo de Tulyehualco, ya fuera del negocio de la "alegría" nos enseñó la forma tradicional de reventado y producción. Y posteriormente nosotros compartimos los conocimientos con la familia González Trejo.

Actualmente, nos dedicamos a la producción de barras de amaranto. Nos hemos encontrado con que el circuito comercial del amaranto es muy cerrado y en ocasiones no podemos competir con precios baratos de los productos industrializados, como las alegrías de $5 pesos en el metro, así que una estrategia que utilizamos es la mezcla del amaranto con sabores poco convencionales como: Miel-limón, Miel-café, Miel-chía y linaza, Choco-canela, Choco-café, Choco-fresa con arándano y Miel con chapulines. La intención es que los productos naturales para la diversificación de sabores también generen una red de colaboración de pequeños productores a través de la economía solidaria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hasta el momento, los resultados obtenidos son los siguientes:

Se conformó el equipo interdisciplinario, planeado para la primera etapa del proyecto.

Tal equipo es formado por Vianney Jiménez y Fredy Pastrana como gestores del proyecto; la familia González Trejo, encargados del cultivo de amaranto en su comunidad; y por el Sociólogo Enoc Rodríguez, (profesor en la Facultad de Estudios Superiores Acatlán UNAM, es administrador y trabajador agrícola, especialista en el cultivo de jitomate, maíz, pepino, pimiento morrón y aguacate), quien funge como asesor del proyecto.

Hemos logrado la introducción de amaranto de la variedad *Amaranthus*

hipochondriacus criolla de los volcanes (Iturbide y Lorence, 2011), en una extensión aproximada de un cuarto de hectárea, utilizando prácticas agroecológicas como: fertilización mediante abonos naturales y rotación anual de parcela (con la cual se incentivó la recuperación de suelos desgastados por el monocultivo de maíz), obteniendo una cosecha de 120 kg. de semilla. Así como, la adaptación del cultivo de amaranto a las formas tradicionales de cultivo de la localidad, que se caracteriza por siembra en luna llena y en el periodo de abril-mayo. También conseguimos que tanto la siembra como la cosecha sean realizadas de forma completamente tradicional y artesanal.

Obtuvimos la transformación de la semilla en cereal y barras de amaranto de sabores diversos, bajo un proceso completamente tradicional y artesanal. De igual manera, realizamos el empaquetado, diseño del logo y su comercialización primaria. La comercialización del *amaranto Nänä Hai* ha permitido que el proyecto sea autosustentable, además de significar un ingreso económico extra para la familia González Trejo que han servido para la instalación del servicio de Internet en el hogar y apoyo en los estudios universitarios de Arlet (la hija mayor de la familia), quien ha decidió estudiar administración de empresas para apoyar el proyecto e impulsar a su familia. Además, el amaranto ha pasado a formar parte de su consumo diario, adquiriendo todas las ventajas nutrimentales de un amaranto fresco y de cultivo agroecológico.

A 4 años de ejecución del proyecto podemos decir que los resultados han sido favorables para los objetivos iniciales, hemos aprendido empíricamente el cultivo de amaranto bajo técnicas tradicionales de cultivo y podemos comprobar que un proceso de siembra agroecológico no sólo es mucho más benéfico para la tierra, sino que también es más económico cuando se aplica en pequeñas producciones. A pesar de que hemos tenido resultados positivos en cuanto al proceso de cultivo, hemos tenido problemas para la comercialización del producto, la competencia con los productos industrializados nos deja prácticamente sin lugares de comercialización, por lo que es importante que los pequeños productores nos asesoremos en aspectos administrativos y de estrategias comerciales para promover el comercio justo y la valoración de nuestros productos artesanales. Actualmente, trabajamos en resolver esta problemática, y en la posibilidad de replicar el proyecto en otra comunidad.

CONCLUSIONES

Con los resultados anteriormente mencionados, podemos concluir que los beneficios de sembrar amaranto en el sistema agrícola de subsistencia, en comunidades precarias bajo

métodos agroecológicos, van desde enriquecer la alimentación local y externa con un producto saludable; la obtención de ingresos económicos extra a los núcleos familiares por la elaboración y venta de productos derivados del amaranto. Así como el fortalecimiento y recuperación de los suelos desgastados. Por lo que el cultivo, venta y consumo de amaranto puede impulsar el desarrollo integral de las pequeñas comunidades.

REFERENCIAS

Castillo Ramírez, G. (2014, diciembre). Migración internacional de campesinos mexicanos a Estados Unidos: entre las carencias histórico-estructurales y la ausencia de derechos. En *Margen. Revista de Trabajo Social y Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires.* 75. Recuperado de: https://www.margen.org/suscri/margen75/castillo75.pdf

Iturbide y Lorence En Escalante Escoffié, M. (2011) *Rescate y Revaloración del Cultivo del Amaranto.* México: IICA. Recuperado de: http://www.iica.int

Moreno Alcántara, B., Garret Ríos, M. y Fierro Alonso, U. (2006) *Otomíes del Valle del Mezquital*. México: CDI.

Datos obtenidos de la experiencia en campo (2014-2018).

CARACTERIZACIÓN DEL VALOR DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN TORNO AL CULTIVO DE AMARANTO EN TOCHIMILCO, PUEBLA

Cruz López Vianii[1]*, Ocampo Fletes Ignacio[1], Juárez Sánchez José Pedro[1], Argumedo Macías Adrían[1], Castañeda Hidalgo Ernesto[2]

[1] Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla Núm. 205, Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula. C.P. 72760, Puebla, México.
*Correo-e: aniivi@outlook.com
[2] Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex – Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca.

Eje temático: 8
País: México
Palabras clave: agricultura tradicional, agroecosistema, valoración de la biodiversidad.

INTRODUCCIÓN

La agricultura implica la simplificación de los ecosistemas a través del reemplazo de la diversidad natural por un pequeño número de plantas cultivadas y animales domésticos (Swift *et al*., 2004), al ocupar el 40% de la superficie a nivel mundial (Banco Mundial, 2018), se considera uno de los usos predominantes de la tierra. Por lo tanto, la agricultura, y de forma puntual la agricultura industrial, es considerada como una de las actividades que amenaza la biodiversidad y la agrobiodiversidad al fomentar el monocultivo de especies de importancia comercial bajo sistemas latifundistas. En los últimos 50 años la agrobiodiversidad se ha reducido de forma drástica; a nivel mundial el 90% de los requerimientos calóricos, es cubierto tan solo por 15 tipos de cultivos vegetales y 8 especies de animales domésticos (CONABIO, 2018). En México la siembra de 6 productos ocupa el 58% de la superficie destinada a la agricultura (INEGI, 2015).

La agrobiodiversidad entendida como la suma de los componentes de la diversidad biológica que constituyen el agroecosistema, es importante por ser la base de la agricultura sustentable (Stupino *et al.,* 2014), por promover en el agroecosistema la estabilidad, la eficiencia energética, la productividad (variedad de productos a lo largo del ciclo anual) y la autosuficiencia, y es posible mediante el uso múltiple como lo han implementado los campesinos (Toledo y Barrera, 2008).

Considerando la importancia de la agrobiodiversidad y la amenaza a la que esta sometida, es importante su identificación y revalorización, sobre todo en agroecosistemas que preservan la diversidad aún con cultivos con destino al mercado, como el caso de las Unidades de Producción (UP) que producen amaranto que podría ocasionar el desplazo de otros cultivos que forman parte de la agrobiodiversidad, por lo que el presente trabajo tiene como objetivo caracterizar la agrobiodiversidad de los agroecosistemas de amaranto de Tochimilco, Puebla, con base en la propuesta de valorización de la biodiversidad desarrollada por Swift *et al*. (2004) e identificar la relación entre los diferentes componentes y subcomponentes del agroecosistema con el cultivo del amaranto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Tochimilco, Puebla, que se encuentra a una altitud entre 1,800 y 5,500 msnm, el clima predominante es C(w1) (templado subhúmedo con lluvias en verano). La población para el 2010 fue de 17,028 personas y 3,885 viviendas habitadas en promedio por 4.4 personas (CONEVAL, 2010). Respecto al uso del suelo, 44% es agrícola y ganadero, 43% es bosque y en porcentajes similares al 3% son de zona urbana, área sin vegetación aparente, pastizal y selva (INEGI, 2009).

El estudio se realizó en dos localidades: La Magdalena Yancuitlalpan ubicada a 2,400 msnm y San Lucas Tulcingo localizada a 1,900 msnm. Se seleccionaron con base en los criterios de superficie sembrada de amaranto, patrones del paisaje en relación a su gradiente de altitud y su relación con prácticas agroindustriales o tradicionales propuesta por Gliessman (2002).

El objeto de estudio fue la unidad de producción (UP) que siembra entre sus cultivos el amaranto y se analizó con un enfoque de agroecosistema. Las técnicas empleadas para obtener la información de campo fueron la encuesta y la observación participante. Como instrumentos se emplearon el cuestionario estructurado y una guía de observación para cada técnica, respectivamente. La recolección de la información se realizó en mayo y junio de 2016 considerando el ciclo agrícola 2015.

El marco de muestreo consideró la población de productores de amaranto, 150 en La Magdalena Yancuitlalpan y 184 en San Lucas Tulcingo. El tamaño de la muestra se determinó utilizando el muestreo estratificado aleatorio con distribución de Neyman. El tamaño de la muestra fue de 74 productores, 33 en La Magdalena Yancuitlalpan y 41 en San Lucas Tulcingo.

Para caracterizar la biodiversidad se consideraron los valores de la biodiversidad propuestos por Swift *et al*. (2004), estos son: 1) valor intrínseco o el valor que tiene por sí misma la especie por aspectos sociales y/o culturales, en el caso particular de este estudio, se consideraron como especies con valor intrínseco aquellas que fueron domesticadas en México de acuerdo a la relación publicada por la SEMARNAT (2008) y cuyo destino principal fuera el autoconsumo; 2) valor utilitario referente a la importancia que tienen para la subsistencia de las UP, tanto por su consumo como por su comercialización; 3) valor funcional referente al papel que juega una especie en el ecosistema de acuerdo al principal servicio ecológico que ofrece y, 4) valor a futuro, es decir, especies que son consideradas como importantes para preservar por motivos particulares a cada sociedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La agrobiodiversidad en las UP que cultivan amaranto en ambas comunidades es basta como

Tabla 1. Especies encontradas en San Lucas Tulcingo y La Magdalena Yancuitlalpan.

Componente del agroecosistema	Subcomponentes	Número de especies por subcomponente	
		San Lucas Tulcingo	La Magdalena Yancuitlalpan
Agrícola	Frutales	11	7
	Leguminosas	5	4
	Granos	5	4
	Ornamentales	1	11
	Hortalizas	9	8
Subtotal		**31**	**34**
Pecuario	Ganado menor	5	5
	Ganado mayor	3	3
Subtotal		**8**	**8**
Recolección	Hongos y arvenses	7	13
TOTAL		**46**	**55**

también reporta (Méndez, 2011) en un estudio realizado en UP amaranteras de Tulyehualco, Ciudad de México. En San Lucas Tulcingo se encontró que un agroecosistema puede manejar hasta 18 especies (10.6 como promedio), a nivel comunidad se registraron 46 especies incluidas 11 agrícolas, 8 pecuarias y 7 de recolección (Tabla 1). En la Magdalena Yancuitlalpan los agroecosistemas manejan hasta 20 especies (11.2 como promedio), a nivel comunidad se observaron 55 especies, de ellas 34 son agrícolas, 8 pecuarias y 13 de recolección considerando plantas silvestres, hongos y árboles cuyas ramas se emplean para leña.

Componente agrícola

El amaranto juega un papel central en el agroecosistema. Su valor utilitario y a futuro lo colocan como protagonista. Es el producto destinado a la comercialización por excelencia en ambas comunidades debido a que: 1) posee un mejor precio que el maíz en el mercado (Martínez, 2016); 2) su demanda por parte de los acopiadores se mantiene a lo largo del año; 3) su mecanismo de comercialización resulta conveniente para los campesinos debido a que ellos deciden cuando y cuanto vender y los acopiadores llegan hasta la puerta de su casa por el producto; 4) se puede almacenar hasta por cinco años sin verse afectado por las plagas o el clima y, 5) los campesinos lo consideran como un ahorro para diversas necesidades en la familia, o bien como una inversión al guardar el amaranto hasta que este aumente a un precio que a ellos les parezca conveniente. Una razón por la que se continúa sembrando, es que los campesinos esperan que a futuro pueda volver a alcanzar los altos precios que ha logrado años atrás, esto le confiere valor a futuro. El maíz se emplea casi en su totalidad al autoconsumo, provee de tortillas a la familia y forraje a los animales entre otras funciones que le confieren un valor intrínseco. Por otra parte posee valor funcional, ya que las prácticas agrícolas en torno a su producción son tradicionales, y por tanto, se considera que fomentan la sustentabilidad en el agroecosistema, esto coincide con el análisis realizado por Toledo y Barrera (2008). Al sembrarlo en sistema milpa se favorece la agrobiodiversidad y con ello el servicio ecológico denominado: mantenimiento de la fauna y flora silvestres; esta diversidad a su vez propicia otro servicio ecológico que es la regulación de plagas y enfermedades (Altieri y Nicholls, 2000) razón por la cual el empleo de plaguicidas es menos frecuente en este cultivo. Otras prácticas que favorece el control de plagas, son las rotaciones de maíz con amaranto que realizan más del 90% de las UP.

La quínoa es otro cultivo con valor a futuro que siembran en San Lucas Tulcingo, pues algunos productores consideran que dentro de algunos años va a ocupar un lugar importante en el mercado, como lo es ahora el amaranto, y les interesa aprender el ciclo de cultivo; en ambas comunidades también siembran la chía y el trigo de valor utilitario comercial.

Los frutales poseen valor funcional por la atracción de polinizadores, además favorecen el control de la erosión (Altieri, 1999). En ambas comunidades el aguacate posee valor utilitario comercial, y en La Magdalena Yancuitlalpan el durazno también posee este tipo de valor; el caso del limón, la mandarina, la naranja, la granada, la pera, el plátano, la ciruela, el tejocote, la guayaba, el mango, la papaya y la manzana poseen valor utilitario de consumo y el tejocote posee valor intrínseco. En La Magdalena Yancuitlalpan se observó la siembra de durazno intercalado con amaranto en una de las UP, de acuerdo con los productores, esto reduce el riesgo de pérdidas en caso de que una de las cosechas se vea afectada por factores climáticos.

En cuanto a las leguminosas, su valor funcional radica en que fijan nitrógeno en el suelo interviniendo en el ciclo de nutrientes y manteniendo la fertilidad de los suelos (Altieri, 1999). El frijol que es parte de la dieta alimenticia y el huaje que es ingrediente de platillos tradicionales como el huaxmole, poseen valor intrínseco y valor utilitario de consumo al aportar porcentajes importantes de proteína vegetal a la dieta (Gálvez, 2013). Tanto el haba como el alverjón son importantes en la dieta pero a su vez también una parte importante se destina al mercado lo cual les otorga valor utilitario comercial.

Las especies ornamentales se cultivan principalmente en La Magdalena Yancuitlalpan por su valor utilitario comercial, pero además poseen valor funcional al atraer polinizadores y al propiciar el control de plagas al rotar los cultivos con el del amaranto en cerca del 30% de las UP. La flor de cempasúchil es la única que es cultivada en ambas comunidades por su valor intrínseco dado su uso en la festividad del día de muertos.

Finalmente, el valor funcional de las hortalizas radica en contribuir a la agrobiodiversidad en el agroecosistema, algunas de las especies

de hortalizas tienen un importante valor utilitario comercial como el jitomate y el tomate verde en San Lucas Tulcingo, que además son cultivos que se rotan con el cultivo de amaranto. En La Magdalena Yancuitlalpan el cilantro y el rábano son hortalizas con valor utilitario comercial. La calabacita, el chile, el nopal y el huazontle poseen valor intrínseco.

Componente pecuario

Respecto al ganado menor, las gallinas y guajolotes tienen valor utilitario de consumo; los chivos, borregos y cerdos cuando son parte de la UP poseen valor utilitario comercial. En cuanto a ganado mayor, se observó que el caballo tiene valor intrínseco al emplearse en las labores de los cultivos, incluido el amaranto, esto posee un conocimiento tradicional valioso. Además, el caballo aporta estiércol que es integrado en las parcelas principalmente del cultivo de amaranto, esto le confiere valor funcional como parte del ciclo de nutrientes y el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

Componente silvestre

Las especies que son recolectadas para complementar la dieta de las familias de las UP, poseen valor intrínseco pues la forma en que se recolecta, las zonas en donde son ubicadas y su utilización forma parte del cuerpo de conocimiento tradicional de las comunidades como señalan Toledo y Barrera (2008).

CONCLUSIONES

El amaranto tiene interacciones directas con diversos componentes y subcomponentes dentro del agroecosistema como las rotaciones con otras especies o la implementación del estiércol del componente pecuario como abono orgánico. Sin embargo, existen interacciones indirectas entre el amaranto y el resto de componentes del agroecosistema pues los cultivos destinados al autoconsumo brindan seguridad al productor para que tome los riesgos que implica sembrar cultivos comerciales como el amaranto, y el resto de cultivos comerciales disminuyen los riesgos de perdidas económicas en caso de presentarse un fenómeno climático devastador o una plaga, al tiempo que representan mayores ingresos para las UP, estos aspectos contribuyen a que el cultivo del amaranto persista.

Se considera que todas las especies dentro del agroecosistema poseen valor funcional al ofrecer diversos servicios ecológicos; sin embargo, hay uno o dos servicios para los que son de mayor importancia, conocer estos servicios puede contribuir a que los productores adopten diversas especies con diferentes funciones en los agroecosistemas, como se presentan en ambas comunidades estudiadas.

Este tipo de estudios descriptivos de biodiversidad se consideran de mayor impacto en las decisiones futuras de los campesinos, considerando que estos grupos sociales continuarán una estrategia de biodiversidad que asegura alimentos, ingresos y cultura.

REFERENCIAS

Altieri, M. (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable.* Uruguay: Nordan-Comunidad. 338 p.

Altieri, M. y Nicholls, C. (2000). Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable 1a ed. México: PNUMA. 250 p.

Banco Mundial. (2018). Data Bank. Recuperado de https://datos.bancomundial.org/indicator/AG.LND.AGRI.ZS?end=2015&start=1961&view=chart

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2018). Agrobiodiversidad. Recuperado de https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/agrobiodiversidad.html

CONEVAL. (2010). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social. Tochimilco, Puebla. SEDESOL.

Gálvez, A. (2013). La dieta tradicional mexicana, elemento clave en la lucha contra la mala nutrición. Recuperado de http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_284.html

Gliessman, S. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Costa Rica: CATIE. 349 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tochimilco, Puebla.* México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). Encuesta Nacional Agropecuaria 2014. Recuperado de http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/encagro/ena/2014/doc/ena2014_pres.pdf

Martínez S., L. (2016). Seguridad alimentaria, autosuficiencia y disponibilidad del amaranto en México. Problemas del desarrollo 18647: 107-132.

Méndez B., C. L. (2011). *Caracterización de la unidad agroindustrial familiar amarantera de Santiago Tulyahualco, D.F. México*. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados. 270 p.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2008). Compendio de estadísticas ambientales 2008. Recuperado de http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/compendio_2008/compendio2008/10.100.8.236_8080/ibi_apps/WFServlet18f5.html

Stupino, S., Lermanó, M. J., Gargolff, N. y Bonicatto, M. M. (2014). La biodiversidad en los agroecosistemas. En: *Agroecosistemas: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables,* Santiago Sarandón y Claudia Flores (Editores), 131-158 1a ed. Argentina: Universidad Nacional de la Plata.

Swift, M.J., Izac, M.N. y Noordwijk, M. (2004). Biodiversity and ecosistem services in agricultural landscapes – are we asking the right questions? Agriculture, Ecosystems and Environment, 104, 113-134.

Toledo, V. y Barrera, N. (2008). *La memoria biocultural* 1a ed. Barcelona: Icaria. 232 p.

PUENTE Y EL AMARANTO EN EL CONTEXTO OAXAQUEÑO, QUINCE AÑOS DE PERSPECTIVA

Noll, Pete

Puente a la Salud Comunitaria, Oaxaca, Mexico
pete@puentemexico.org

Eje temático: 8
País: México
Palabras clave: soberanía alimentaria, Oaxaca, trabajo comunitario, sociedad civil,

INTRODUCCIÓN

La justificación es que busco compartir una experiencia vivida con el amaranto en el contexto local de Oaxaca, Mexico el cual, sería más como una investigación aplicada, o mejor dicho, un testimonio donde asumo cualquier error de observación que pudiera sesgar la presentación de la siguiente información.

Desde hace 15 años, se fundó una organización que se llama Puente a la Salud Comunitaria en el estado de Oaxaca. Oaxaca se encuentra al sur de México, tiene una población de 3.3 millones de habitantes. Es uno de los estados con mayor pobreza económica de México; el 27% de los oaxaqueños sufren de inseguridad alimentaria y el 36% de los niños oaxaqueños tienen desnutrición (CONEVAL, 2010).

Además, como país, México está sufriendo una crisis de obesidad, el índice de obesidad en adultos es del 32.8% y existe una incidencia más alta para los niños y jóvenes. Parece paradójico que se presente la obesidad al lado de la desnutrición.

Las raíces de esta paradoja se deben al sistema alimentario que está basado en comidas rápidas y procesadas donde no hay diversidad y calidad nutricional de los alimentos. La desnutrición y la obesidad están relacionadas; la desnutrición en la infancia representa de 8 a 12 veces mayor riesgo para desarrollar obesidad a largo plazo.

La dependencia de las comunidades rurales en alimentos procesados e importados es una de las causas principales de la falta de disponibilidad de alimentos saludables en México. Es por eso por lo que es muy importante incrementar el acceso a los alimentos nutritivos y diversos apoyando a la producción local y familiar.

Enfoque integral

Los agricultores familiares rurales trabajan para producir la mitad de los alimentos del mundo, sin embargo, representan el 75% de la gente que vive en pobreza (FAO, 2014). Nos enfocamos en la agricultura, el consumo y la comercialización del amaranto, una planta nativa de México y con un alto valor nutritivo. Todo esto para mejorar la nutrición familiar y crear oportunidades económicas para las familias rurales.

A través de la soberanía alimentaria las familias campesinas trabajan juntas para producir, cultivar, comer, y comercializar alimentos nutritivos y locales y así cambiar el sistema alimentario oaxaqueño.

En Puente, nuestro objetivo es cultivar un impacto comunitario en el ámbito agrícola, la alimentación y la economía local promoviendo sistemas integrales de amaranto a partir de la autoorganización y de las alianzas estratégicas. Llevamos a cabo este modelo a través de los siguientes programas e iniciativas:

Producción y Consumo

La producción agroecológica a pequeña escala del amaranto crea oportunidades económicas y ambientales para las familias campesinas, al aumentar la educación nutricional a través de talleres sobre la buena nutrición, la cocina saludable y el acceso a alimentos locales y nutritivos. Es así como las familias en sus comunidades mejoran su salud modificando hábitos de alimentación saludables

Economía Social

Las familias campesinas tienen la opción de vender su cosecha con un valor agregado, a través de organizarse en microempresas y redes regionales de amaranto con mayor acceso a la tecnología y a los mercados. Este programa busca derivar beneficios tanto económicos como sociales para los participantes.

Políticas Públicas y Alianzas

Puente reconoce la complejidad en el sistema alimentario actual y por lo tanto busca fomentar alianzas estratégicas para avanzar con los objetivos programáticos, también busca influir positivamente en las políticas públicas relacionadas con nuestras áreas prioritarias. A través de las campañas de comunicación en las comunidades creamos conciencia sobre el potencial del amaranto en los diferentes niveles del sistema alimentario.

DISCUSIONES

Que la soberanía alimentaria es un enfoque diferente que la seguridad alimentaria, y según el contexto, habría que analizar cuales es la finalidad de un proyecto o intervención y en base de ello, considerar cuales serían las implicaciones para promover el amaranto como eje soberanía alimentaria v seguridad alimentaria.

EXPERIENCIA DE LOS MÓDULOS DE ABONOS PARA LA PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA EN LA MIXTECA OAXAQUEÑA

Puente a la Salud Comunitária AC. Programa ecoamaranto. Región Mixteca,
Independência #6, colonia centro, Heroica Ciudad de Tlaxiaco. CP. 69800, Oaxaca de Juarez; Oaxaca, México.
Correo-e: jessica@puentemexico.org

Eje temático: 8
País: México
Palabras clave: autorganizacion, agroecología, comunidad.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la agricultura que se desarrolla en las comunidades enfrentan diferentes retos, desde la baja rentabilidad de los cultivos, hasta la perdida de la fertilidad del suelo, consecuencia de una agricultura convencional la cual, cada vez va avanzando con la utilización de venenos para la producción de alimentos, que por un lado hacen menos pesado el trabajo, pero por otro aumentan los gastos, los daños al suelo y las enfermedades en los individuos por el uso excesivo de agroquímicos. Por lo expuesto anteriormente retomando los diferentes retos enfrentado en la agricultura, se enfatiza en la importancia de reconsiderar las técnicas ancestrales de organización comunitaria para la toma de decisiones en grupos organizados, encaminadas a la adopción de las practicas agroecológicas como una alternativa a la producción saludable de los alimentos, perfilando estas acciones a una soberanía alimentaria como consecuencia de la auto organización, para esto se planteó la iniciativa de la implementación de los módulos de abonos en las comunidades de atención, mediante grupos de personas que están cultivando amaranto y de alguna manera están vinculadas por los sistemas integrales de amaranto, con el fin de fortalecer la producción de insumos agroecológicos que permitiera contar con lo necesario para la producción de amaranto y otros cultivos; de tal manera que este espacio permita también la consolidación de grupos de trabajo, el fortalecimiento de la toma de decisiones y el impacto de la producción agroecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se consideraron 7 comunidades para la implementación de los Módulos de Abonos para la producción de insumos agroecológicos, que sustentarán las cantidades necesarias para la producción de Amaranto y otros cultivos. Las comunidades donde se emplearía la iniciativa de los Módulos de Abonos deberían contar con un grupo de personas que cultivan amaranto al menos con un año de experiencia, que están adheridos a la Red de Amaranto de la Mixteca, que tienen la disponibilidad de aprender, replicar los aprendizajes y aplicar los abonos a sus sistemas de producción.

Este espacio de aprendizaje colectivo llamado módulo de abonos busca generar iniciativas para mejorar la producción de los alimentos obtenidos del campo, así como la diversificación de la parcela con amaranto por lo que el grupo debe considerar el siguiente proceso: Reunión de acuerdos, Reglamento del Grupo, Ubicación del Módulo, Equipamiento del Módulo, Calendarización de Actividades, aplicación de los insumos y evaluación de los procesos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante dos ciclos de trabajo con los módulos de abonos en las comunidades, acompañando el proceso, reforzando con capacitaciones de más practicas agroecológicas, reuniones de grupos, y asistencias a la asamblea de las redes regionales y realizando la evaluación y planeación; hemos encontrado que estos espacios de trabajo y aprendizaje lograron lo importante que es la toma de decisiones para la operación de los espacios.

Logros más significativos:

- ✓ Nuevos acuerdos de trabajo
- ✓ Modificaciones en la ubicación del Módulo de Abonos, para mejorar la operatividad
- ✓ Realización de más de 5 abonos agroecológicos para la producción de alimentos.
- ✓ Acuerdos de apoyo para elaboración de compostas en mayores cantidades
- ✓ Nuevos aprendizajes en las dosis de aplicación
- ✓ Nuevos aprendizajes en los momentos adecuados y necesarios para la aplicación.
- ✓ Primeros inicios de la comercialización de compostas y Biol que se producen en el módulo de abonos

Los retos enfrentados:

- ✓ La elaboración en tiempo y forma de los abonos agroecológicos
- ✓ Las diferencias de opiniones entre participantes
- ✓ La disponibilidad de tiempo para las reuniones de fortalecimiento y toma de acuerdos
- ✓ La integración o salida de integrantes

CONCLUSIONES

Los Módulos de abonos son una buena iniciativa para fortalecer la auto organización en las comunidades, en la realización de abonos que son usados en la agricultura como una alternativa de nutrición vegetal, sanidad y rescate de los suelos, y prevención de plagas y enfermedades. Se considera a este espacio también, como una oportunidad para reforzar lazos amistosos, solidarios, de conocimiento, de desarrollo personal y rescate de una vida comunitaria saludable.

REFERENCIAS

Puente a la Salud Comunitaria A.C. Plan Estratégico 2015-2019.

Restrepo Rivera Jairo, Manual Práctico *"El A, B, C de la agricultura orgánica y Harinas de Rocas".* Fundación Produce Jalisco, Mexico, 2006. Pág. 19-178.

Restrepo Rivera Jairo, Manual Práctico "ABC de la agricultura orgánica y Panes de Piedra". Talleres gráficos de Impresora Feriva S.A. Cali, Colombia. 2007.

Bernard Bertrand, Jean-Paul Collaert, Eric Petiot, Plantas para curar plantas. La fertilidad de la Tierra, 2da edición.

Corantioquia *"Cartilla la vaca abonos foliares orgánicos imp"*. Litografía J&A, Medellín Colombia, 2013.

Restrepo Rivera Jairo, Sebastián Pinheiro, Cromatografía "imágenes de la vida y destrucción del suelo". Imágenes Gráficas S.A. Cali, Colombia. 2015. Pág. 29 -89.

Municipio	Localidad	Número de integrantes
San Pedro Mártir Yucuxaco	Cañada María	7
San Pedro Mártir Yucuxaco	Las Peñas	5
Heroica Ciudad de Tlaxiaco	Ojo de agua	11
Heroica Ciudad de Tlaxiaco	La Purísima concepción	10
Santa Cruz Tayata	Santa Cruz Tayata	7
Chalcatongo de Hidalgo	La Paz	7

COMPROBACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL AMARANTO ORGÁNICO PARA SUPERAR LA DESNUTRICIÓN INFANTIL DE 0 A 5 AÑOS Y MÁS DE 5 A 12 - CICLOS 2015-2017

Hernández Garciadiego, Raúl.[1] *; Herrerías Guerra, Gisela[2]; Márquez Bazán, Jorge. [2] ; Eugenio Morales, Pánfilo.[1]

[1]Grupo Cooperativo Quali, Centro Mesoamericano del Agua y la Agricultura.
Autopista Tehuacán- Oaxaca, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla.
Correo-e: raulhernandez@alternativas.org.mx
[2]Alternativas y Procesos de Participación Social A.C., Museo del Agua "Agua para Siempre".
Correo-e: giselaherrerias@alternativas.org.mx

Eje temático: 8
País: México
Palabras clave: Desnutrición infantil, pueblos indígenas, desarrollo regional sostenible y cooperativo, agroecología.

INTRODUCCIÓN

En 1982 iniciamos la recuperación del cultivo y consumo del amaranto en la región en torno al Valle de Tehuacán, uno de sus centros de origen y diversificación.[1] Tras 16 años de capacitar en su siembra y consumo ya comprendíamos su importancia cultural, ecológica, económica y nutricional.[2] Lo que no se sabía entonces, era cuánto amaranto debía consumirse para superar la desnutrición infantil, por lo que en 2007 Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. formalizó su programa de Nutrición Infantil, utilizando amaranto orgánico certificado producido por el Grupo Cooperativo Quali, para garantizar su inocuidad garantizada por sus prácticas agrícolas ecológicas y por la higiene certificada en su procesamiento agroindustrial. En el Congreso Nacional del Amaranto (2014), publicamos el reporte de investigación-acción: "Superación de la desnutrición infantil con alimentos de amaranto orgánico Quali 2007 a 2013".[3] Sus componentes son: 1) diagnóstico clínico inicial de los niños y control mensual de peso y talla como indicadores de mejora nutricional; 2) educación nutricional y culinaria, enfocada en la adecuada reincorporación del amaranto en la dieta familiar cotidiana; 3) educación en higiene básica para la preparación y consumo de alimentos; 4) entrega de paquetes mensuales de alimentos de amaranto orgánico Quali; 5) capacitación en siembra de amaranto; 6) promoción de la organización social y fomento del trabajo cooperativo. Durante siete ciclos anuales se atendió a 4,029 infantes de las regiones Mixteca-Popoloca, y Sierra Negra, de cultura náhuatl, popoloca y mixteca, encontrando 45% de desnutrición. Entre las conclusiones destacó que un tratamiento de 25 g diarios de amaranto como complemento a la dieta tradicional que incluye maíz y frijol, aporta los aminoácidos esenciales para la síntesis de la proteína, logrando la mejoría en 78% de los 1,527 infantes a los que se brindó tratamiento nutricional durante un mínimo de 6 y hasta 9 meses, llegando 54% de ellos a la recuperación total. La primera conclusión fue que "El grado de desnutrición encontrada en 45% de los niños campesinos e indígenas, es ética y políticamente inadmisible, ya que revela la violación al derecho humano a la alimentación, a la salud y a una vida digna, por lo que exige un compromiso de la sociedad y del gobierno para atender esta marginación con acciones adecuadas, de efectividad comprobada". En 2016 reportamos

1 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2005) "Agua para Siempre y Quali: un cuarto de siglo de desarrollo regional"
2 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (1998) "Amaranto, historia y Promesa"
3 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G.. (2014) "Superación de la desnutrición infantil con alimentos de amaranto orgánico Quali"

el análisis del impacto de la duración del tratamiento con dos cohortes de 815 niños, en las que el 89% de quienes recibieron el tratamiento durante seis o más meses lograron mejoría, 47% alcanzando la recuperación total, por lo que se concluyó con la recomendación de brindar el tratamiento durante nueve a doce meses.[4]

En el presente reporte de investigación-acción, presentamos los resultados de los años 2015 a 2017 con 3,992 niños evaluados y atendidos en las cohortes de la región Mixe, Oax. que presentan características ambientales y culturales muy diferentes, para ponderar la viabilidad de la utilización del amaranto en regiones muy distintas entre sí. Este período coincidió con la visita del papa Francisco a la FAO-ONU, en donde dijo que se requieren nuevas normas y mayores compromisos para nutrir al mundo, y compartió su convicción de que "el derecho a la alimentación sólo quedará garantizado si nos preocupamos por su sujeto real, es decir, la persona que sufre los efectos del hambre y la desnutrición. Repito -dijo- el sujeto real. El hambriento está ahí... y pide ser considerado en su condición, recibir una alimentación de base sana. Nos pide dignidad, no limosna." El proceso impulsado por Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. ha recibido un impulso continuo, canalizado a través del Grupo Cooperativo Quali que produce los alimentos nutritivos de amaranto orgánico certificado, y participa en la regeneración ecológica de cuencas con el programa "Agua para Siempre".[5]

MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de promoción del desarrollo regional sostenible y cooperativo, está integrado por los siguientes grupos de actividades: 1) Presentación del proyecto a las autoridades locales y a las familias; 2) Evaluación del estado nutricional de la población infantil en cada localidad, cuando los padres así lo deciden; 3) Realización de talleres de nutrición; 4) Realización de talleres de elaboración de alimentos con amaranto, 5) Realización de talleres de siembra de amaranto, y 6) Realización de talleres de presentación de resultados, evaluación y cierre del ciclo. Los talleres abarcaron cuatro temas distintos: "Alimentación correcta usando como guía el Plato del Bien Comer"-enriquecido con la inclusión del amaranto en hoja, en grano y como harina-, "Desnutrición de los niños y sus consecuencias", "Alimentación en las etapas de la vida" e "Historia de la alimentación, alimentación tradicional vs alimentación industrial". En el primer ciclo (2015-2016) se atendió a 1,414 niños de 24 localidades de 5 municipios. Respondiendo a la petición de las mamás, se atendió también a niños de más de 5 y hasta 12 años, lo cual no estaba previsto inicialmente. A las familias participantes se les entregaron paquetes con alimentos nutritivos de amaranto para iniciar la recuperación de los niños que presentaron desnutrición. Se entregaron también paquetes complementarios para compartir con la familia, para asegurar que los niños en proceso de recuperación reciban diariamente los alimentos destinados a ellos, formulados para aportar 25 gramos de amaranto. En este primer ciclo, el 44% corresponde al grupo prioritario de edad de menores de 5 años, y el 56% formaron un nuevo grupo de mayores de 5 años. 541 casos presentaron algún grado de desnutrición (36% del total). En el segundo ciclo (2016-2017) se atendió a niños de siete nuevas localidades con mayor marginación por su ubicación, evaluando a un total de 1,132 niños de ambos grupos de edad. Además, se dio seguimiento a 309 niños de 18 localidades incorporadas en el primer año. El porcentaje de casos de desnutrición detectados en cada localidad tuvo rango muy variado -desde 19% hasta 67%- con un promedio de 47%. En el tercer ciclo (2017-2018) se atendió a 1,100 niños de cuatro nuevas localidades incorporadas, detectando 522 casos con algún grado de desnutrición, que coincidentemente representan un 47% del total de diagnósticos realizados y se dio seguimiento bimestral a 143 niños durante un ciclo más.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de seguimientos en cada pueblo fue variable al incorporarse al programa en diferentes momentos, formando una cohorte dinámica. También fue variable el número de evaluaciones que se realizaron a los niños en cada pueblo, porque no todos se incorporaron en la misma fecha, ni fueron igualmente constantes en su seguimiento. En el primer ciclo (2015-2016) del grupo de niños menores de 5 años con 6 y más seguimientos que plantea la metodología, se logró que 95% de los casos (108 de 114) alcanzaran diversos grados de mejoría, en que se incluyen los recuperados (34%), los que mejoraron

4 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2016) "Resultados de la recuperación del amaranto para superar la desnutrición infantil - Impacto de la duración del tratamiento."

5 Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2014) "Flota, la chingadera- Agua para Siempre y el Grupo cooperativo Quali, Sistematización de la experiencia de los años 2003 a 2014".

su diagnóstico inicial (18%) y los que mejoraron su peso y talla (43%). En el nuevo grupo de niños mayores de 5 años, 79% de los casos (89 de 112) tuvieron algún grado de mejoría, los recuperados son el 13%, los que mejoraron su diagnóstico inicial son el 5%, y el 62% mejoraron su peso y talla. Durante el segundo ciclo (2016-2017), en el grupo de niños de 0 a 5 años con 6 y más seguimientos, 94% presentan diversos grados de mejoría (149 de 159), en que se incluyen los recuperados (18%), los que mejoraron su diagnóstico inicial (31%) y los que mejoraron su peso y talla (45%). A partir de las conclusiones del primer ciclo, se decidió incrementar la ración de amaranto diario a 39 g para el grupo de niños de más de 5 a 12 años, por tener ya un mayor peso y estatura con el consiguiente mayor requerimiento nutricional; aquellos con seis o más seguimientos, 95% (135 casos de 142) tuvieron algún grado de mejoría. Se observó que 25% de los niños del primer ciclo tuvieron una recaída en su condición nutricional al suspenderse la entrega de paquetes durante el cambio de ciclo, lo cual merecerá atención y búsqueda de propuestas de corrección, ya que parece indicar que las familias no lograron abastecerse de amaranto en su propio huerto, como estaba previsto. En el tercer ciclo (2017-2018), en el grupo de niños de 0 a 5 años con 6 y más seguimientos, 88% mejoraron su condición (59 de 67), con un 9% que se recuperaron, el 37% que mejoró su diagnóstico, y el 42% que mejoró su peso y talla. En el grupo de más de 5 a 12 años que tuvieron 6 o más seguimientos, se observó mejoría en el 92% (90 de 98 casos): el 10% se recuperaron, 16% mejoró su diagnóstico inicial y el 65% mejoró su peso y talla. En el grupo que continuó su seguimiento por un año adicional, entre los niños de 0 a 5 años de edad que cumplieron con tener 6 meses o más de tratamiento se obtuvo una mejoría del estado nutricional del 90%, mientras que en el grupo de más de 5 hasta 12 años, el 97% lo lograron. En ambos grupos de edad los porcentajes de niños con 6 meses o más de tratamiento que lograron mejorar su estado nutricional, son muy similares a los obtenidos en el cierre del ciclo 2016 en las localidades en segundo año de atención.

CONCLUSIONES

1.- El proceso seguido en estos tres años en una región indígena marginada, ecológica y culturalmente muy distinta a aquella en la que se originó esta propuesta metodológica de nutrición infantil, demuestra su capacidad para adecuarse y lograr la viabilidad del uso del amaranto orgánico certificado para resolver la problemática de desnutrición enfrentada.

2.-Se confirmó la fuerte incidencia de la desnutrición infantil en la sierra Mixe, al encontrar 47% en el promedio de todas las cohortes, siendo desnutrición crónica en la mayoría de los niños de 0 a 5 años y desnutrición leve en el grupo de más de 5 y hasta 12 años.

3.- Se confirmó la adecuación de las raciones planteadas de 25 g para niños de 0 a 5 años y de 39 g para los de más de 5 a 12 años, como complemento a la dieta tradicional que incluye maíz y frijol, al aportar los aminoácidos esenciales para la síntesis de la proteína. También se confirmó la adecuación de entregar un paquete familiar para compartir a hermanos, abuelos y padres, con lo que se eleva la probabilidad de que los niños en tratamiento reciban completa la ración definida en su paquete especial definido en la metodología validada.

4.- Se confirmó la importancia de lograr que los niños alcancen una duración mínima de 6 meses de tratamiento y 12 como deseable, dato confirmado al analizar la fuerte diferencia en logro alcanzado dentro de su mismo grupo de edad entre este período mínimo de tratamiento y los que no lo alcanzaron. Se confirmó también la contribución del seguimiento durante un ciclo adicional, hasta rebasar los seis seguimientos durante el siguiente ciclo, con lo cual se logró un muy satisfactorio porcentaje entre 90 y 97% de mejoría nutricional.

5.- El proceso de nutrición de los niños mayores a cinco años les permitirá mejorar su desempeño vital, aunque al incorporarse en esta edad más tardía se espera una recuperación más lenta respecto a los que inician de 0 a 5 años, edad en que -señala UNICEF- el cerebro realiza entre 700 y 1000 nuevas conexiones neuronales por segundo.[6] Los resultados en mejoría en la nutrición de los niños en la edad prioritaria de menores a cinco años, favoreció rápidamente su desarrollo, lo cual los habilita fisiológicamente para un mejor desarrollo cognitivo justo al iniciar su vida escolar, lo cual les permitirá desplegar plenamente su potencial y alcanzar un mejor aprovechamiento en su formación, ampliando su horizonte de vida.

6.- Los destacados resultados alcanzados mediante el consumo de amaranto orgánico demuestran que está a nuestro alcance como país la superación de

6 UNICEF Estado Mundial de la Infancia 2016 Recuadro 2.1 El cerebro en desarrollo: una ventana de oportunidad para el aprendizaje en los primeros años. P. 50

la desnutrición infantil, y al ser un derecho humano la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad, es obligación de ética política adoptarla como política pública.

7.- Las acciones que se realizan en este programa contribuyen directamente a la "Década de las Naciones Unidas para la Acción en Nutrición 2016-2025", así como al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, aprobados por la Asamblea de la ONU en su Agenda 2030. En agosto de 2018, el Grupo Cooperativo Quali y Agua para Siempre –ganadores de Iniciativa México del Bicentenario en 2010- obtuvieron el Primer lugar de la Iniciativa Latinoamericana FAO 2018, por el "Sistema alimentario de amaranto orgánico como modelo innovador de desarrollo rural sostenible de agricultura familiar para superar la desnutrición y la pobreza".

REFERENCIAS

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2016) "Resultados de la recuperación del amaranto para superar la desnutrición infantil - Impacto de la duración del tratamiento." Memorias foro "Revalorizando tradiciones alimenticias: Análisis y perspectivas del amaranto en México" Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM 16 y 17 nov. 2016

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G.. (2014) "Superación de la desnutrición infantil con alimentos de amaranto orgánico Quali" Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. y Cedetac. En Memorias del Congreso Nacional del Amaranto. Universidad Autónoma Chapingo 28-30 agosto 2014".

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2014) "Flota, la chingadera- Agua para Siempre y el Grupo cooperativo Quali, Sistematización de la experiencia de los años 2003 a 2014". Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. 32 pp. en "Caminos de lucha y esperanza- Once relatos por la justicia, la inclusión y todos los derechos humanos". Reygadas Robles-Gil (ed.) Servicios, Desarrollo y Paz A.C. SEDEPAC. México, D.F.

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (2005) "Agua para Siempre y Quali: un cuarto de siglo de desarrollo regional" 47 pp. Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. en "Proyecto de Sistematización y Proyección de los Aportes de la Sociedad Civil al Desarrollo Local. Consejo de Educación de Adultos de América Latina, México D.F.

Hernández Garciadiego, R. y Herrerías Guerra, G. (1998) "Amaranto, historia y Promesa" en Tehuacán, Horizonte del Tiempo, Club Rotario Tehuacán Manantiales, Tehuacán pp. 64-83

FORTALECIENDO LA ECONOMÍA SOLIDARIA POR MEDIO DEL AMARANTO

del Villar Zamacona Eduardo Mauricio

Director de Economía Social en Puente a la Salud Comunitaria AC
Coordinador del Grupo de Enlace para la Promoción del Amaranto en México
Privada de Martires 25, San Andrés Huayapam, Oaxaca C.P. 68287
Correo-e: mauricio@puentemexico.org

Eje temático: 8
País: México
Palabras clave: Economía Social, Organización Local, Comercio Justo, Comunidad, Amaranto.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día familias de diversas poblaciones rurales y urbanas presentan retos en económicos de diversos tipos a nivel nacional. En el caso de Oaxaca y de acuerdo al Consejo Nacional de Evaluación la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) el número de personas que viven en condiciones de insuficiencia alimentaria, con problemas de acceso a la educación, a la salud o servicios básicos es de 2 millones 847 mil lo cual representa más del 70% de la población y es el estado con mayor porcentaje de población en pobreza. El dinero promedio al que tiene acceso un poblador del estado es de alrededor de $2,048 pesos.

Muchos plantean que parte de las razones por las que Oaxaca cuenta con altos niveles de pobreza se debe a su división geográfica de 570 municipios (más de 10 mil localidades), de estos 418 municipios se rigen por el sistema de usos y costumbres en los cuales conviven al menos 18 pueblos indígenas. La mayoría de la superficie cultivada en Oaxaca es tierra comunal 44%, más del 27% ejidal y sólo 28.5% es propiedad privada. A su vez el 90% de sus suelos es accidentado, pues confluyen aquí varios sistemas montañosos; por lo que en Oaxaca se concentra la mayor biodiversidad del país. Debido a este contorno geográfico se desarrollan en el territorio múltiples microclimas.

En las actividades económicas, destaca la agricultura de autoconsumo como la principal actividad productiva, por lo que la falta de oportunidades en el campo y abandonó a actividades agrarias es una situación que causa pobreza y marginación en los grupos rurales e indígenas. Aunque la tasa de desempleo en el estado es menor a la media nacional, La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, reportó que para el 2013 en Oaxaca 15% de la población empleada cae en la categoría de trabajador sin pago y que 38% son trabajadores por su cuenta.

Si bien Oaxaca no es el único estado en el país con este tipo de retos, es importante reconocer que se ha suscitado en él un auge de innovaciones mayoritariamente desde las comunidades, la sociedad civil, que se encaminan hacia un desarrollo más integral, participativo y sustentable.

Actualmente, Puente enfoca su trabajo en 15 municipios y 27 localidades de dos regiones de Oaxaca, la Mixteca Alta y los Valles Centrales. El contexto de las dos regiones es distinto, pero por lo general buscamos involucrar a comunidades rurales interesadas en fortalecer los procesos de economía local.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dentro de Puente contamos con un Programa que se llama Economía Social, el cual tiene como objetivo la promoción y fortalecimiento de procesos de auto-organización de las propias localidades tomando como base la Economía Social y Solidaria, misma que entendemos como "un proyecto económico centrado en la construcción y desarrollo de nuevas formas y estructuras económicas tanto a nivel de la producción, la distribución, el consumo y el desarrollo"[1] de tal manera que la economía de solidaridad puede comprenderse y llevarse a cabo "preferentemente en la sociedad civil procediendo desde la base social misma que se organiza para hacer frente a sus necesidades y para hacer economía conforme a sus propios modos de pensar, sentir, valorar, relacionarse y actuar".

La Economía Social no es algo nuevo en Oaxaca, consideramos que más bien tenemos que rescatar ciertas formas y relaciones que ponen en el centro la "Calidad de Vida" de las personas y el dinero se convierte en una herramienta que te permite construir parte de esa vida, al contrario de una economía de mercado donde el objetivo radica en incrementar el dinero más allá de las condiciones de vida de las comunidades y de las personas.

Mismo que estamos impulsando en las actividades relacionados a la producción, transformación, comercialización y consumo de Amaranto dentro de los programas que impulsa Puente.

Esta colaboración que tenemos con las comunidades la apalancamos en el fortalecimiento de las Redes Regionales, conformadas por mujeres y hombres que se organizan a partir de su relación con el cultivo, transformación, comercialización y consumo del amaranto, tomando en cuenta sus necesidades y de acuerdo con su contexto local. Estamos conscientes que el desarrollo social no sólo depende de factores externos a las localidades sino también de las capacidades que desarrollen las propias personas y organizaciones para promover cambios en beneficio de sus comunidades y por eso visualizar las relaciones económicas desde el bienestar comunitario y familiar genera lazos de colaboración más profundos.

Dentro de la metodología para fortalecer la Economía Social dentro del proceso de la redes nos enfocamos en seis ejes que mencionamos a continuación:

1. **Conciencia Colectiva:** Tomemos conciencia de la responsabilidad, en cuanto a nuestra participación y colaboración diaria, en cualquier plan de desarrollo comunitario y económico así como de nuestra propia vida.
2. **Redes Regionales al servicio de las personas y su comunidad:** Pensar en una Red como un instrumento al servicio de las personas y del desarrollo local nos permite crecer como comunidad.
3. **Buen uso de los recursos:** Usar dinero invirtiendo en bienes para la producción buscando formas de financiamiento social como el trueque o el tequio para ahorrar recursos financieros; y si necesitamos un crédito, analicemos los riesgos y sólo utilicémoslo para comprar cosas que

sirvan para trabajar e impulsar nuestras actividades productivas.

4. **Consumo responsable:** Es muy importante antes de comprar hacernos la pregunta de si realmente necesitamos esas cosas. También es importante ser selectivos en lo que compramos y a quién se los compramos. Preferir comprarle a productores locales y regionales para fortalecer la economía de nuestra comunidad. No comprar productos que dañan la salud, generan basura y dañan al ambiente
5. **La necesidad de compartir ideas:** Es necesario debatir nuestras ideas y tomar en cuenta la opinión de lo demás, para redefinir y mejorar la calidad de vida del grupo, empresa o comunidad, integrando de esta forma las iniciativas y necesidades de todos. Para que los cambios sean reales, profundos, duraderos y echen raíces, es necesario el crecimiento de las personas en lo físico, material, en lo espiritual y lo más importante, en lo grupal.
6. **Reglamento:** Es un conjunto de normas que gobiernan o rigen una organización, un proceso o una actividad. Cuando fundamos nuestra organización de cualquier tipo, por ejemplo en nuestra familia o en nuestro propio negocio, establecemos reglas que son una parte importante de la manera de relacionarnos, con las demás personas y nuestro entorno. Dichas reglas las basamos en mutuo acuerdo con las partes involucradas para tener claridad en cómo será la relación en la que creceremos todos. Un país, un estado, una familia o una empresa tienen dicho reglamento como una parte importante de su origen

Estos siete ejes los implementamos por medio de dos equipos regionales que estpan integrados por una coordinación regional, 2 técnicas de economía social y 2 promotoras de economía social. A su vez desarrollamos espacios donde el diálogo es fundamental para el aprendizaje de nuevas formas y la toma de acuerdos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El programa de Economía Social dentro de Puente se implementó en el 2015 y hasta el momento se ha logrado tener los siguientes resultados para mejorar la calidad de vida de las personas y las comunidades con las que colaboramos:

- La concepto de Economía Social se maneja dentro del dialogo cotidiano de las personas que pertenecen a las Redes y

representan alrededor de 200 personas de 16 municipios.

- El Amaranto representa un ingreso económico para más de 200 familias en las regiones
- Cuando se toma una decisión al interior de las redes el concepto de Economía Social es una referencia para tomar la misma y las acciones derivadas reflejan conceptos de solidaridad importantes. Dichos acuerdos se presentan en las asambleas regionales.
- El precio de grano de del Amaranto que se paga al interior de las redes responde a un precio que toma en cuenta los costos de producción local de los productores y que de igual forma permite contar con una utilidad. Actualmente existe un acuerdo de $27.50 comparado con la media nacional que ha estado hasta $9 pesos por kilo.
- El grano que pagan los transformadores dentro de la red es casi tres veces mayor el cual responde a no solo considerar el precio en si que podrían conseguir mucho más barato en otros estados de la república, sino a darle valor a la producción local de las propias regiones y valorar la producción agroecológica.
- A pesar de que el poder adquisitivo en Oaxaca es bajo, los consumidores también están dispuestos a pagar por un producto que sustente el proceso social de los productores y de los transformadores de la región. En recientes encuestas a más de 1000 personas hemos visto que le dan un valor adicional a los productos locales.

Los productos que elaboran los transformadores responden a 5 elementos claves:

1. **Producto Local:** Resalta la importancia de que ser un producto elaborado dentro de una comunidad y con personas de la comunidad
2. **Amaranto de la Red:** Resalta la importancia de que el Amaranto que contiene el producto pertenece a la Red de Amaranto, la cual fortalece la vinculación entre los diferentes miembros de la Cadena de Valor a nivel regional
3. **Origen de los otros productos:** Resalta la importancia de que los otros ingredientes que contienen los productos fortalezcan a su vez la economía local o regional
4. **Valor Nutricional:** Resalta la importancia de que el producto contribuya a la salud de los consumidores
5. **Generación de Utilidad:** Resalta la importancia de que el producto le genere una utilidad justa al transformador

CONCLUSIONES

Mejorar el ingreso familiar a través de la transformación, comercialización e intercambio del Amaranto, considerando principios de la Economía Social permite mejorar la calidad de vida de las personas y sus localidades, no solo considerando su nivel de ingreso sino las relaciones humanas que representan parte fundamental de la vida.

También queremos mencionar que no es algo sencillo ya que la mayoría de las relaciones económicas se basan en una economía de mercado donde las personas se han convertido en un recurso más que un fin.

REFERENCIAS

Dunford Aerin, Beltrán Arruti Sergio (2014) “Plan Estratégico de Puente a la Salud Comunitaria AC; 2015 - 2018”

del Villar, Mauricio (2016) “Narrativo del Programa de Economía Social de Puente a la Salud Comunitaria”

Bautista Karina, del Villar Mauricio (2018) “Valor Social del Proceso con el Amaranto en Puente”

(Endnotes)

1 http://www.luisrazeto.net/

ESTRATEGIA MUNICIPAL PARA CULTIVAR Y CONSUMIR AMARANTO (*Amaranthus* spp.) EN HUAYACOCOTLA, VERACRUZ, MÉXICO

Cuenca Badillo, J. A.[1]*; Martínez Barragán A. Y.; Morán Bañuelos, S.H.[2] y Barrales Domínguez, J.S. [2]

[1]Dirección de Fomento Agropecuario del Municipio de Huayacocotla, Veracruz, México. *Correo-e: fomagro.huaya2018@gmail.com

[2] Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. smoranb@chapingo.mx y barrales@correo.chapingo.mx

Eje temático: 8
País: México
Palabras clave: comedores comunitarios, quelites, nutrición infantil.

INTRODUCCIÓN

Las variedades criollas y mejoradas de amaranto presentan capacidades adaptativas que permiten establecerlas en nuevas zonas de cultivo, desde cero a 3 mil metros sobre el nivel del mar; se adaptan a diferentes tipos de suelo, desde calcáreos arcillosos a ácidos y con bajo contenido de materia orgánica (Barrales *et al*., 2010; García *et al*., 2010). Además, por ser una especie con metabolismo C4, hace un uso eficiente del agua en los sitios donde esto es una condición limitativa para el establecimiento y desarrollo de otros cultivos. Aunado a ello, se han observado ventajas y potencialidades al evaluar la calidad alimenticia de su follaje y semillas para consumo humano y animal (López-Mejía *et al*., 2014; Barros-Rodríguez *et al*., 2017). En las primeras semanas de desarrollo de la planta sus hojas tienen un alto contenido de nutrientes como vitaminas, calcio, hierro y compuestos bioactivos; en tanto que las semillas son ricas en aminoácidos esenciales, por lo que su proteína se considera de alta calidad, contiene también folatos, fibra, aceites esenciales y cardioesteroles que al ser consumidos por los niños en edad pre-escolar y primaria puede favorecer su desarrollo y evitar anemias, entre otros beneficios para la salud (Cáceres *et al*., 2017). Los amarantos han sido consumidos en el centro y sur de México desde la época prehispánica, como verdura se conocían genéricamente como “quintoniles” y las semillas como “huauhtli”, estas se integraban molidas a diferentes platillos tradicionales. En años recientes también se han reportado los efectos terapéuticos del amaranto, en modelos animales y ensayos en humanos, para tratar enfermedades de alta incidencia a nivel mundial, como la diabetes (Balasubramaniam y Karthikeyan, 2016). A partir de estas evidencias, en diferentes regiones de México se han documentado experiencias exitosas en el cultivo y consumo de amaranto; cabe destacar que dichos esfuerzos fueron motivados por campesinos que participan en cadenas agroindustriales de siembra, transformación y comercio de alimentos a base amaranto, en estrecha relación con asociaciones civiles que impulsan el desarrollo regional sostenible en regiones marginadas y de la mano con instituciones de educación superior y centros públicos de investigación (Aragón y Tapia, 2009; Morán *et al*., 2016) , todos ellos, como menciona el Ing. Emiliano Hernández: “son ejemplo del carácter vinculador de la investigación contemporánea, que es depositaria de una amplia responsabilidad en el desarrollo sostenido de México” (García *et al*., 2010).

Ante la situación de la sociedad mexicana actual, donde uno de los grandes retos del sector salud es la calidad de la alimentación y la estrategia para enfrentar las enfermedades relacionadas al síndrome metabólico (que ocupan el primer lugar como causa de muerte en México y del gasto público) es evidente la necesidad de fuentes de alimentación que, además de brindar alta calidad nutricional, ofrezcan beneficios adicionales a la salud. El presente proyecto pretende establecer los mecanismos y procesos para que el sector productivo de amaranto logre abastecer la demanda de programas municipales en Huayacocotla, Veracruz, para así mejorar las condiciones nutricionales de la población en condiciones de pobreza extrema; se buscará el desarrollo organizacional de los productores rurales y mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo de amaranto como una alternativa viable en zonas con potencial medio, aunado a ello generar empleo y autoempleo para fomentar productividades dentro de la misma demarcación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Municipio de Huayacocotla, del náhuatl Hueyi; grande, Coautli; Coawitl; árbol, Tla; es la partícula abundancia. “Lugar de los grandes ocotes”; se encuentra ubicado en la zona norte del estado de Veracruz, en las coordenadas 20º 32´ de latitud norte y los 98º 29´ de longitud Oeste, a una altura de 2,140 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte con Ilamatlán y Zontecomatlán; al este con Texcatepec y Zacualpan; al Sur y Oeste con el estado de Hidalgo. Su distancia aproximada al Noroeste de la capital del estado por carretera es de 195 Km. Tiene una extensión de 515.62 Km^2, cifra que representa el 0.72 por ciento del total del estado, Se encuentra regado por pequeños ríos que son tributarios del río Calabozo, que a su vez descarga sus aguas en el Moctezuma o Pánuco. Su clima es templado-húmedo con una temperatura promedio de 13.9ºC; su precipitación pluvial media anual es de 1,379.7 milímetros.

Establecimiento de parcelas. Para ello se consultó a diferentes comunidades dentro del municipio y cinco de ellas mostraron interés en participar en los ensayos: Ojo de Agua (2437 m.s.n.m), Teximalpa (2143 m.s.n.m), Carbonero Jacales (2600 m.s.n.m), Viborillas (2280 m.s.n.m) y Palo Bendito (2337 m.s.n.m). Todos ellos con tipo de suelo vertisol y cambisol.

Promoción del consumo. Para promover el consumo de amaranto se establecieron vínculos con las encargadas de los comedores escolares y se conformó una colección de recetarios de diferentes partes del país para diversificar las formas de preparación, como plántulas se recomienda con el caldo o agua de cocción, en cambio, cuando las plantas están maduras y hasta el inicio de la floración, se debe desecha el agua de cocción, exprimir, y posteriormente guisar o sazonados con manteca o aceite, cebolla y jitomate (Castro *et al*., 2011).

Una vez que el cultivo se logre establecer y se obtenga semilla, el gobierno municipal tiene prevista la compra de una máquina reventadora de tamaño mediano y obtener la capacitación necesaria para realizar la transformación del grano y preparación de alimentos conforme los recetarios y la selección de las presentaciones acordes al gusto de la comunidad y a la infraestructura existente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la fecha se ha podido observar el comportamiento de las etapas iniciales de desarrollo del cultivo en cuatro sitios con diferentes fechas de siembra (FS).

FS1: Se llevó el monitoreo del cultivo de amaranto a los 20 días después de la siembra, en donde se observó notablemente el crecimiento de las plantas en el fondo del surco con una altura aproximadamente de 3 cm sin presencia de hojas verdaderas. Los métodos de siembra tuvieron como consecuencias algunas diferencias en la disposición de la emergencia de las semillas. En donde se tapó la semilla con una rama, las plántulas están más grandes y mejor distribuidas, en cambio donde se tapó con la biga, las plántulas están más juntas teniendo más competencia entre ellas. En cuanto a las malezas, representan un fuerte problema en el cultivo pues éstas se encuentran en el mismo estrato que el amaranto, por lo que se recomendó a los productores realizar el deshierbe en el lomo del surco mientras el cultivo adquiere una altura mayor a las arvenses. Proceder con el raleo de la planta de amaranto y deshierbe del fondo del surco a los 30 días después de la siembra.

FS2: Se llevó a cabo la siembra de amaranto al voleo (chorrillo en línea). La sembradora fue elaborada con una botella de 600mL. Con diferentes orificios en la base de la botella, sujetada con un mango de madera con una longitud de 1m de largo para su correcta función. La superficie a sembrar fue

de 0.34 ha, con una separación entre surco y surco de 80 cm, con un largo 50 m. Teniendo una densidad de plantación de 42,812 plantas aproximada, considerando siembra por mateado. En la cuestión climatológica se registraron temperaturas de 18°C con extensa nubosidad lo que conllevó a una humedad relativa que, aunada a una precipitación de aproximadamente 8m, permitió concluir satisfactoriamente la siembra.

FS3: Durante la segunda verificación se observó una germinación del 70% del cual puede notarse usualmente plántulas de color rojizo sobre el tallo y envés de la hoja dicotiledónea. Se observa también que hay arvenses de la misma altura que la plántula de amaranto, optando así por la revisión constante del cultivo puesto que las condiciones climáticas son idóneas para el mejor desarrollo de malezas. Se notifica que en la cuestión climática se presentaron lluvias constantes y una temperatura de 18°-21°C.

FS4: Durante la inspección de campo se observaron plántulas de excelente calidad, teniendo una estatura aproximada de 10 a 15 cm a los 30 días después de la siembra, con una coloración rojiza en el cuerpo de la planta. Se recomendó el aclareo de plantas y posteriormente la limpia entre camellones. Por otro lado, se ha logrado el acercamiento con las cocinas escolares de nivel básico de las comunidades de Ojo de Agua, Palo Bendito, La Loma los Tanques, Carbonero Jacales, Corral Viejo, Cruz de Ataque, Loma de Yeguas, Teximalpa, Las Blancas y Agua Bendita para llevar a cabo la elaboración de platillos con hojas de amaranto cosechadas en las parcelas. También se ha observado que hay interés en ampliar la superficie de cosecha en el próximo ciclo de cultivo, y la Dirección de Fomento Agropecuario del municipio está haciendo las gestiones necesarias para contar con semilla y capacitación.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

A la fecha, se observa una actitud colaborativa de las comunidades interesadas, han sido receptivas a la capacitación y recomendaciones de los técnicos. Las revisiones constantes de los cultivos permiten la integración de una guía para el cultivo de amaranto en estas comunidades, que puede ser replicado en el resto del municipio.

REFERENCIAS

Aragón, G.A. y Tapia, R. A.M. (2009) Amaranto Orgánico. Métodos alternativos para el control de plagas y enfermedades. Puebla, México. BUAP-Alternativas y procesos de participación social A. C. 63 p.

Balasubramaniam, T., & Karthikeyan, M. (2016). Therapeutic effect of *Amaranthus hybridus* on Diabetic Nephropathy. J. Develop. Drugs 5(1):147. doi:10.4172/2329-6631.1000147

Barrales, D.J.S., Barrales, B.E. y Barrales, B.E. (2010) Amaranto. Recomendaciones para su producción. México DF, México. Plaza y Valdés Editores, 166 p.

Barros-Rodríguez, M., Oña-Rodríguez, J., Mera-Andrade, R., Artieda-Rojas, J., Curay-Quispe, S., Avilés-Esquivel, D., Solorio-Sánchez, C. & Guishca-Cunuhay, C. (2017). Degradación Ruminal de Dietas a Base de Biomasa Pos-cosecha de *Amaranthus cruentus*: Efecto sobre los Protozoos del Rumen y Producción de Gas in vitro. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 28(4): 812-821.

Cáceres, D., Morán, H., Robles, M., Baginsky, C. y Sáenz, C. (2017) Amaranto: un cultivo potencial como fuente de compuestos bioactivos en la industria de los alimentos). La alimentación Latinoamericana. Año L (333): 66-71.

Castro, L.D., Bye, B.R. y Mera, O. L.M. (2011) Recetario de quelites de la zona centro y sur de México. México D.F., México. Universidad Nacional Autónoma de México. 64 p.

García, P.J., Alejandre, I.G., Valdés, L.C. y Medrano, R.H. (2010) El amaranto, investigación agronómica en el norte de México. Durango, México. Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana.

López-Mejía, O. A., López-Malo, A., & Palou, E. (2014). Antioxidant capacity of extracts from amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) seeds or leaves. Industrial Crops and Products, 53: 55-59.

Morales de León, J.C., H. Bourges y Norma Vázquez Mata. Enero/febrero 2013. La composición nutrimental de los quelites. Cuadernos de Nutrición Vol. 36 No. 1 pp. 30-26.

Morán, B.S.H., Ramírez, R.G., Argumedo, M.A., Del Villar, Z.M. y Noll, P. (2016) Amaranth: the rescue of an ancient seed for nutrition and social protection. Memoria electrónica de la International Conference on Urban & Regional Resilience. Empowering local communities for local action. Ciudad Universitaria, UNAM, México DF.

PONENCIAS MAGISTRALES

GRUPO DE ENLACE PARA LA PROMOCIÓN DEL AMARANTO EN MÉXICO

FOOD AND ECONOMIC IMPORTANCE OF AMARANTH FOR AREAS WITH HIGH DROUGHT CASES IN KENYA

Mashua Leyian Elvis

P.O Box 48, Loitokitok. eleyian@gmail.com

PONENCIA MAGISTRAL
País: Kenya
Palabras clave: Grain Amaranth, Nutrition, utilization, Food security, Leafy vegetables.

INTRODUCTION

African leafy vegetables are increasingly recognized as possible contributors of both micronutrients and bioactive compounds to the diets of populations in Africa (Smith and Eyzaguirre 2007). The continent is rich of vegetable species including amaranths which are among the most popular leafy vegetables on the continent (Maundu et al. 2009). Amaranths consist of 60–70 species (Xu and Sun 2001) and include at least 17 species with edible leaves and three grain amaranths grown for their seeds (Grubben and Denton 2004). Although several species are often considered weeds, people around the world value amaranths as leafy vegetables, cereals and ornamentals (Trucco and Tranel 2011).

Most of the amaranth species are harvested in the wild as food resource. Only a few are grown and are among the leafy types most common in markets in tropical Africa. Amaranths can also be grown for their seeds. This is the case of some introduced varieties of American origin (Wu et al. 2000). Grain amaranth is not commonly cultivated in Africa (Grubben and Denton 2004). However, a few farmers have taken the growing of grain amaranth more seriously and are supplying millers and supermarkets in Zimbabwe, Kenya, Uganda and Ethiopia. Since about 1980, Amaranthus has been rediscovered as a promising food crop mainly due to its resistance to heat, drought, diseases and pests, and the high nutritional value of both seeds and leaves (Wu et al. 2000).

Grain Amaranth was cultivated in Mexico in a place called Inca purposely to cover the deserts. It was imported to Kenya through the support of Agricultural Research Institute in the legal notice number 287 of 19/7/91. It grows mostly in temperate and topical regions and can produce 40000 to 60000 tiny seeds per plant. There about 60 species of Amaranthus crop which are cultivated as leave vegetable, cereals, and for ornamental purposes while others occur naturally as weeds (Reiley, 1993).

Amaranth grain has high protein, as well as a high fat content; there is the potential to use it as an energy food. The balance of carbohydrates, fats, and protein, allow amaranth the opportunity to achieve a balanced nutrient uptake with lower amounts of consumption than with other cereals (Morales et al. 1988). A number of formulations of nutritious foods have been developed and nutritional qualities of raw and processed amaranth have been reported in literature.

The amaranth seed is becoming a versatile cash crop in Eastern Africa and could provide a good source of income for underprivileged families (Ibid). It has proved to be a breakthrough in the fight against food insecurity. The challenge remains to incorporate it in the list of Kenyan staple foods. Amaranth grain is 90% digestible and because of its ease of digestion it has traditionally been given to those recovering from illness or fasting period (Ibid). The nutritional value of amaranth and environmental adaptability creates an excellent potential for the crop to positively impact on thousands of poor farmers who rely on staple crops that are often neither resilient nor nutritious. This report provides information about the food and economic importance of grain amaranth for areas with high drought cases in Kenya.

MATERIALS AND METHODS

This study was carried out in the semi-arid areas of Kajiado County in Kenya. Data was collected from Loitokitok and Isinya Sub Counties. Kajiado County (21901 km^2, 36° 5 E-37° 55E, 10° 10 S-30° 10 S), located in the southern section of the Eastern Great Rift Valley in Kenya, encompasses the Athi-Kaputiei ecosystem (2,200 km 2) within its northern half, the Greater Amboseli Ecosystem (7730.32 km^2) to the east and the Western Kajiado ecosystem (11388.54 km^2) to the west (Fig. 1). Rainfall follows the seasonal movements of the Inter Tropical Convergence Zone (ITCZ) resulting in two rainfall seasons, The County is semi-arid and experiences temperature ranges of between 20 – 3O°C and 500mm to 1,250mm per annum of rainfall. It enjoys two wet seasons, the 'short rains' between October and December and the 'long rains' between March and May. Food is mainly produced through small-scale rain-fed mixed farming in Loitokitok and pastoralism in Isinya. The main methods of data collection were the use of questionnaires, interview schedules and observation. A total of 114 farmers were interviewed, 43 pastoralists from Isinya and 312 mixed farmers from Loitokitok. Relevant literature was obtained from libraries and Kajiado County documentation centre to supplement information obtained from the field. A stastical packages for social sciences (SPSS Version 23.0) was used employed for data analysis

RESULTS AND DISCUSSIONS

Amaranth grain is considered to have a unique composition of protein, carbohydrates, and lipids; thus it can provide a balanced nutrient uptake with lower amounts of consumption when compared to cereals (Bressani, 1989). In previous research, amaranth grains were found to contain about 15% of protein and 60% of starch with good amino acid profile that makes it a balanced protein source (Becker et al.1989)

Vitamin contents for the amaranth grain flour were also established**.** Water soluble vitamins, ascorbic acid, pyridoxine, thiamine and riboflavin, were assessed. There was a significant ($p \leq 0.05$) reduction during processing on the concentration of the water soluble vitamins analyzed, which is likely to affect the nutritional value of the product.

Amaranth grain product is rich in protein 16.7%, with high levels of lysine, a nutritionally critical amino acid, ranging from 0.7 to 0.8% of the total protein content (Robertson and Lupien, 2008)**.** Other essential amino acids identified were: histidine, threonine, valine, leucine, isoleucine and phenylalanine. The limiting amino acid is usually reported to be leucine although some reports indicate that threonine actually may be the amino acid which is more biologically limiting than leucine (Chavez, 2000). A comparison was done for the amaranth grain product with the recommended dietary intake for infants.

Grain amaranth has higher protein (12 to 18%) than cereal grains and has a significantly higher lysine content, which makes it particularly attractive for use as a blending food to increase the biological value of processed foods (Colmenares and Bressani, 1990). Furthermore, the presence of high levels of unsaturated fatty acids (oleic and linoleic) plus the high protein content makes it a nutritionally balanced grain. Amino acid content of complementary food is a particular relevant issue in infant feeding due to Protein-Energy Malnutrition (PEM), which is a major contributory factor to the high infant mortality rate in most developing countries (WHO, 2002).

Thus, as it can be show from the Table 1, there opportunities that can exploited in order to benefit farmers in grain amaranth cultivation. When the opportunities are exploited grain amaranth is capable of revolutionizing the small scale farmers through development. Overwhelming majority, 94% indicated that grain amaranth contributes to house hold food security because it is used as alternative source of food by the families. The grain matures grows fast, its highly productive and can with stand relatively dry

conditions therefore the crop can be cultivated during the short rains in relatively dry areas (Meyers and Putman 1988). Grain amaranth has an advantage over other crops which take long to mature and are not drought resistant.

The respondent also agreed that amaranth contributes to the family's income but in different ways. Approximately 76.4% of respondents claimed that grain amaranth generates an income for the family from its sales. The study showed that 47% of the farmers indicated grain amaranth contributed to income generation for the families in terms of job creation for those cultivating amaranth for sale. The farmers were of the opinion that this can be enhanced by engaging in value addition activities therefore turning grain amaranth cultivation into an agribusiness. Grain amaranth has a potential of creating wealth for the rural community therefore reducing Levels of poverty and propelling development. (Poverty Eradication commission 2007).

A simple majority 15.7 % of the farmers indicated that Grain amaranth contributes indirectly to income generation as an animal feed. The respondent indicated that they fed their animals with grain amaranth stalks after harvest. This is an indication that there is nothing that is wasted from the amaranth crop.

CONCLUSIONS

These findings can therefore be used to promote amaranth grain production in resource poor areas of Kenya. The grain, with its drought resistant characteristics has the potential of fighting food insecurity in arid and semi-arid area which can increase the food output and combat infant malnutrition as a complementary food. In addition, grain amaranth production has the potential to improve the income of small scale farmers hence capable of supporting their daily needs.

In spite of the important level of knowledge on the nutritional value of vegetable amaranths, much still remains to be done. First, the nutrient composition of local species and varieties and its variations with respect to the environment and cultivation practices, especially fertilization have to be deeply investigated to determine most interesting species and practices that enhance both yields and nutritional value of these vegetables. Second, processing has an effect on nutrient contents and bioavailability. Thus, there is a need to assess the impact of processing and cooking methods commonly used in Africa on the nutritional value of species so as to suggest adequate combinations of foods including amaranths. Addressing these issues will contribute to raising awareness on vegetable amaranths health benefits and increase their utilization and consumption.

A crucial step in the promotion of amaranths is the production and supply of quality seeds. Seeds represent an important factor in food production, and their quality determines the performance of a crop. Overall, the seed supply system is still weak for many major crops and worse for neglected and under-utilized species including amaranths crops. This situation calls for the development of local seed programmes including commercial seed supply by small-scale seed enterprises, and community- based seed supply systems that will ensure production and marketing of quality seed. In this regards, national seed services and research institutions should collaborate to ensure quality control and variety release and utilization. They should also to

Table I: Opportunities for cultivating amaranth

Aspect	Opportunities
Contribution to food security in the household	As a source of food amaranth is consumed by the family members
	Improves nutrition and health especially for the young, old and the sick
Contributes to income Generation	Generates finances from its sales
	Creates employment
	Used as Animal feed

attend to the safeguarding of farmers rights related to the sustainable use of plant genetic resources as provided by the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture.

There is need for clear policy on commercialization of grain amaranth sub sector. Currently, the crop is being cultivated in very low levels and by very few farmers. The sub sector should be supported through a concerted effort by the key stakeholders; the farmer, the ministry of Agriculture, the large companies that process the grain, cooperative societies. The stakeholders should complement each other instead of duplication of activities

REFFERENCES

Becker R, Wheeler EL, Lorenz K, Stafford AE, Grosjean OK, Betschart AA and RM Saunders A. 1981. Compositional study of amaranth grain, Journal of Food Science, 46: 1175–1180.

Chavez-Jáuregui RN, Silva ME and JA Arêas. 2000. Extrusion cooking process for amaranth (*Amaranthus caudatus* L.), Journal of Food Science, 65: 1109-1015.

Colmenares RA S and R Bressani. 1990. Effect of Germination on the Chemical Composition and Nutritive Value of Amaranth Grain. April 13, Cereal Chemistry, 67: 19-52.

Danz RA and JR Lupton. 1992. Physiological effects of dietary amaranth (Amaranthus cruentus) on rats, Cereal Food World, 37: 489–494.

FAO/WHO (2002). Thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, pantothenic acid and biotin. In: Human Vitamin and Mineral Requirements, Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, FAO, Rome, 3: 27-30.

Lehman JW, Putnam DH and AA Qureshi. 1994. Vitamin E isomers ingrain amaranths (*Amaranthus* spp.) Lipids, 29: 177–181.

Morales E, Lembcke J and B Graham (1988). Nutritional Value for Young Children of Grain Amaranth and Maize-Amaranth Mixtures Effect of Processing, Journal of Nutrition, 118: 78-85.

Rinderle SJ, Goldstein IJ, Matta KL and RM Ratkliffe. 1989. Isolation and characterization of amaranthin, a lectin present in the seeds of *Amaranthus caudatus*, that recognizes the T-(cryptic T)-antigen, Journal of Biology and Chemistry, 264: 16123–16131.

Robertson GL and JR Lupien (2008). Using Food Science and Technology to Improve Nutrition and Promote National Development - Efforts to Promote Amaranth Production and Consumption in Uganda to Fight Malnutrition. International Union of Food Science & Technology, Sustainable Rural Livelihood Program, Volunteer Efforts for Development Concerns, 8.

Rose DA. 1982. Nutrient deficiencies in naturally occurring foods, In: E F Jellife, D B Jellife (Eds). Adverse Effects of Foods Plenum, New York, 6: 407-426.

Sánchez, A D. (1983). cultivos olvidados de importancia agroindustrial: el amaranto y la quinua. Arch Latinoamer Nutr, 33: 11–322.

Teutonica RA and D Knorr Amaranth. 1985. Composition, Properties, and Applications of a Rediscovered Food Crop, Food Tech. 39:49-61.

PROPIEDADES NUTRITIVAS Y NUTRACÉUTICAS DE LA SEMILLA DE AMARANTO

Barba de la Rosa A. P.

[1]Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a Sección, C.P. 78216, San Luis Potosí, México. E:mail: apbarba@ipicyt.edu.mx

PONENCIA MAGISTRAL
País: Kenya
Palabras clave: Grain Amaranth, Nutrition, utilization, Food security, Leafy vegetables.

INTRODUCCIÓN

El interés por mejorar la producción de alimentos seguirá en aumento, no sólo para lograr la Seguridad Alimentaria y satisfacer el hambre, pero en la generación de cultivares que se adapten a las condiciones ambientales originados por los cambios climáticos globales (sequía, salinidad en suelos, altas temperaturas). Aún más importante, debido a las enfermedades metabólicas emergentes como la obesidad, denominada como la Pandemia del Siglo XXI, la producción de alimentos se deberá enfocar en la producción de alimentos que más que nutrir aporten un beneficio a la salud. De aquí que el bienestar de las generaciones futuras dependerá de la producción de alimentos nutritivos y que contengan compuestos bioactivos que aporten un beneficio a la salud del consumidor. El amaranto es una planta subutilizada que además de ser una planta tolerante a diferentes condiciones ambientales, produce semillas que son fuente rica de proteínas de excelente calidad, así como de fitoquímicos, minerales y vitaminas, siendo potencialmente una cosecha que puede satisfacer la demanda de alimentos de alta calidad por lo que ha llamado la atención en todo el mundo denominándose como la cosecha del nuevo milenio.[1]

HISTORIA DEL AMARANTO

Existen evidencias arqueológicas que indican que la domesticación del amaranto data desde hace 8000 años. El amaranto era considerado un cultivo básico por las civilizaciones Mayas; los Aztecas lo llamaban *huautli* (inmortal) y elaboraban masas de amaranto y miel de maguey que llamaban *tzoalli* (alegría) con la que elaboraban figurillas de sus deidades que utilizaban en diferentes ceremonias.[2] A la llegada de los españoles su cultivo fue casi fue extinguido permaneciendo solo en pequeñas parcelas para consumo familiar[3] Después de la conquista, el huautli fue descrito y clasificado taxonómicamente por Carlos Linneo dentro del género *Amaranthus*, asociado con la palabra griega "*Amaranth*" que significa eterno o no marchitable.[4]

En los años 70´s la Academia Nacional de Ciencias declaró que el amaranto podría tener alto potencial para la explotación comercial debido a su calidad superior de proteínas (15-18%) que los cereales (7-14%). Pero además, las proteínas de amaranto presentan una composición de amino ácidos esenciales cercano al óptimo balance requerido para la dieta humana.[3] En este nuevo siglo, el amaranto ha tomado un gran

interés debido al reporte que dentro de sus proteínas se encuentran encriptados péptidos con diferentes funciones biológicas entre las que destacan sus propiedades antihipertensivas, cáncer-preventivas y antidiabéticas.[5] Además de las proteínas, la semilla de amaranto contiene fitoquímicos como quercetin y rutina,[6] considerados como potentes antioxidantes, además el amaranto es considerado como la mejor fuente vegetal para la extracción de escualeno. Por lo tanto, se ha intensificado el estudio en amaranto, así como el interés por su consumo. A continuación, se describirán brevemente las propiedades biológicas de las proteínas de amaranto que han sido reportados.

Proteínas de amaranto:

Las proteínas en granos son clasificadas de acuerdo su solubilidad, de igual manera las proteínas de amaranto fueron clasificadas mostrando una distribución única en comparación con cereales y leguminosas.[7] La fracción soluble en agua (albúminas) junto con la fracción soluble en soluciones salinas, las globulinas, representan del 30 al 40% del total de proteínas en semilla. En albúminas se encuentran las proteínas de bajo peso molecular ricas en metionina, así como los inhibidores de la alfa amilasa y de la tripsina.[8] En la fracción globulinas es donde se ha predicho contener la mayor cantidad de péptidos con actividad antihipertensiva.[5]

La fracción prolaminas (proteína mayoritaria del gluten de trigo), es la fracción responsable de la alergenicidad y causal de la toxicidad o enfermedad celiaca. En amaranto, esta fracción representa tan solo del 0.7 al 1.3%,[7] por lo tanto, es considerado un alimento funcional libre de gluten y seguro para preparación de alimentos dirigidos a personas sensibles al trigo.

La fracción glutelinas, es la segunda fracción mayoritaria en amaranto, pero a diferencia de cereales, su perfil de proteínas se asemeja al de la fracción globulinas por lo que se ha reportado que las glutelinas de amaranto son un grupo de globulinas en un estado mayor de agregación.[7]

Péptidos encriptados en proteínas de amaranto

Los péptidos bioactivos son secuencias de amino ácidos en las proteínas de los alimentos. El procesamiento térmico, la fermentación entre otros procesos, pueden liberar parcialmente estos péptidos y durante la digestión en el tracto gastrointestinal por las enzimas digestivas o acción de la microbiota son liberados y absorbidos llegando a los tejidos blanco donde llevan a cabo su acción biológica.[9]

Del primer estudio realizado "*in silico*" empleado 36 secuencias de proteínas de amaranto depositadas en las bases de datos (www.ncbi.nlm.nih.gov) se obtuvo un total de 1573 péptidos activos con 39 diferentes actividades.[5] Los péptidos con función antihipertensiva son los de mayor frecuencia en la fracción globulinas y por lo tanto fueron los primeros péptidos en ser caracterizados por varios grupos.

a) Péptidos con actividad antihipertensiva

Un acercamiento farmacológico para el tratamiento de la hipertensión es el uso de los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (ECA). ECA cataliza la formación de angiotensina II a partir de la angiotensina I y es parte del sistema renina-angiotensina-aldosterona, el cual regula la presión sanguínea. La angiotensina II es un potente vasoconstrictor, de aquí que las moléculas que inhiban la actividad de ECA son agentes antihipertensivos.
Las proteínas de amaranto, al ser digeridas empleando un sistema que simula la digestión gastrointestinal, libera dipéptidos con las secuencias YP y los tripéptidos LLPP, LRP, y VPP.[10] Se ha demostrado que estos tripéptidos tienen actividad inhibitoria de la ECA. También se detectó en amaranto el tripéptido IKP,[10] reportado como uno de los péptidos inhibitorios más potentes de la actividad de la ECA.[11,12]

b) Péptidos con propiedades cáncer-preventivo

La presencia del péptido tipo-lunasin detectado en semillas de amaranto cambió la imagen del amaranto como alimento nutritivo a verlo como un alimento funcional, más que nutrir presenta beneficios a la salud.

El péptido lunasin, fue descubierto por primera vez en soya y sus propiedades cáncer-preventivas están ampliamente estudiadas. El péptido lunasin fue detectado en amaranto y demostrando que este péptido es capaz de alcanzar el núcleo de las células donde ejerce su efecto protector contra la transformación celular.[13]

c) Péptidos con actividad inhibitoria de la DPPIV

Contrario a la fracción globulinas, la fracción glutelinas de amaranto presenta una mayor frecuencia de péptidos inhibidores de proteasas, específicamente inhibidores de la dipeptidil peptidase IV (DPPVI). La DPPIV es una enzima que actúa sobre las incretinas, hormonas involucradas en la secreción

de insulina, y blanco terapéutico para el tratamiento de la diabetes. Los péptidos de amaranto fueron analizados *in vitro* mostrando que son capaces de inhibir hasta el 60% de la actividad de la DPPIV.[14]

Efectos benéficos del consumo de amaranto empleando modelos *in vivo*.

Debido a la importancia de la inhibición de la enzima DPPIV en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 y la información de la capacidad de los péptidos de amaranto de inhibir esta enzima *in vitro*, fue de gran interés realizar estudios *in vivo*. Empleando el modelo de ratas hiperglicémicas, se observó que el consumo de amaranto ejerció un efecto en la disminución de la actividad de la DPPIV en sangre, además el amaranto indujo la acumulación de proteína con propiedades antioxidantes en plasma, la paraoxonase/arilesterasa.[15] En un modelo de ratón con obesidad inducida por dieta, se observó una disminución en los triglicéridos en sangre en el grupo que consumió amaranto. También se observó que el consumo de amaranto fue capaz de la disminución de la expresión del factor de necrosis tumoral-a (Tnf-a) y Resistina, lo cual sugiere una inhibición en el estado inflamatorio. La modulación de las hormonas Lipoproteína lipasa (Lpl), Leptina (Lep) y la enzima Ácido Grasa Sintasa (Fasn) podrían ser nuevos mecanismos de acción por los cuales el amaranto ejerce su función benéfica a la salud.[16]

CONCLUSIONES

Los efectos benéficos a la salud del amaranto han sido demostrados *in vitro* mediante su potencial de inhibición de enzimas ECA y DPPIV, relacionados con la hipertensión y diabetes, respectivamente. *In vivo*, empleando modelos de ratas y ratones se ha observado la mejora del estado metabólico de los animales a través de la reducción de triglicéridos, la acumulación de proteínas antioxidantes en sangre, así como la modulación de hormonas relacionadas con el estado metabólico, por lo cual este podría ser un novedoso mecanismo por el cual el amaranto ejerce su función benéfica al consumidor.

A pesar de los grandes beneficios que ofrece el amaranto como alimento nutritivo y alimento funcional, aún es una cosecha subutilizada. Aún existe mucho trabajo por realizar, para llegar a restablecer su cultivo y darle la importancia que tenía en tiempos prehispánicos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo proyecto Problemas Nacionales-CONACYT con clave 248415.

REFERENCIAS

1. Rastogi A, Shukla S. 2012. Amaranth: A New millennium crop of nutraceutical values. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 53:109-125.

2. Morán-Bañuelos SH, Cortés-Espinoza L, Espitia-Rangel E, Sangerman-Jarquín DM. 2012. *Tzoalli*, from body of gods to “alegría” of mortals. In: Espitia-Rangel E. (ed). Amaranto: Ciencia y Tecnología. Libro Científico No. 2. INIFAP/SINAREFI. México, pp. Chapter II pp. 15-27.

3. Morales-Guerrero JC, Vázquez-Mata N, Bressani-Castignoli R. 2009. El amaranto. Características físicas, químicas, toxicológicas y funcionales y aporte nutricio. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, México, D.F.

4. Costea M, Tardif FJ. 2003. The name of the Amaranth: histories of meaning. Sida 20:1073-1083.

5. Silva-Sánchez C, Barba de la Rosa AP, León-Galván MF, deLumen BO, De León-Rodríguez A, González de Mejía E. 2008. Bioactive peptides in amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) seed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56:1233-1240.

6. Barba de la Rosa AP, Fomsgaard IS, Laursen B, Mortensen AG, Olvera-Martínez JL, Silva-Sánchez C, Mendoza-Herrera A, De León-Rodríguez A, González-Castañeda J. 2009. Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) as an alternative crop for sustainable food production: Phenolic acids and flavonoids with potential impact on its nutraceutical quality. *Journal of Cereal Science* 49:117-121.

7. Barba de la Rosa, AP, Gueguen J, Paredes-López O, Viroben G. 1992. Fractionation procedures, electrophoretic characterization, and amino acid composition of amaranth seed proteins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40:931-936.

8. Segura-Nieto M, Barba de la Rosa AP, Paredes-López O. 1994. Biochemistry of amaranth proteins. In: Amaranth: Biology, chemistry and technology. CRC Press, NY.

9. Möller NP, Scholz-Ahrens KE, Roos N, Schrezenmeir J. 2008. Bioactive peptides and proteins from foods: indication for health effects. *European Journal of Nutrition* 47:171-182.

10. Barba de la Rosa AP, Barba-Montoya A, Martínez-Cuevas P, Hernández-Ledesma B, León-Galván MF, De León-Rodríguez A, González C. 2010. Tryptic amarnath glutelin digests induce endotelial nitric oxide production through inhibiton of ACE: Antihypertensive role of amaranth peptides. *Nitric Oxide* 23:106-111.

11. Seppo T, Jauhiainen T, Poussa R, Korpela A. 2003. Fermented milk high in bioactive peptides has a blood pressure-lowering effect in hypertensive subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition* 77:326–330.

12. Hong F, Ming L, Yi S, Zhanxia L, Yongquan W, Chi L. 2008. The antihypertensive effect of peptides: a novel alternative drugs?. *Peptides* 29:1062–1071.

13. Maldonado-Cervantes E, Jeong HJ, León-Galván F, Barrera-Pacheco A, De León-Rodríguez A, González de Mejia E, deLumen BO, Barba de la Rosa AP. 2010. Amaranth lunasin-like peptide internalizes into the cell nucleus and inhibits chemical carcinogen-induced transformation of NIH-3T3 cells. *Peptides* 31:1635-1642.

14. Velarde-Salcedo AJ, Barrera-Pacheco A, Lara-González S, Montero-Morán GM, Díaz-Gois A, González de Mejia E, Barba de la Rosa AP. 2013. In vitro inhibition of dipeptidyl peptidase IV by peptides derived from the hydrolysis of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) proteins. *Food Chemistry* 136:758-764.

15. Velarde-Salcedo AJ, Regalado-Rentería E, Velarde-Salcedo R, Juárez-Flores BI, Barrera-Pacheco A, González de Mejía E, Barba de la Rosa AP. 2017. Consumption of amaranth induces the accumulation of the antioxiant protein paraoxonase/arylesteresae 1 and modulates dipeptiyl peptidase IV activity in plasma of streptozotocina-induced hiperglicemic rats. Journal of Nutrigenetics and Nutrigenomics. 10, 181-193.

16. Escobedo-Moratilla A, Velarde-Salcedo AJ, Magaña-Hernández CV, Barrera-Pacheco A, Espitia-Rangel E, Herrera-Estrella A, Barba de la Rosa AP. 2017. Amaranth protein improves lipid profile and insulin resistance in a diet-induced obese mice model. Journal of Food and Nutrition Research. 5, 914-924.

EL AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L.) EN BOLIVIA

Fuentes Fernández W. [1] y Calle Cruz C.[1]

[1]Fundación para la Promoción e Investigación De Productos Andinos (PROINPA)
Sucre, Bolivia. Calle Perú N° 100 Correo-e: w.fuentes17771@gmail.com

PONENCIA MAGISTRAL
País: Perú
Palabras clave: recursos genéticos, producción, transformación, comercialización.

INTRODUCCIÓN

El amaranto una especie originaria de Centro y Sud América, ha sido cultivada desde hace miles de años atrás en estas regiones, ricas en diversidad genética en cuanto a plantas se refiere. En Bolivia esta especie fue catalogada como una especie olvidada y/o subutilizada; en la última década ha crecido la tendencia a revalorizar su uso y por ende a promover su cultivo, esto ha llevado a constituirse en un cultivo alternativo de importancia para el país, desde el punto de vista nutricional, social y económico.

Es un cultivo que cuenta con una proteína de excelente calidad –hasta un 18%-, que, entre los vegetales de su tipo, contiene todos los aminoácidos esenciales como la leucina, lisina, valina, metionina, fenilalanina, treonina e isoleucina. Por ello el amaranto es un complemento nutricional óptimo y balanceado en comparación con los cereales convencionales. El conocimiento de su alto valor nutricional ha causado en las familias un cambio de actitud y práctica en la diversificación de la dieta diaria destinada los niños.

Desde el punto de vista social, es un cultivo que, durante sus distintas fases de su ciclo, participan todos los miembros de la familia, y en particular la mujer, estudios realizados por Ortega (2018), menciona que las actividades que se desarrollan para el cultivo de amaranto, han sido muy bien acogidas por las mujeres, siendo las actividades de siembra, raleo y cosecha, mayormente realizadas por mujeres. La demanda de mano de obra femenina para estas labores, nos muestra su efecto en la generación de empleo.

En lo económico, el amaranto constituye una alternativa de ingresos económicos para las familias de pequeños productores de la zona interandina, la gestión 2017, la producción de amaranto por hectárea, generó un ingreso neto promedio de 400 a 600 dólares, lo que sin duda para los pequeños productores es un ingreso significativo, que motiva a que muchos opten por cultivar amaranto, incluyéndolo dentro su sistema productivo y sus ciclos de rotación de cultivos.

En los últimos años se ha venido promoviendo iniciativas para respaldar una mayor producción, las principales fuerzas que impulsan este desarrollo es la creciente demanda interna desde instancias estatales a través de los requerimientos para la lactancia materna y el desayuno escolar en varios municipios, además

de la demanda de empresas transformadoras y exportadoras sobre todo orientado a un mercado orgánico. Esto también ha generado mayor interés por el cultivo en los productores de modo de tener ganancias aceptables y sostenibles, constituyéndose en una importante alternativa en los sistemas productivos de la región de los Valles Interandinos de Bolivia.

Breve historia del amaranto en Bolivia

El amaranto, llamado también "Millmi" o "Cuimi" en diferentes regiones de Bolivia, fue uno de los productos privilegiados del Tahuantinsuyo y se constituyó en uno de los alimentos más consumidos por los incas, debido a su gran poder alimenticio y llegó a ser importante alimento, principalmente, para la realeza y el ejército de esa civilización (Kietz 1992). Si bien el amaranto fue considerado importante como alimento, también lo fue como planta ceremonial, existen especies de inflorescencia de coloración roja, las cuales, por su contenido de antocianina, se las preparaba y consumía como bebida, en ocasiones específicas.

La FAO, cita a Tellung (1914) y menciona que, a comienzos del siglo XX, el amaranto en Bolivia, publicó un informe de Spegazzini, indicando que "los indios Chiriguanos de Tarija en Bolivia cultivan un amaranto de semilla blanca, bajo el nombre de "grano inka". El botánico cusqueño Fortunato Herrera (1940) citado por FAO, menciona que la "kiwicha" se debe considerar como una nueva especie para la ciencia, diferente a *A. edulis*, y que es un cultivo de la época preinca cuya disminución habría ocurrido en años recientes. Cárdenas M. 1949 opina lo mismo respecto a la situación del cultivo en Bolivia.

Los estudios agronómicos de esta especie en el Perú se iniciaron en la Universidad del Cusco desde 1973, a cargo de Oscar Blanco y recibieron mayor impulso en la década del ochenta gracias a la dedicación de Luis Sumar, emprendiéndose una intensa campaña para su fomento en 1986. Es oportuno mencionar que en la campaña agrícola de 1979-80 se evaluó en los campos experimentales de la Universidad del Cusco, una colección de 18 ecotipos de amaranto, que fueron coleccionados por Mario Tapia en Tarija, Bolivia, y que probablemente están relacionados con la especie *A. edulis*. Estos nuevos ecotipos con un mayor potencial productivo de granos permitieron que se seleccionaran algunas líneas, posteriormente denominadas como variedades Oscar Blanco y Noel Vietmayer.

Desde épocas anteriores a la colonia los habitantes andinos siempre tuvieron un gran aprecio por el amaranto y predominó el sistema tradicional de producción. En las comunidades de los valles interandinos de Bolivia, los productores sembraban amaranto como bordura, especialmente para delimitar parcelas, algunos productores lo hacían en forma asociada con maíz; en estos sistemas de cultivo de amaranto prevalecía las mezclas varietales destacando así la diversidad genética de este

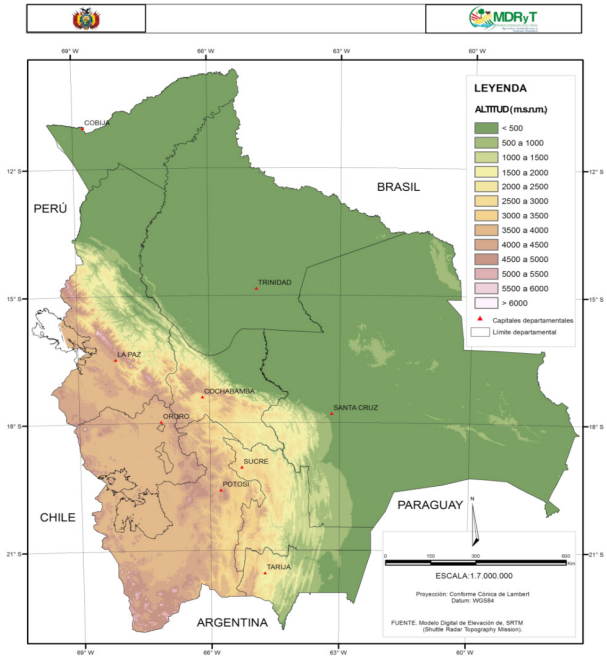


Figura 1. Los valles interandinos de Bolivia

cultivo. Pese a este manejo los usos tradicionales y su importancia nutricional no eran desconocidos ya que la poca producción era destinada al consumo de la familia, siendo el tostado, el pito (derivado del tostado y molido del grano) y la harina las principales formas de uso de ese entonces. El manejo del cultivo de amaranto, si bien se desarrolló desde varias generaciones atrás, al ser este de bordura o complemento no fue experimentado de manera general como cultivo solo y en extensiones comerciales.

De acuerdo a un levantamiento realizado en Chuquisaca a 195 productores de 13 municipios, se han identificado 14 formas de consumo del amaranto. Es importante resaltar esta diversidad de usos, ya que tomando en cuenta las cualidades nutricionales de este grano permite asegurar un consumo bajo estos diversos formatos. Sobresalen en estas formas el consumo del tostado, pito y pan, asimismo, también es utilizado como medicina para el tratamiento de torceduras, aspecto que fue mencionado por el 1% de los encuestados. Esto probablemente debido a su alto contenido de calcio (Calle *et al*, 2008).

A partir del año 1990 se inician los primeros trabajos de investigación realizados mayormente por las universidades, Estación Experimental de Pairumani y en el Ex - IBTA (Mujica A. 1997). Es a partir del año 2000 que la Fundación PROINPA, enfocada en el área de la investigación, y considerado al amaranto como un cultivo de alto valor nutritivo y potencial para el desarrollo de nuestro país, decide iniciar trabajos de investigación. Desde ese entonces con el apoyo de diferentes instituciones financieras como el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), ECOBONA y el Programa de Innovación Continua (PIC) de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), además de ICCO (organización Inter-Eclesiástica de Cooperación para el Desarrollo, Holanda); se han desarrollado diversos trabajos de investigación con expertos en el manejo de este cultivo, producto de este trabajo se han desarrollado las primeras 6 variedades mejoradas de amaranto en el país a partir de genotipos locales, con características diversas, como la precocidad, resistencia a plagas y enfermedades, buen rendimiento, entre otras; estrategias de manejo integrado del cultivo y de plagas y enfermedades; la mecanización de la poscosecha; la producción de semilla de categorías altas (básica, registrada y certificada); el manejo de la fertilidad de los suelos, entre otras.

Actualmente existen varias organizaciones agrupadas en torno a un espacio de concertación local denominado “Comité Impulsor del Amaranto (CIA CH)”, que se constituye en una instancia donde se articulan productores, instituciones públicas y privadas (ONGs, Fundaciones) de apoyo al desarrollo del amaranto como entidades marco de intervención en el rubro, que apuestan a promover una mayor competitividad de éste cultivo en el departamento de Chuquisaca y el País.

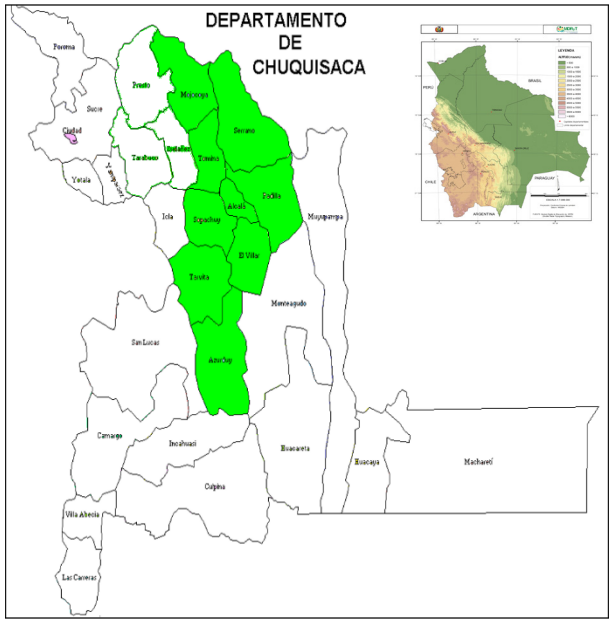


Figura 2. Zonas productoras en Chuquisaca

Diversidad y recursos genéticos

Los sistemas montañosos que conforman los **valles interandinos** de Bolivia, contienen espacios geográficos especiales con una diversidad de cultivos. Son estas características propias del territorio nacional las que permitieron el desarrollo de una importante diversidad y variabilidad genética de amaranto, tanto silvestre como cultivado.

Es en estas zonas donde los agricultores están cultivando variedades mejoradas y diversos ecotipos que manifiestan su diversidad de formas y colores de panoja desde erectas hasta decumbentes, variaciones en el color del grano, precocidad, contenido de proteína en granos, adaptación a diferentes tipos de suelos, fotoperiodo, temperaturas, rendimiento de grano, resistencia a plagas y enfermedades, contenidos de almidón, granos cristalinos y amiláceos, y otras características agronómicas, nutricionales e industriales.

Actualmente se dispone de un valioso germoplasma conservado en el Banco Nacional de Granos Alto andinos, dependiente del Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Forestal (INIAF), ubicado en el Centro Nacional de Innovación Toralapa, en el departamento de Cochabamba, en los que se mantienen viables más de 210 accesiones, en cámaras oscuras y frías, el estado de conservación es bueno, sin embargo la falta de recursos limitan acciones de regeneración y refrescamiento de estos materiales, razón por la que deben realizarse alianzas con otras entidades como las universidades para poder regenerar estos materiales en sus propios ecosistemas. Estos materiales están documentados en una plataforma virtual, y al cual se puede acceder a través del sistema de documentación GRIN – Global y puede ser visibilizado por todos los interesados.

Para Bolivia constituye una fortaleza esta variabilidad de material genético, ya que, a través de un uso y aprovechamiento sostenible, se pueden dar respuesta a los requerimientos de las nuevas tendencias de los mercados que cada vez buscan alimentos más saludables y de propiedades como las que tiene el amaranto.

Zonas de producción del cultivo de amaranto

Bolivia, junto a Perú, Ecuador y Argentina, son los principales productores de este grano en sud américa. La distribución geográfica del amaranto en Bolivia es más reducida en comparación a la quinua y la cañahua, pues según estudios realizados con la colección de germoplasma de Bolivia, la variabilidad de amaranto se distribuye desde los 17º 20’ hasta los 21º28’ de Latitud Sur, y desde los 64º 13’ hasta los 69º 09’ de Longitud Oeste. Su distribución altitudinal varía desde 1866 hasta 3050 m.s.n.m. La producción nacional según un estudio realizado por la CAINCO en 2015, muestra una producción total de 499 toneladas de amaranto. Cuya distribución está dada por 90% del sistema convencional (448 t) y 10% bajo certificación orgánica (51 t), producidas en una superficie de 488 hectáreas.

Las principales zonas de producción del amaranto en Bolivia son los valles interandinos o mesotérmicos de los departamentos de Chuquisaca,

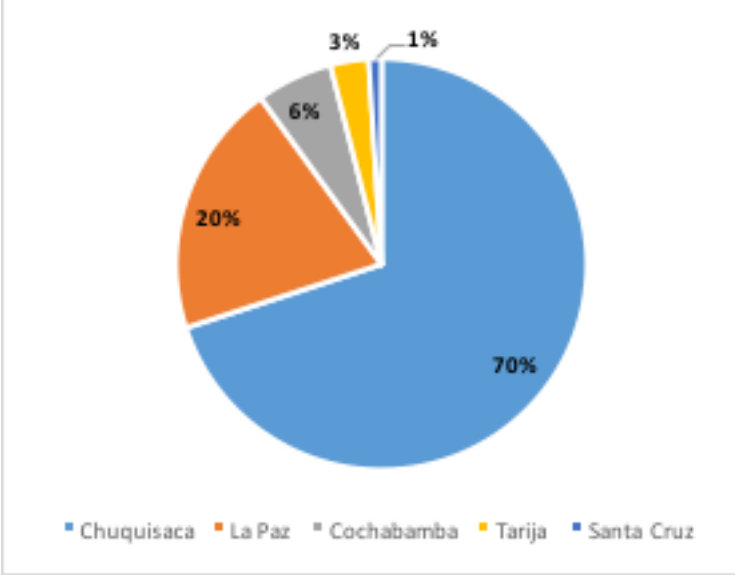


Figura 3. Producción en porcentaje, por departamento en Bolivia

Cuadro 1. Variedades de amaranto en Bolivia

Características	Oscar Blanco	Pucara	Tomina	Cotahuasi	Barbechos	Guindo Criollo	Rosado cristalino
Ciclo (días)	150 a 180	90 a 110	120 a 130	139 a 153	133 a 143	140 a 148	140 a 150
Color panoja	Rosado	Amarillo verdosa	Rosado	Verde	Amarillo verdoso	Guindo	Rosado
Color grano	Blanco	Amarillo claro	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Rosado claro
Rendimiento (t/ha)	1.5 a 2	1 a 1.5	1.4 a 1.6	1.3 a 1.5	1.1 a 1.3	1.3 a 1.45	1 a 1.3
Usos	Pop (expandido), harina y hojuelas.	Pop (expandido), harina y hojuelas	Harina y hojuelas	Pop (expandido), harina y hojuelas	Harina, tostado y hojuelas	Harina, tostado y hojuelas	Harina, tostado y hojuelas

Fuente: Elaboración propia, en base a Fundación PROINPA 2018 e INIAF 2016.

Cochabamba, Tarija, los Yungas en La Paz y últimamente el oriente en Santa Cruz.

Chuquisaca es el mayor productor de Bolivia. La región Centro de Chuquisaca, por sus características agroecológicas presenta excelentes zonas de producción del amaranto, siendo actualmente los municipios de Mojocoya, El Villar, Tomina, Villa Serrano, Padilla, Alcalá, Azurduy Tarvita y Sopachuy, los potenciales para la producción de amaranto.

La producción agrícola, en estos municipios, es la actividad económica principal y la fuente de ingresos económicos de gran parte de las familias, donde los cultivos más importantes son la papa, el maíz, el maní, el ají y últimamente el amaranto, este cultivo ha cobrado relevancia en esta última década, ya que se pueden observar superficies considerables -hasta 3 has- sólo con amaranto, como cultivo puro. En estas zonas, la producción del cultivo de amaranto, es íntegramente destinada a la generación de ingresos familiares, a través de la comercialización en grano, lo que muestra su clara orientación al mercado.

El municipio de Mojocoya es el principal productor de amaranto a nivel departamental, la producción se realiza desde el año 2001 y en la actualidad el 85% de los productores del Municipio se dedica al cultivo de este rubro, el volumen actual de producción es de aproximadamente 180 t/año (ADIC 2013), secundado por el municipio de Tomina con una producción de 100 t/año y el municipio de El Villar con una producción de 60 t/año por municipio (PROINPA 2013). Estos datos hacen notar la creciente producción en estos últimos años, respecto a los anteriores, esto es atribuible a la alta demanda de amaranto en correspondencia con un mercado potencial nacional e internacional en constante crecimiento, todavía insatisfecho.

La campaña agrícola 2013 - 2014 la producción en Chuquisaca fue de 350 toneladas (70% del total nacional) anual de amaranto. En menor proporción los departamentos de La Paz 102t (20%), Cochabamba 29t (6%) y Tarija 17t (3%) y aún con características de investigación y desarrollo Santa Cruz aporta con el 0,6t de amaranto. (CAINCO 2015).

Variedades cultivadas de amaranto

En Bolivia se tienen 7 variedades registradas de amaranto, todas de la especie *A. caudatus*, en su mayoría desarrolladas en los valles interandinos de Chuquisaca y obtenidas por la Fundación PROINPA, y que son de buena capacidad de adaptación a las distintas regiones productoras de amaranto del país. Las variedades disponibles de amaranto y sus principales características se describen en el siguiente cuadro.

Respecto a las variedades más sembradas por los productores, sobresalen Oscar Blanco con un 35%, seguida de la variedad Cotahuasi con un 32%, y finalmente la variedad Pucara con un 23% seguido de las variedades o ecotipos innominados con un 10%. La variedad Oscar Blanco, fue introducida y difundida por algunos proyectos y dada su aptitud para insuflados tiene demanda, el uso de la variedad Cotahuasi, por la misma aptitud añadido a esto su resistencia a enfermedades también la hacen de preferencia, finalmente la variedad Pucara, muy preferida en áreas secas dada su precocidad, como principal característica.

Estas variedades se utilizan principalmente para reventado (pop), hojuelas u harina para elaboración de galletas y otros transformados.

Características de la producción de amaranto en los valles interandinos

En los valles interandinos se acostumbraba sembrar como bordura o en asocio con el maíz y leguminosas, con la apertura del mercado internacional y el consecuente incremento en los precios del amaranto en las últimas décadas se motivó a la producción en cultivos puros, incorporándose al sistema de rotación de los cultivos, y en algunos casos habilitando nuevas áreas de cultivo, posteriormente llegó el interés por la producción orgánica. Estas zonas han desarrollado sistemas propios de producción según sus condiciones agroecológicas, desde donde se produce el amaranto para el mercado nacional y el internacional.

Tecnología de producción

La tecnología de producción del cultivo, se la puede catalogar como semi mecanizada, y en pleno desarrollo, en estos últimos años gracias al esfuerzo de diversas entidades privadas de apoyo al agro (fundaciones y ONGs) ha ido desarrollando innovaciones tecnológicas orientadas a la producción primaria, la transformación y la comercialización.

Preparación de suelos. En las zonas productoras de amaranto, se acostumbra preparar el suelo con yunta o con el uso de tractores de arado de vertedera o discos (labranza primaria) y rastra (labranza secundaria), el amaranto necesita un suelo bien mullido, porque la semilla es muy pequeña y necesita suelos bien preparados, generalmente se realiza en los meses de noviembre a diciembre con las primeras lluvias, cuando el suelo es de uso intensivo.

Semilla. La semilla usada en la siembra, proviene de la cosecha anterior que puede ser propia o de un vecino y que en la denomina semilla seleccionada. También se usa semilla certificada, de diferentes categorías (básica, registrada o certificada) que en gran parte son proporcionadas por instituciones de apoyo. El porcentaje de uso de semilla seleccionada es el 80% y un 20% de semilla certificada (Ortega A. 2017).

Siembra. La época de siembra del amaranto es similar a la del maíz que va desde los meses de noviembre hasta diciembre. En climas más cálidos y húmedos la siembra se realiza de diciembre a enero (Ortega A. 2017). Existen dos formas de siembra:

1. Asociado o mixto, existen dos formas de siembra asociada, i) por surcos, la siembra en los surcos es intercalada, con los del cultivo asociado, que generalmente es con maíz, aunque en los valles tarijeños se vio el asociado con plantas de menor altura, como el frejol y arvejas; ii) al voleo, en esta forma se realiza momentos antes de la siembra del cultivo asociado, se distribuye la semilla por todo el terreno al voleo, luego se procede con la siembra tradicional de maíz, con apertura y cierre de los surcos, las semillas de amaranto son tapadas adecuadamente.

2. Cultivo puro, se apertura los surcos, se coloca la semilla con la mano o con una botella de plástico a chorro continuo al fondo del surco o a un costado del mismo, luego el tapado se realiza usando una pequeña rama. La distancia de entre surcos es similar a la del maíz que va de 0,5 a 0,7 m., la cantidad de semilla para este caso varia de 4 a 5 kg/ha.

Labores culturales

Carpida. En la etapa inicial de crecimiento de las plantas de amaranto, estas son muy delicadas ante la competencia de malezas, por eso se recomienda realizar una carpida (escardar la tierra para quitar las malezas) cuando las plántulas tienen entre 10 a 15 cm., de altura, para favorecer el desarrollo del cultivo y la competencia de las malezas.

Deshierbe. Es una práctica que se realiza para evitar la competencia por los nutrientes. Cuando el cultivo es puro, el deshierbe se realiza a los 30 a 40 días después de la emergencia de las plantas, generalmente se realiza de manera manual con un azadón, aunque también se realiza con arado de tracción animal, esta decisión es tomada por el agricultor y dependerá de las condiciones de humedad del suelo para la decisión por una u otra opción.

Raleo de plantas. En cultivo puro, el raleo se hace de manera manual y cuando las plantas tienen entre 20 a 30 cm., de altura, por lo general en forma paralela o posterior al deshierbe, dejando una distancia entre plantas de 15 a 20 cm. En el sistema de asocio el raleo de plantas es poco usual, debido a que las diversas prácticas que se realizan en los cultivos principales coadyuvan en el mismo.

Aporque. El aporque se realiza después del deshierbe, principalmente en los cultivos puros, a fin de aflojar el suelo, facilitar el drenaje del agua y llevar tierra al cuello de las plantas y evitar el acame de las mismas.

Fertilización. El cultivo de amaranto necesita suelos con buen contenido de materia orgánica. La incorporación de estiércol mínima recomendable es de, 10 t/ha. La fertilización química recomendada para la región Chuquisaca Centro es de un nivel de 80-60-60 de N, P2K5, K2O por hectárea, esto es variable según las condiciones de los suelos de la región. En general la práctica de fertilización química no es común para el amaranto.

Plagas y enfermedades. Son pocas las especies de insectos que constituyen plagas de importancia económica en los valles interandinos, sin embargo, se han presentado plagas ocasionales, que pueden causar la pérdida completa del cultivo si no se efectúa un control eficiente. El orden de importancia de los insectos que causan daños al cultivo de amaranto, puede variar en función a la zona de producción o de una campaña a otra.

No ocurren problemas fitosanitarios mayores mientras se cultiva el amaranto en pequeñas parcelas, como borde, o en **asocio con otros cultivos.** En cambio, se observa una fuerte incidencia en los campos puros de cultivo. Entre las principales enfermedades causadas por hongos principalmente, que afectan al cultivo.

COSECHA Y POSCOSECHA

La época óptima para la cosecha depende de varios factores como: la variedad, tipo de suelo, humedad y temperatura predominante. Por lo general, las hojas de la planta de amaranto se tornan de una coloración amarillenta, otra manera para determinar la época de corte es golpeando suavemente la panoja con la mano y si se observa caída de los granos ya se puede empezar con el corte de las panojas. Además de los factores mencionados, una característica particular del grano de amaranto, es que, cuando alcanza la plena madurez fisiológica es que presenta una dureza que es fácil de advertir al presionar entre las uñas.

El corte de la panoja. Se realiza en forma manual utilizando hoz en las especies de porte bajo, por ejemplo, la variedad Pucara y tijera de podar en los cultivos de porte alto (Oscar Blanco, Cotahuasi), para evitar pérdidas de grano por manipuleo, el corte en ambos casos se realiza 5 cm., por debajo de la panoja,

Cuadro 2. Principales plagas del amaranto en los valles interandinos de Bolivia

Nombre común	Nombre técnico	Órgano que ataca	Categoría
Gusanos cortadores	*Spodoptera albula.*	Hojas y tallos	Ocasional
Gusanos cortadores	*Agrotis sp.*	Hojas y tallos	Ocasional
Lakàtu	*Anomala spp.*	Raíz	Ocasional
Minador del tallo	*Agromyzidae*	Tallo	Clave
Chak'a	*Ata sp.*	Hojas, tallos y brotes tiernos	Ocasional
Pulgón negro	*Aphis sp.*	Hojas	Ocasional
Piqui – piqui	*Epitrix sp.*	Hojas	Ocasional
Abuela/Chitupa	*Epicauta spp.*	Hojas, inflorescencia.	Ocasional
Lorito verde	*Diabrotica sp.*	Hojas, inflorescencia.	Ocasional

***Fuente**: Fundación PROINPA 2014*

Cuadro 3. Principales enfermedades del amaranto en los valles interandinos de Bolivia

Nombre común	Nombre técnico	Categoría
Roya blanca	*Albugo sp*	Ocasional
Manchas foliar o mal negro	*Alternaria sp*	Ocasional
Mancha del tallo	*Macrophoma sp*	Clave
Damping off o mallunga	*(Phythium sp, Fusarium sp y Rhizoctonia sp,)*	Ocasional
Mal de semilla	*Damping off*	Ocasional

***Fuente**: Fundación PROINPA 2014*

dejando el rastrojo en el mismo suelo, lo cual ayuda a la conservación de éste. La mano de obra requerida por hectárea es de 10 a 12 jornales/hectárea (Vargas E. 2016). Se debe realizar el corte de la planta en el momento oportuno, es decir, cuando las panojas aún resisten la pérdida de grano por manipuleo, porque cuando se sobrepasa la madurez de las plantas se incrementan las pérdidas de grano por sacudimiento. La cosecha, aún no ha sido mecanizada en estas regiones.

Poscosecha. Esta actividad comprende las labores de secado, trilla, venteo y almacenamiento, luego de las cuales se obtiene el grano.

Secado. Consiste en extender las panojas recién cortadas, encima de carpas plásticas, que son expuestas al sol por un tiempo de 3 a 7 días, dependiendo de las condiciones de clima.

Trilla y Venteado. Existen aún dos formas de trilla y venteo, la manual y mecanizada, en la trilla manual se utiliza un palo denominado "waktana" (golpeador), con el que se procede al golpeado de las panojas, luego al tamizado y posteriormente el venteo aprovechando la corriente de aire natural, para la obtención del grano, esta forma tradicional de trilla y venteo la siguen realizando productores pequeños, con bajo volumen de producción.

La trilla mecanizada, se realiza con trilladoras semi estacionarias "vencedoras", las cuales fueron adaptadas en su sistema de desgrane y zarandas, y en las cuales se separan los granos del tejido vegetal de las panojas. El venteado mecanizado, consiste en separar los granos de la broza (hojas, ramas, malezas, semillas de otras especies y otras basuras) aprovechando la corriente de aire, consta de dos salidas donde cae el grano de primera calidad y segunda calidad, mientras que el grano inmaduro "chu'su" sale en forma conjunta con el aire generado por las aspas y que, por diferencia de peso, es separado. El rendimiento del venteo mecánico es de 5 a 8 qq/hora, la limpieza es del 95%, por lo que es necesario un venteo mínimo final (Vargas, 2016)

Almacenamiento. Concluido el venteado, se hace secar por unas horas los granos, luego son depositados en bolsa de yute o tela evitando que se mezcle con basura. Una vez llenadas las bolsas, se depositan en los ambientes o lugares que fueron seleccionados como almacén, donde permanecen hasta el momento de su comercialización.

Rendimiento y costo de producción. Los rendimientos en la región Chuquisaca Centro en años de regularidad climática oscilan entre 0.9 a 1.2 t/ha., el costo de producción del cultivo por hectárea oscila entre los 600 a 700 Sus/ha.

Transformación y usos contemporáneos

El consumo de amaranto a nivel nacional es limitado y está más centralizado en las zonas productoras de este grano, el consumo es poco frecuente pero que forma parte de la dieta alimentaria principalmente como cereal reventado (tostado), pito, pan y lagua, estos productos son elaborados de forma artesanal para el consumo familiar. Sin embargo, el amaranto ha sido incluido en los programas de alimentación escolar y subsidio de maternidad, lo cual le ha abierto un mercado local interesante.

En las comunidades productoras de este grano, los usos que se dan al amaranto son diversos y variados; la forma principal de consumo es como grano tostado o "popeado" que también se lo emplea como sustituto del pan. Otra forma de aprovechamiento es la de los granos triturados que se convierten en polvo o "pito", que tiene un sabor agradable y es consumido preferentemente por los niños. Los granos, igualmente se utilizan en la preparación de comidas como sopas, guisos, etc. en las cuales el amaranto es el ingrediente principal y reemplaza a otros cereales en la alimentación diaria de las familias. También se prepara bebidas refrescantes con los granos de esta especie y se aprovecha como harina en la preparación de masas para pan, queques, tortas, etc., que, mezclada con harina de otros cereales, brinda productos de excelente calidad y sabor, en las comunidades donde se tiene la producción de este grano, el 90% de las familias, realiza al menos uno de estos transformados para su consumo (Ortega A. 2017).

Las formas más frecuentes de consumo en las familias en las comunidades en Chuquisaca son: 25% en pan, 25% pito, 20% tostado 15% refresco, 10% queque y 5% en galleta (Ortega, 2017). Respecto a la frecuencia de consumo, el 30% de los productores consume amaranto al menos una vez por mes, 17% lo hace una vez cada semana y el 9% lo hace 2 y 3 veces por mes. En los valles interandinos del departamento de Chuquisaca el consumo per cápita es de 1.8 kg/persona/año.

Mientras que en las ciudades el consumo es en productos procesados o transformados del grano que son elaborados en base a combinaciones de harinas y otros insumos que derivan en alimentos de alto contenido nutritivo y excelentes características organolépticas con buena aceptación en el mercado, entre estos productos se identifican el pop de amaranto, galletas, mazamorras instantáneas, hojuelas, germinados y barras energéticas. (Aliaga, 2018).

Otro producto que se encuentra en pleno desarrollo por la industria boliviana es la extracción del aceite rico en escualeno, que es utilizado en la industria cosmética y farmacéutica, empresas bolivianas están haciendo pruebas con diversas variedades y ecotipos para identificar aquellas especies con mayor contenido de aceite para su extracción. (Fundación Valles, 2018)

Un campo poco explorado es el uso medicinal del grano de amaranto, el conocimiento local de las comunidades respecto de su medicina tradicional, identifica al amaranto como un excelente alimento para tratar casos de anemia en los niños principalmente, asimismo su uso del grano molido y transformado en pasta, junto con otros insumos de origen animal en el tratamiento de torceduras y de dolores en las articulaciones, asimismo el amaranto de grano negro, son utilizados para ahuyentar a espíritus malignos.

Características nutricionales

El amaranto es un cultivo de gran potencialidad en mercados de alto valor agregado debido a que su grano es rico en proteínas, sin gluten y de alta digestibilidad. Además, su almidón puede ser utilizado como sustituto de grasas y cremas, y sus hojas reemplazan a las de espinaca y acelga. Estudios realizados por la Fundación PROINPA y el Instituto Tecnológico de Alimentos (ITA) en el 2014, con diversos ecotipos nos muestran la variabilidad de proteínas, minerales, vitaminas. En la siguiente tabla se describe el aporte nutricional que genera el consumo de 100 gramos de amaranto.

El cuadro nos muestra el alto contenido nutritivo del amaranto, con 10 a 15% de proteína y presencia de lisina y metionina, alto contenido de fibra, calcio, hierro y vitaminas A y C. Contiene entre un 6 y 10% de grasas saludables. Todas estas propiedades hacen del amaranto un alimento esencial para suplir los nutrientes necesarios para garantizar el buen funcionamiento del organismo, lo que en la actualidad lo convierte en un alimento alternativo para combatir el problema de la desnutrición en Bolivia.

Comercialización

A nivel nacional la composición de la demanda se distribuye porcentualmente en el mercado interno y nacional de la siguiente manera: grano (84%), tostado/pop (11%), harina (2%) y otros productos (4%) como barras energéticas, granola, fideos, api, etc.

A partir de un mapeo de actores, fueron identificados como estratégicos y generadores de la demanda del amaranto, el sector que está dado por la mediana empresa (35%), la pequeña y empresa grande (28% la primera y 20% la segunda), con valores más pequeños la micro empresa (13%). En menor proporción a nivel asociativo (4%).

La Paz es el departamento que mayor demanda de amaranto registra, con un total de 318 toneladas cuyo porcentaje frente al resto de los otros departamentos equivale al 44%. En menor cantidad, están los departamentos de Chuquisaca 122t

Cuadro 4. Valores nutricionales de 21 ecotipos y dos variedades de amaranto en Chuquisaca, Bolivia

PARAMETROS	ECOTIPOS																						
ANALISIS FISICO-QUIMICO	L1	L6	L10	L11	L13	L14	L17	L18	L19	L20	L23	L28	L31	L33	L38	L39	L42	L44	L46	L49	A4	CH	OB
Calorías (Kcal/100 g)	377	395	386	380	392	395	378	410	396	393	384	389	394	379	376	376	394	377	371	390	384	373	375
Proteína N*6,25; (%)	11,1	13,5	11,8	10,6	13,5	12,7	11,8	12,4	12,8	12,3	12,9	14,5	14,2	10,9	11,7	11,5	14,8	11	12,3	14,8	12,3	10,2	12,2
Grasa total; (%)	6,55	7,51	7,46	6,59	6,85	7,16	7,34	10,4	7,14	6,72	7,05	6,08	7,12	6,64	6,96	6,96	7,16	6,73	6,45	6,69	8,6	6,24	6,61
Carbohidratos totales; (%)	68,3	68,3	68	69,6	69,1	70	66,2	66,6	70,1	70,7	67,3	68,9	68,3	69	66,5	66,9	67,7	68	65,9	67,5	64,4	69,1	66,8
Fibra cruda; (%)	3,07	4,59	4,5	2,59	4,31	2,61	3,18	3,95	4,23	3,6	5,56	3,98	4,39	2,86	2,94	2,63	3,46	2,41	2,74	4,5	3,57	2,63	2,76
Calcio; (mg-Ca/100 g)	149	97,4	136	121	81,1	225	145	52,5	184	182	197	310	259	176	190	168	233	144	182	246	171	170	145
Hierro; (mg-Fe/100 g)	5,24	14,3	5,12	5,4	13	5,22	5,18	20,5	4,78	5,01	4,75	8,74	10,5	4,92	4,44	4,44	9,43	3,9	4,8	9,46	4,06	4,12	3,63
Vitamina C; (mg/100 g)	0,75	2,6	0,87	1	2,08	0,64	0,87	1,82	1,02	0,9	2,63	0,77	0,51	0,75	2,5	0,88	1,41	0,88	0,75	0,68	0,75	1	0,88
Porcentaje de Humedad; (%)	11,6	8,18	10,7	11,2	8,36	8,36	12,3	8,34	8,11	8,3	10,8	8,23	8,28	11,4	12,8	12,3	8,42	12,1	12,8	8,75	12,3	12,4	12,1

Fuente: Elaboración propia, en base a ITA 2014

Cuadro 5. Detalle de exportación de amaranto de grano convencional y orgánico

Años	2014		2015		2016	
Tipo de producción	Convencional	Orgánico	Convencional	Orgánico	Convencional	Orgánico
Toneladas	30	10.05	33.43	25.3	47.63	s/d
Precio. Prom. FOB USD/KILO	2.36	4.8	2.89	5.04	3.45	s/d
País destino	Alemania	Australia, Italia, Canadá, España, Chile	Suiza , Italia	Suecia, Reino Unido, Australia, Canadá y Chile	Japón, Dinamarca, Italia, Suiza, Chile, Colombia	s/d

Fuente: *Elaboración propia en base a Penta Transaction - Estadísticas On line 2018.*

Nota: *2016 solo se tiene registrado hasta septiembre.*

(17%), Santa Cruz 112t (15%), Tarija 105t (14%) y Cochabamba 73t (10%) en forma anual de amaranto para la última gestión 2015.

En la gestión 2016, se ha identificado una demanda interna equivalente a 729 toneladas de producto convencional y 1.098 toneladas de orgánico (cuyo destino de este último es 100% para mercado de exportación). Por lo anterior, la demanda local está en condiciones de absorber la oferta de materia prima.

El horizonte de la demanda local, nacional e internacional es de 1.828 toneladas de amaranto distribuidas entre producto convencional y orgánico.

La diferencia de la oferta (448t) frente a la demanda (729t) es de 281 toneladas que deben ser alcanzadas y constituirse parte importante de una planificación estratégica para aproximar entre ambas bandas el punto de encuentro comercial (mercado). Hasta ahora es insatisfecha la demanda, lo cual genera a la vez especulación de producto y precios que son desfavorables para la graduación del Complejo Integral Productivo (CIP). Hecho que hasta ahora ha dado paso al trabajo informal y acceso ilegal del amaranto vía desaguadero.

El eslabón de comercialización del CIP de amaranto para el mercado nacional en el departamento de La Paz, presenta una demanda de amaranto convencional insatisfecha que no se cubre con la producción de amaranto del departamento y recurre a materia prima proveniente de Chuquisaca. Esta situación es frecuente dado que este departamento siempre fue la principal fuente de amaranto para estas empresas. Pero lo nuevo a tomar en cuenta es la cantidad de grano convencional que proviene de Perú para cubrir esta demanda (en un 39%) lo que marca una situación no conveniente para la producción nacional en tanto este grano entra por la vía de Desaguadero ruta informal (ilegal) de menor escala pero que alcanza niveles de alrededor de 55t por año.

En Bolivia en los últimos años la producción y exportación de amaranto orgánico y convencional se ha incrementado considerablemente, por la creciente demanda en los diferentes países que consideran al amaranto de Bolivia como uno de los productos de calidad por las características que presenta. A nivel internacional Bolivia ocupa un porcentaje pequeño de participación en las exportaciones, sin embargo, las exportaciones registran un crecimiento importante.

Los precios Internacionales del amaranto están dados por las fuerzas del mercado, es decir por la oferta y la demanda, el precio de venta a nivel internacional FOB Arica, tiene una tendencia de incremento es así que para el 2014 el precio fue de 2.36 FOB Sus/k., y el 2016 de 3.45 FOB Sus/k., lo cual nos permite ver la evolución positiva del precio. Lo propio ocurre con el amaranto orgánico que es más valorado por el mercado y por lo tanto tiene mayor precio es así que el 2014 el precio fue de 4.8 FOB Sus/k., y el 2016 de 3.45 FOB Sus/k., para el 2016 la base no registra movimientos.

Perspectivas para incrementar producción y consumo de amaranto en Bolivia

Las mezclas varietales constituyen sobre todo una limitante en términos de los usos o características específicas requeridas para la transformación. En este sentido, estabilizar y mantener la pureza de los materiales que se siembran y producen forma parte de una tarea por realizar sobre todo en la perspectiva de responder a los requerimientos de los

transformadores y comercializadores.

Se debe consolidar un mayor consumo de amaranto a nivel interno y continuar los esfuerzos en la producción de amaranto orgánico destinado a mercados externos.

El aprovechamiento de la agrobiodiversidad existente del amaranto, constituye una alternativa a ser desarrollada aprovechando principalmente sus cualidades nutraceúticas.

Respecto al manejo, un enfoque de la gestión integral de la fertilidad de los suelos permitirá dar sostenibilidad a la producción de amaranto en estas regiones donde los suelos tienen niveles preocupantes de degradación.

Finalmente mecanizar la cosecha y pos cosecha, en estos sistemas caracterizados por la poca tenencia de tierra, es una tarea pendiente en la línea de hacer más competitivo el cultivo de amaranto.

BIBLIOGRAFÍA

Aliaga H. 2010. Procesos de transformación sostenibles, una opción para el fortalecimiento de la cadena productiva del amaranto. Sobre la Roca. Presentación ppt plataforma de amaranto.

Calle C.C., Equise H., Garnica N., Meruvia P. 2008. Estudio de Mercado y Diagnóstico de la Producción de Amaranto en el Departamento de Chuquisaca. Fundación PROINPA, SNV. CD 125 p más anexos.

CAINCO 2015. Estudio del mercado interno del amaranto (nacional y local) y su estrategia de comercialización. Financiado por ICCO Cooperación. Proyecto ATN/ME-14079-BO "Promoviendo la Inclusión de los Pequeños Productores en la Cadena de Valor de Amaranto, Chuquisaca, Bolivia".

Casimiro D. 2017. Evaluación del comportamiento agronómico de tres variedades de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus y Amaranthus cruentus*), de origen mexicano, en la comunidad de corso provincia Tomina. Tesis de grado. Universidad Mayor, Real Y Pontificia De San Francisco Xavier De Chuquisaca. Sucre Bolivia.

Correa W. 2013. Evaluación agronómica de cinco ecotipos y dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en el municipio de Tomina. Tesis de grado. Universidad Mayor, Real Y Pontificia De San Francisco Xavier De Chuquisaca. Sucre Bolivia.

Fuentes, W y Calle C, 2018. Manejo del cultivo de Amaranto. La Paz. Latincrop-Proinpa. 28p

Fuentes, W, 2018. Manual de manejo Integrado del cultivo de amaranto. ICCO. Sucre Bolivia 48p

Fuentes W., 2016. Buenas prácticas de manejo del cultivo de amaranto. Tesis especialidad. Universidad Andina Simón Bolívar, Sucre Bolivia.

Fuentes W., Mollo N, Correa W. 2015. Fichas técnicas. Variedades de amaranto Tomina y Pucara. PIC COSUDE. Editorial Túpac Katari. Sucre Bolivia.

Fuentes W., Mollo N. 2015. Guía técnica. Producción de semilla de calidad y normas para su producción. PIC COSUDE. Editorial Túpac Katari. Sucre Bolivia.

Fuentes W., Mollo N. 2014. Guía técnica. Plagas y enfermedades del cultivo de amaranto. PIC COSUDE. Editorial Túpac Katari. Sucre Bolivia.

Fundación Valles 2018. Proyecto. Fondo de Innovación para la Promoción de Innovaciones Productivas Sustentables en Bolivia. Ejecutor ECOMEDICA. Cochabamba Bolivia.

FAO 2007. Cultivos Andinos. Adaptation del Amaranto en los Paises de America Latina» United Nations Food and Agriculture Organization, n.d. Web. 13 May 2013. http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_2.htm

Fuentes W., Mollo N. 2013. Guía técnica. Prácticas para el manejo integrado del cultivo de amaranto. PIC COSUDE. Editorial Túpac Katari. Sucre Bolivia.

Kiertz, R. 1992. "Cultivo de amaranto". Editorial "Garza Azul". Instituto Latino Americano de investigación Social ILDIS. La Paz- Bolivia.

Mujica A. 1997, El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.): producción, mejoramiento genético y utilización. Oficina regional de la FAO para américa latina y el caribe.

Penta Transaction 2018. Estadísticas Online 2018.

PROINPA 2013. Propuesta de "Mejoramiento de la Productividad y Competitividad del Amaranto en los Municipios de Tomina, El Villar y Mojocoya del Departamento de Chuquisaca" Presentado al Fondo de Investigación INIAF-BM.

Ortega A. 2018. Influencia del cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en los roles de la familia, en dos comunidades del municipio de Tomina en el departamento de Chuquisaca". Tesis de grado. Universidad Mayor, Real Y Pontificia De San Francisco Xavier De Chuquisaca. Sucre Bolivia.

Sanabria I. 2014. Validación de cinco líneas promisorias y una variedad de amaranto (*Amaranthus caudatus*), en tres localidades de Chuquisaca Centro. Tesis de grado. Universidad Mayor, Real Y Pontificia De San Francisco Xavier De Chuquisaca. Sucre Bolivia.

Vargas E. 2016. Evaluación de métodos de cosecha de dos variedades de amaranto (A*maranthus caudatus*.) en la comunidad de corso del municipio de Tomina. Tesis de grado. Universidad Mayor, Real Y Pontificia De San Francisco Xavier De Chuquisaca. Sucre Bolivia.

SITUACION ACTUAL DEL CULTIVO DE LA KIWICHA (AMARANTHUS CAUDATUS L.) EN EL PERÚ

Mujica Sánchez A.[1]; Perales, N.[1]; Moscoso, G.[1]; Chuquimia, D.[1]; Chura, E.[1]; Pocco, M.[2]; Apaza, J.[1]; Calandri, E[3].

[1]Universidad Nacional del Altiplano, Facultad Ciencias Agrarias. Av. El ejercito 329, Puno, Perú.*Correo-e: amhmujica@yahoo.com
[2]Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Facultad de Agronomía. Arequipa, Perú.
[3]Universidad Nacional Córdoba, Facultad Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Córdoba, Argentina.

PONENCIA MAGISTRAL
País: Perú
Palabras clave: cultivo, kiwicha, Perú.

RESUMEN

La kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), reviste importancia en el Perú, por ser base de la alimentación de la población andina, ser fuente de ingresos, disponer de amplia variabilidad genética que permite utilizar diferentes variedades en las regiones productoras de este grano andino, tener capacidad de transformación y ser comercializada dentro y fuera del país; actualmente se siembra 1600 has con un rendimiento promedio nacional de 1700 kg/ha, se cultiva desde el nivel del mar hasta 3500 msnm; bajo distintos sistemas de cultivo desde el trasplante, asociadas a otros cultivos, siembras en unicultivo y siembras comerciales extensivas; la tecnología de cultivo utilizada va desde lo tradicional hasta la mecanizada completamente, incluso utilizando riego por goteo y fertilización líquida así como controles fitosanitarios y de malezas integrales, durante estos últimos años existe demanda por diferentes países, debido a la difusión del valor nutracéutico, siendo Perú uno de los países exportadores principalmente al Brasil y Estados Unidos de Norte América y el precio de venta máximo alcanzado es de 8.36 soles por kilogramo (US/ 2.35), su cultivo está ubicado en los valles interandinos y ahora en la costa con mejores condiciones tecnológicas de cultivo como es Arequipa (irrigación Majes), Lambayeque y La Libertad; existe enorme variabilidad genética que alcanza a 1750 accesiones las colectas en el banco de germoplasma nacional y están en cultivo más de 12 variedades entre ellas: Oscar Blanco, INIA 413-Morocho Ayacuchano, CICA-2006, INIA 414-Taray, Noel Vietmeyer, Chullpi, Alan García, San Luis, Otuzco. La agroindustria se ha desarrollado en forma creciente existiendo numerosas plantas agroindustriales que transforman la kiwicha en diferentes zonas del Perú, entre las más destacadas Incasur-Industrias alimenticias Cusco, S.A., Cusco Mara EIRL- agroindustria de la biodiversidad andina, obteniendo variados productos como Kiwigen, Kiwi confite, Kiwifresch, hojuelas de kiwicha, harina, extruidos, expandidos, sopas instantáneas, etc., su uso en la gastronomía está ampliamente difundida preparándose entradas, sopas, platos de fondo, postres, bebidas hasta helados y otros. Actualmente Perú, exporta kiwicha en grano y también productos transformados principalmente a Estados Unidos, Sudamérica y Europa, siendo: Interamsa agroindustrial SAC, Alisur, SAC.; De guste grup SAC, Grupo orgánico nacional S.A, Vínculos agrícolas SAC, etc., las que exportan mayores volúmenes. La conferencia tiene como objetivo mostrar la importancia actual del cultivo en el Perú, avances logrados en la agronomía del cultivo, control integrado de plagas y enfermedades, mejoramiento genético, obtención de nuevas variedades, transferencia

de tecnología a los agricultores, agroindustria y transformación, utilización en la alimentación, sistemas de comercialización y exportación, de tal manera que se tenga una visión completa del cultivo. Se concluye que: la kiwicha en el Perú, se cultiva en sierra y costa bajo diferentes sistemas de cultivo, desde el trasplante, siembras asociadas, con tecnología tradicional y totalmente mecanizada; en costa se utiliza tecnología de riego por goteo, fertilización líquida, control integrado de plagas, enfermedades, malezas y cosecha completamente mecanizada, con rendimientos elevados, se utiliza paquetes tecnológicos de cultivo para costa y sierra que permiten optimizar los rendimientos. El área cultivada en Perú supera las 1600 has, variando con los años, demanda de agroindustriales y exportación, con rendimiento promedio de 1700 kg/ha; sembrando en 13 departamentos de costa (5) y sierra (8), con diferentes variedades adaptadas a cada región siendo Oscar Blanco, INIA-413-Ayacuchana, CICA-2006, INIA- 414-Taray, Noel vietmeyer, Chullpi, Otuzco las más cultivadas, el precio de venta es fluctuante y en promedio es de S/ 3.50 el kilogramo, obteniendo precio record en chacra de S/ 8.39 el año de 2014 en Cusco y mayor precio de exportación de S/. 4.27 el kg. La kiwicha se industrializada en las regiones productoras, obteniendo diferentes productos para el consumo nacional y muchas de ellas se exportan, por las diferentes agroindustrias y exportadoras; el grano se utiliza en la alimentación nacional, agroindustria regional y exportación a los países de América (Estados Unidos, Brasil, Chile) y Europa (Alemania, Francia, Nueva Zelandia, Japón, Italia).

INTRODUCCIÓN

La Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), es una planta milenaria cultivada por las culturas prehispánicas e incas en los valles interandinos de los andes peruanos, reviste enorme importancia por ser base de la alimentación de las poblaciones andinas principalmente de los valles interandinos, nos sólo por su enorme valor nutritivo y curativo, sino por su uso integral, utilizando las hojas, granos e inflorescencias esta última por su colorante amarantina después de la cosecha, el área cultivada ha ido disminuyendo con los años, inicialmente debido a la prohibición de cultivo por los conquistadores españoles y últimamente por su reemplazo con otros cultivos como son los cereales. La promoción de su cultivo por parte del gobierno ha motivado no solo el rescate de la enorme variabilidad sino también la difusión de su valor nutritivo, principalmente por el balance ideal de aminoácidos esenciales, contenido de vitaminas, minerales, uso integral de la planta y potencialidades de preparación de diferentes platillos en la cocina *novo* andina, fusión y gourmet. La investigación desarrollada por las Universidades y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias- INIA, ha permitido obtener nuevas variedades, desarrollar tecnología de cultivo, transformación y catalizar la comercialización dentro del país y para la exportación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha utilizado la información disponible en las Universidades ubicadas en los valles interandinos donde se siembra la kiwicha, información de las

Cuadro 1. Área cultivada, producción, rendimiento de kiwicha en el Perú durante los últimos años.

Años	Área cultivada (ha)	Producción (t)	Rendimiento(Kg/ha)
2008	**1903.50**	**3797.47**	**1994.99**
2009	**1482.75**	**2393.62**	**1614.31**
2010	**1112.50**	**1741.92**	**1565.77**
2011	**1796.15**	**3015.90**	**1679.09**
2012	**1718.00**	**2751.81**	**1601.75**
2013	**1633.00**	**2506.50**	**1534.90**
2014	**1359.25**	**2356.45**	**1700.00**
2015	**2289.50**	**4848.37**	**2118.00**
2016	**1600.00**	**2725.00**	**1703.00**
Promedio	**1654.96**		**1723.53**

Fuente: Minagri (2017).

estaciones experimentales del INIA Cusco, Arequipa, Andahuaylas, Ayacucho, Huancavelica, Cusco, Trujillo y Chiclayo y experiencia propia durante el desempeño como Director Nacional de Cultivos Andinos que ha permitido recorrer todos los lugares e instituciones donde se siembra e investiga este cultivo; visita personal de los campos experimentales y siembras comerciales de kiwicha en el Perú; así como de los países andinos conformantes del PROCIANDINO como coordinador regional de la zona andina donde se cultiva la kiwicha conocida como Millmi o Coime en Bolivia, Sangorache en Ecuador. Datos estadísticos del Ministerio de Agricultura y Riego de las Regiones Agrarias del Perú, donde se cultiva la kiwicha, así como de las empresas transformadoras de kiwicha, SUNAT y de las empresas exportadoras de este cultivo a los diferentes países de América y Europa, cuya información ha sido compilada, analizada y sistematizada, obteniendo conclusiones que permiten concluir adecuadamente sobre la situación actual del cultivo en el Perú.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área cultivada de la kiwicha se ha incrementado ligeramente con los años, aunque tuvo altibajos en su producción y rendimiento debido a la promoción del cultivo, factores climáticos, demanda de las empresas transformadoras, población consumidora y demanda de exportación, siendo el año 2015 en el que se sembró mayor área y se obtuvo el mayor rendimiento por hectárea, como se aprecia en el Cuadro 1.

El año que mayor área de kiwicha se sembró en el Perú fue el 2015 (2289.50 has.), obteniendo el mayor rendimiento promedio nacional de 2118 kg/ha, debido a siembras efectuadas en costa, con alta fertilización, riego por goteo, aplicación de herbicidas, mecanizada, mayor demanda de empresas transformadoras y exportación de los países compradores y el año de menor área cultiva fue el 2010 (1112.5 has) con también el menor rendimiento de 1565.77 kg/ha.; esto debido entre otras factores a las siembras efectuadas en sierra y afectada por las heladas y sequía.

El mayor rendimiento obtenido por hectárea en el Perú, corresponde al Departamento de Arequipa, siembra en la irrigación de Majes con 3654.0 kg/ha en el año 2015, debido a la mejores condiciones agroedafoclimáticas utilizadas, siembras en costa con mayor tecnología y mecanización completa y el menor rendimiento (522.22 kg/ha) en la zona de Huancavelica, sierra central del Perú, para el año 2007, debido a factores climáticos adversos y siembra con tecnología tradicional, como se observa en el Cuadro 2.

El precio pagado en chacra a la kiwicha ha ido variando según los años y los departamentos donde se comercializa, asi en Cusco se obtiene el mayor precio de S/ 8.39 por kilogramo seguido de Arequipa con S/ 7.77 /kg para el año 2014 y el menor precio

Cuadro 2. Rendimiento obtenido por departamentos productores de kiwicha en el Perú, en los últimos años.

Departamento	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Abancay	1166.67	1768.42	1200.00	2133.33	1294.12	2000.00	1392.86	-	-	-
Ancash	1481.90	1336.00	1256.97	1292.07	1213.50	1138.81	1456.44	1637.84	2100.00	1808.00
Andahuaylas	1033.90	1023.85	1030.72	1184.18	1246.29	1430.67	1319.39	-	-	-
Apurímac	1047.10	1069.93	1033.57	1323.42	1249.39	1467.61	1325.74	1560.23	1600.00	1605.00
Ayacucho	866.67	1025.64	966.94	953.49	723.68	982.61	1000.00	1149.43	1190.00	1031.00
Arequipa	3397.11	3116.38	3035.55	2750.75	3157.43	3081.07	3206.25	3200.48	3654.00	3513.00
Cusco	2215.46	2285.31	1978.65	1744.44	1647.64	1644.81	1584.35	1772.29	2050.00	1680.00
Huancavelica	522.22	609.33	855.26	627.50	818.07	838.86	828.65	1048.65	1060.00	1097.00
Ica	--	--	--	--	--	--	2500.00	-	-	-
La Libertad	648.47	1124.43	985.05	994.23	1156.44	1246.24	1190.58	1219.91	1400.00	1328.00
Lambayeque	--	--	2000.00	1000.00	--	--	--	1363.64	1000.00	1000.00
Lima	--	--	--	--	--	--	4000.00	-	-	-
Total Nacional	**1969.08**	**1994.99**	**1614.31**	**1565.77**	**1679.09**	**1601.75**	**1534.90**	**1700.00**	**2118.00**	**1703.00**

Fuente: Minagri (2017)

pagado es en Lima de tan solo 1.40 /kg, debido al boom de la utilización de la kiwicha en los desayunos y demanda de las empresas transformadoras en forma de barras nutritivas, como se observa en el Cuadro 3.

Los volúmenes de exportación de grano de kiwicha y los precios pagados varian con los años, habiendo exportado mayor volumen (957.123 t) el año 2011 y obtenido un precio de S/ 2,140 por tonelada; siendo el año 2014 en el que el precio pagado fue mayor (S/ 4,270 por tonelada), como se aprecia en el Cuadro 4.

El Perú, exporta importantes volúmenes de kiwicha en grano a diferentes países del mundo, siendo los más destacados compradores en América: Estados Unidos, Brasil y Chile y en Europa, Alemania, como se muestra en el Cuadro 5.

Y otros como: Corea del sur, Reino Unido, Venezuela, Aruba, Bélgica, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Curazao, Republica Checa, Turquía, Croacia, Israel, India, Líbano y Malta.

En el Perú, se han constituido numerosas empresas que se dedican a la exportación de kiwicha en grano, siendo las más importantes: Interamsa y

Cuadro 3. Precio en chacra de kiwicha por años y departamentos productores en el Perú.

Departamento	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Abancay	2.37	2.60	2.50	3.03	4.73	3.79	4.50	-	--	--
Ancash	2.47	2.90	2.89	3.00	2.96	4.39	4.03	6.99	3.35	3.09
Andahuaylas	1.96	2.60	2.72	2.38	2.89	3.38	3.11	0.00	--	--
Apurímac	2.00	2.60	2.72	2.54	3.02	3.42	3.24	4.85	3.82	3.57
Ayacucho	1.83	2.03	2.83	3.09	3.54	3.16	4.49	5.03	4.06	3.74
Arequipa	2.99	2.68	3.05	3.69	3.98	3.08	3.50	**7.77**	5.14	3
Cusco	3.06	2.89	2.70	3.33	3.02	3.79	3.24	**8.39**	4.74	3.56
Huancavelica	1.82	2.46	2.30	2.54	2.25	2.72	3.93	3.40	3.25	3.79
Ica	--	--	--	--	--	--	2.00	-	--	--
La Libertad	1.88	2.92	3.83	3.93	3.97	4.02	4.15	4.90	5.33	5.35
Lambayeque	--	--	2.57	2.20	--	--	--	6.00	2.2	2.3
Lima	--	--	--	--	--	--	1.40	-	-	-
Total Nacional	**2.80**	**2.73**	**2.88**	**3.31**	**3.34**	**3.59**	**3.49**	**6.64**	4.31	3.48

Fuente: Minagri (2017)

Cuadro 4. Volúmenes (t) y precios de exportación de kiwicha (soles/t) en el Perú por años.

Año	Volumen (t)	Precio (S/./ t)
2010	922.738	1980
2011	**957.123**	2140
2012	291.211	2230
2013	177.954	2790
2014	**554.849**	**4270**
2015	411.754	2880
2016	779.489	2380
2017	364.014	2250
A julio 2018	137.120	2080

Fuente: Agrodata (2018).

Alizur con los mayores volúmenes de exportación, como se observa en el Cuadro 6.

CONCLUSIONES

El cultivo de la kiwicha en el Perú, se efectúa en sierra y costa bajo diferentes sistemas de cultivo que van desde trasplante, siembras asociadas, con tecnología tradicional y totalmente mecanizada.

En costa se utiliza tecnología de riego por goteo, fertilización liquida, control integrado de plagas, enfermedades, malezas y cosecha completamente mecanizada, con rendimientos elevados que superan los 3,500 kg/ha.

Se dispone y utiliza paquetes tecnológicos de cultivo para costa y sierra que permiten optimizar los rendimientos de grano, con manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas.

El área cultivada en Perú en promedio supera los 1600 has, variando con los años, la demanda de los agroindustriales y exportación, con un promedio de rendimiento de 1700 kg/ha.

La kiwicha se siembra en 13 departamentos tanto en costa (5) como en sierra (8), con diferentes variedades adaptadas a cada una de las regiones siendo Oscar, Blanco, INIA-413-Ayacuchana, CICA-2006, INIA- 414-Taray, Noel Vietmeyer, Chullpi, Otuzco las más cultivadas, cuyo precio de venta es fluctuante y en promedio es de S/ 3.50 el kilogramo habiendo alcanzado el precio record de S/ 8.39 el año de 2014 en Cusco y el mayor precio de exportación alcanzado fue de S/. 4.27 el kg en el año 2014.

La kiwicha está industrializada en las diferentes regiones donde se produce, obteniendo principalmente harina, hojuela, popeados, harinas instantáneas, extruidos y barras nutritivas para el desayuno, muchas de ellas se exportan como el kiwigen, kiwi confite, siendo las principales agroindustrias Inca sur, Cusco S.A. y Mara Cusco EIRL.

El grano de kiwicha se utiliza en la alimentación nacional, agroindustria y exportación a los países de América (Estados Unidos, Brasil, Chile) y Europa (Alemania, Francia, Nueva Zelandia, Japón, Italia), mediante empresas exportadoras como: Interamsa agroindustrial S.A.C., Alisur S.A.C, A.prod.de cult. orgánicos prov.Union-Cot., De guste group SAC, Grupo orgánico nacional S.A.

Cuadro 5. Países importadores de kiwicha procedentes de Perú y volúmenes por años.

País	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Brasil	0,0	37.028	14.416	89.442	18.657	11.624	75.405	213.943	221.713	186.360
Alemania	1.158.482	997.374	967.151	1.104.238	561.861	550.740	0,0	0,0	98.412	94.952
E.U	274.602	238.892	206.230	176.505	74.583	106.912	36.942	66.215	29.160	52.745
Chile	390,00	240,44	353,40	26.002,23	15.592,58	19.021,8	68.404,1	54.001,0	48.855,7	42.588
Francia	2.332,28	6.437,29	3.350,20	6.069,00	2.452,96	192,68	7.897,93	6.094,15	5.365,00	17.442
Nueva Zelandia	41.705,76	24.616,00	9.582,50	18.452,50	43.720,00	8.490,00	18.907,50	4.950,00	7.079,00	15.575
Japón	607.075,3	443.562,7	549.069,0	495.074,4	11.156,25	86.394,0	0,0	8.767,25	111.005	7.074
Italia	1.726,00	4.810,68	1.906,60	3.273,25	81,60	287,00	3,00	1.368,60	3.434,90	5.953
Tailandia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	400,00	5.004
Australia	44,80	22.463,30	51.295,00	59.090,88	33.960,70	35.380,6	1.510,40	7.495,88	7.475,00	2.922
Hong Kong	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.640,00	1.839,60	1.201,00
Dinamarca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.108,06
Canadá	65.662,97	53.967,13	37.819,46	72.310,87	18.251,77	3.520,68	581,80	120,00	412,64	889,63
Taiwán	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.154,00	0,00	12.893,3	640,00
Suiza	128,32	1.714,00	323,60	529,76	280,36	69,86	0,00	200,97	160,05	629,02
Lituania	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	589,00
España	2.090,71	905,69	4.484,88	23.154,34	0,00	1.901,10	4.627,00	162,00	5.344,34	426,00

Fuente: SUNAT (2018).

Cuadro 5. Empresas exportadoras de kiwicha en grano de Perú en valor FOB US/,

EXPORTADOR	2008	2009	2010	2011	2012	Participación %
INTERAMSA AGROINDUSTRIAL S.A.C.	122,500	211,766	231,154	243,737	226,904	**46.86**
A.PROD.DE CULT.ORGANICOS PROV. UNION-COT.	22,000	82,000	39,960	20,000	91,350	18.87
DE GUSTE GROUP SAC	0.0	0.0	0.0	4,506	86,037	17.77
GRUPO ORGANICO NACIONAL S.A	136,748	39,979	4,535	95,930	27,288	5.64
ALISUR S.A.C.			38,910	25,250	4,325	**24,375**
MAKE A DEAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA					6,600	1.36
WIRACCOCHA DEL PERU" S.A.C.					5,000	1.03
COPESBA SOCIEDAD ANONIMA					2,950	0.61
VINCULOS AGRICOLAS E.I.R.L.					3,179	4,844
ALICORP SAA					2,000	0.41
LOS DEMÁS	1,385,901	813,828	618,654	630,109	8,851	1.83
TOTAL	1,667,149	1,186,483	922,732	1,003,451	484,190	100

Fuente: SUNAT- ADUANAS, elaboración AREX, Lambayeque (2013)

REFERENCIAS

Mujica, A. y Berti, M. (1997). El Cultivo del Amaranto (*Amaranthus* spp.): Producción, mejoramiento genético y utilización. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO. Roma, Italia. 186 p.

Spehar, C., D. Leite, D.Brenner, E. Lemus, J.Amaya, J. Gomes, J.L. Ramirez, R. Fonseca, A. Mujica, S.Conrado, H. Pellizzaro, W.Pereira. (2007). El Amaranto: Opcao para diversificar a agricultura e os alimentos. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria), Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimiento. Cerrados. Planaltina, DF. Brasil. 136 p.

Jacobsen, S. & Mujica, A. (2003). The genetic resources of Andean grain Amaranthus (*Amaranthus caudatus* L., *A. cruentus* L., and *A. hipochondriacus* L.) in America. Plan Genetic Resources. Newsletter, 2003, N°13: 41-44. FAO- IPGRI. Roma, Italia.

Minagri (2017). Estadísticas de producción de kiwicha en el Perú. Oficina de información y estadística. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.

SUNAT- ADUANAS, elaboración AREX, Lambayeque (2013). Estadísticas de exportación de kiwicha en el Perú. Lambayeque, Perú.

Agrodata (2018). Exportación de kiwicha en Perú. Lima, Perú.

OPORTUNIDADES Y RETOS DEL CULTIVO DEL AMARANTO EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Alexander Miranda Caballero C[1]., Y. Valle Fernández[2], B. Benítez Fernández[2] y M. Porr[3]

[1] Investigador Titular. Director General, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Dirección: Carretera a Tapaste Km 3 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Perteneciente al Ministerio de Educación Superior de Cuba. Teléfono: +53 4786387 Móvil: +53 52790761 E-mail: alex@inca.edu.cu
[2] Investigadora. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Carretera a Tapaste Km 3 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
[3] Miembro de la Junta Directiva En Buenas Manos, Alemania.

PONENCIA MAGISTRAL
País: Cuba
Palabras clave: cadena de valor, amaranto, tecnologías.

RESUMEN

En Cuba desde el año 2012 se vienen realizando acciones con el cultivo del amaranto en tres municipios de la Provincia Mayabeque, que consistieron en introducir una variedad y diseminarla en tres fincas, debido a su alto valor nutritivo y sus características agronómicas que le permiten adaptarse a condiciones ambientales adversas donde otros cultivos no prosperan. Sin embargo, el futuro del amaranto aún incierto, pues no existe una tecnología apropiada para la siembra, cosecha, beneficio y comercialización del mismo. El objetivo del presente estudio fue desarrollar un análisis de las acciones que permitan contribuir al desarrollo de la cadena de valor del amaranto en Cuba, así como conocer los factores que limitan su introducción.

AGROBIODIVERSIDAD Y COSMOVISIÓN ANDINA

Grimaldo Rengifo Vásquez

PRATEC. Lima,2018.

PONENCIA MAGISTRAL
País: Perú
Palabras clave:

Lo asombroso de la cosecha campesina andina, a juzgar por el tamaño pequeño de sus parcelas, se muestra en la diversidad de especies y en la enorme variabilidad intra-específica de sus cultivos, sea éstos papa, frejol, oca o quinua. En similar sentido se puede decir de la crianza de alpacas, llamas, o cuyes. La diversidad se nos revela como lo distintivo de la vida comunera andina.

Los argumentos técnicos que se esgrimen para explicarla aluden a la interacción entre fenómenos ecológicos (los efectos de las variaciones del clima, la ubicación tropical de estas áreas, los cambios geológicos ocurridos, la radiación solar en alturas, la multiplicidad de nichos ecológicos, etc.) y la actividad domesticadora del hombre. Para la ciencia, particularmente para la biología, el proceso fundamental que está en la base de la diversidad es la evolución. Como señala Brush:

Como toda evolución biológica, la evolución de los cultivos involucra dos procesos fundamentales: la creación de diversidad y la selección...Existiendo dos tipos de selección, la natural y la artificial o consciente (Harris y Hillman, 1989; Brush, l999. En Brush, 1999).

Se considera que esta evolución es más dinámica en los Andes porque su variada y densa ecología favorece las mutaciones y recombinaciones naturales (Valladolid, man. s/f:7). Todas las especies de plantas, animales y microorganismos, resultantes de tal proceso y que interactúan en ecosistemas, constituyen la diversidad; ésta incluye además la diversidad genética (Altieri, M. 1995; IUCN, PNUMA, WWF, l991). Sobre el tema de la diversidad y la agricultura andina existen estudios varios (véase, entre otros, Morlon, P. 1996; Nacional Academy Press, l989; Las memorias de los Congresos Internacionales sobre Cultivos Andinos, etc.). En casi todos éstos, la erosión de semillas es un asunto que preocupa a los investigadores.

En el pasado esta situación justificó su conservación fuera del entorno natural, en especial en los bancos de semillas de Universidades e Institutos de investigación. Esto conoce como conservación “ex situ”. Dada las dificultades que esta modalidad entraña (económicas, tecnológicas y extrañamiento del ambiente donde crecen las semillas y otros) se considera ahora que más ventajoso es el establecimiento de programas de conservación “in situ”, es decir, en los campos de cultivo de los campesinos (Brown, 2000). Sin embargo y en nuestro medio, existen pocas indagaciones sobre las concepciones culturales locales que subyacen a estos modos locales de conservación (Greslou, l989). En este ensayo pretendemos explorar la comprensión nativa de la presencia de la diversidad seminal en sus campos de cultivo.

Un ejemplo de la particularidad cultural con que esta heterogeneidad es asumida la brinda don Cipriano Armas, comunero quechua de Recuayhuanca, en Marcará, Ancash. En sus palabras:

Mi aporque tengo que terminar el mismo día, porque si lo voy a dejar para el día siguiente, mis plantas de maíz no van a ir iguales a bañarse al mar, por ello tengo que acabar el mismo día como sea. También cuando terminas al día siguiente, la parte que has terminado se van a bañar, pero la otra parte al día siguiente recién se van, entonces por el camino se encuentran con los otros maíces. Al llegar al mar, en donde van a bañar, se confunden y regresan mezclados, de distintos colores, y en la cosecha encuentras diferentes colores de lo que no has sembrado, o sea no es tu maíz legítimo (En: Urpichallay, 1999:28).

La narración de don Cipriano nos coloca en un espacio explicativo radicalmente diferente a la basada en la evolución. Expresa una vivencia cultural extraña a la racionalidad de la biología. En principio aporcar no parece referirse sólo a amontonar tierra alrededor de la base de la planta. El primer aporque en Lircay, Huancavelica, por ejemplo, se nomina con la palabra quechua *wawachuy*. La planta en esta condición es un bebe (wawa en quechua) que hay que abrigar. En el aymara hace referencia a "vestir, abrigar". Como indica Valladolid:

En aymara se denomina a la práctica del aporque *issi churaña* que significa "vestir a la planta". Y es por eso que el amontonamiento de tierra al pie de la planta durante el aporque es "como si se les pusieran ropa a las plantas" (Valladolid, 1993: 85).

Luego de este vestir con tierra -según el relato- las plantas requieren bañarse. Lo particular es que este baño se realiza a kilómetros de distancia (Marcará dista aprox. 100 kms. del Océano Pacífico). Los maíces son descritos como *wawas* en esta etapa de su vida y aunque ya caminan necesitan de la mano externa para vestirse. Luego del aporque realizan una larga caminata para bañarse y limpiarse pues se considera que en este "vestir a la planta" quedan trocitos de tierra adheridos a éstas. La diversidad observable en la chacra, luego de la cosecha, es entendida como el encuentro en el camino hacia el mar de maíces vestidos (aporcados) en momentos diferentes.

Los técnicos, colocan este relato en el rubro de las supersticiones y creencias prehispánicas que perviven en las comunidades andinas. Se trata, según el entendimiento técnico, de un pensamiento pre-lógico típico de comunidades atrasadas –algunos los llaman primitivas- en el que la explicación de los hechos se rige por una mentalidad mágica. Se coloca su entendimiento en el peldaño inicial del desarrollo mental racional sin consideración alguna por su propia especificidad y coherencia. Se obvia su comprensión desde la perspectiva de una visión particular del mundo que asigna a todo lo existente la cualidad de vivo y persona.

En la comprensión del mundo de don Cipriano sus vivencias espaciales y temporales de la realidad no están asociadas al desarrollo de la abstracción, a un tiempo espacio medibles, ni a la división del mundo entre seres animados e inertes, sino a una relación en la que priman los vínculos afectivos entre personas en una realidad totalmente animada. Goldschmidt, argumenta que se trata de un mundo diferente que tiene forma diferente, pues:

El espacio no se adapta a la geometría euclideana, el tiempo no forma un fluir continuo unidireccional, la causalidad no corresponde a la lógica aristotélica, el hombre no se diferencia del no-hombre ni la vida de la muerte como en nuestro mundo (Goldschmidt, W, 1974:25).

La perspectiva racional coloca el relato en el orden del dato a ser tamizado por argumentos científicos y al campesino como un informante. Si la prueba es exitosa, es decir si atraviesa la criba racional, el dato deviene en hecho relevante, caso contrario se desecha. El relato no plantea al agrónomo inconmensurabilidades entre una tradición y otra –como sugiere Goldschmidt- menos paridades cognoscitivas entre el conocimiento técnico y el saber del campesino. Cuando mucho se lo aprecia como una manera metafórica de referirse a ciertos hechos de la realidad, y en otros casos, como un desafío educativo asociado al desarrollo de la conciencia ingenua del campesino. Por lo demás pasa como invisible, descartable.

Este es, hasta ahora, el problema, el impasse que dificulta el diálogo intercultural: el no reconocimiento de un saber que se expresa dentro de una vivencia particular del mundo y que desafía al ejercicio reflexivo usual. La posibilidad, en nuestro medio, para una conversación entre cultores de saberes pertenecientes a cosmovisiones distintas es todavía una promesa. Y sin

embargo es una necesidad para todos los que tenemos que ver en algo con la conservación de plantas nativas, porque es esta concepción de la vida que expresa don Cipriano, que algunos llaman "animista" la que ha generado diversidad, cuando menos en nuestro medio. Esta necesidad se convierte en urgencia si tomamos en serio lo que la Convención sobre Diversidad Biológica en su art. 8 dice:

Respetar, preservar y mantener el conocimiento, la innovación y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que conforman estilos de vida tradicionales relevantes a la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica, y promover su aplicación amplia, con la aprobación y compromiso de los que tienen este conocimiento, innovaciones y prácticas, así como fomentar la distribución equitativa de los beneficios que resulten de la utilización de este conocimiento, innovaciones y prácticas.

El diálogo de saberes para la conservación "in situ" de plantas cultivadas nativas implica en primer lugar la escucha, el estar en el otro, y en segundo lugar explicitar las epistemologías que están en juego. De un lado, las aproximaciones técnicas que abordan la conservación "in situ" de plantas cultivadas mantienen en los hechos la ruptura ontológica entre naturaleza y cultura. O se lo observa como un fenómeno biológico o como un fenómeno cultural. Más aun, la semilla es un objeto a ser manejado. De otro lado, las aproximaciones indígenas son holistas, no reduccionistas, y consideran el mundo desde el punto de vista de las relaciones y las integraciones entre entidades vivas. Realizados estos deslindes se trata, y esto en tercer lugar, de explorar las posibilidades para el diálogo entre ambas perspectivas epistémicas, pues, a no dudarlo, la conservación de la diversidad se halla amenazada [1] y requiere el compromiso de todos.

Este ensayo explora, desde un conjunto de testimonios extraídos de la vivencia campesina andina, la cosmovisión que anida en la crianza de las semillas que realizan las familias de comunidades andinas. Afirmamos que en la conservación nativa de plantas cultivadas son igualmente importantes los sentimientos y afectos campesinos como los de aquellos que sostienen la importancia del mercado y los aspectos institucionales. Nuestra narración seguirá, en lo posible y en cada uno de los items, las distinciones entre la visión indígena andina con la visión técnica predominante.

Manifestamos que la de don Cipriano no es la única comprensión sobre el surgimiento de nuevas variedades que desde la cultura andina se puede observar. Por la diversidad de situaciones existen numerosas percepciones, algunas de ellas incluso próximas a las explicaciones técnicas, como el testimonio siguiente de Don Dámaso Mendoza Galindo, de la comunidad de Quispillacta:

En maíz hay de dos clases: almidón y qarway. El almidón se siembra en chacra con riego y el qarway en chacras en secano, son más resistentes a la helada. Cuando se siembra ambas clases en una misma chacra se produce el cruce, entonces aparecen todos los colores, incluso almidón se hace qarway. (ABA,1996).

El relato de don Cipriano es, sin embargo, ejemplar para realizar una inmersión, inicial por cierto, en la comprensión del surgimiento de la diversidad, pues la narración se halla al borde mismo del contraste con el entendimiento científico prevalente. Por lo demás, y como veremos, no es éste el único caso. Similares relatos existen en otras regiones andinas. Para citar otro ejemplo, esta vez de la zona central, Ayacucho, insertamos las palabras de don Porfirio Ramos, de la comunidad de Chuquihuarcaya:

Dicen que cuando hacemos el aporque a una chacra, entonces a la gloria se van las semillas a bañarse. Así de cualquiera que aporcan se van, y así, mezclándose se confunden y vuelven a diferentes chacras. ¡Cierto, dice que van!, así aparecen nuevas semillas, por eso yo digo en la cosecha: Caramba ¿cómo es esto?, esta clasecita no hemos sembrado…

Cierto, en la cosecha aparecen chullpis y otros colores. Papa también es igual. Igual habas también lo mismo, por eso escogemos la mamá de las semillas y aparecen estos solos, de la gloria vuelven todos mezclándose, así como la gente o como los animales, también todos mezclados caminamos,

1 Robin Pellew , director del WWF-RV, afirma que "La evaluación mundial de la diversidad ,coordinada por el PNUMA y llevada a cabo por 1500 científicos , encuentra que los recursos biológicos de la tierra se hallan seriamente amenazados. La evolución de la biodiversidad- la miríada de genes, especies y ecosistemas que colectivamente forman lo que llamamos la naturaleza- podrá haber llevado 4,000 millones de años, pero al parecer está destinada a ser destruida en gran parte en apenas cuatro generaciones humanas. La velocidad de la extinción de especies se estima entre 50 y 100 veces la tasa de antecedente natural. Esto podría incrementarse entre 1,000 y 10,000 veces con la pérdida de bosques proyectada para los próximos 25 años". Pellew,Robin ". La evaluación Mundial de la Diversidad Biológica". En: **Nuestro planeta**. Tomo 7. No.5. pp:36. l996.

¿si, o no? En cuanto aporcamos toda la chacra, las semillas también se esperan. Hay que acabar como sea la chacra. Cuando acabamos, recién viajan todos juntos nuestra madre de la vida, y regresan a la tierra, y de ahí, fuertes, alegres, se sientan en las chacras (Carrillo y Jaulis, 1998:141).

Los ejemplos son paradigmáticos porque en el contexto cultural andino, el saber de una persona sobre la crianza de plantas reposa en la colectividad, no es un invento atribuible a una persona. La autoría sobre un saber en la agricultura, así como la pertenencia de una variedad de semilla por un campesino, no son vivenciados, por la naturaleza asociativa de la actividad, como propiedad intelectual y real de la semilla por un individuo, sino como expresión de una crianza colectiva que vive en más de una familia, son productos culturales. Y aunque el relato de don Cipriano no puede ni debe ser generalizable en el sentido de la ciencia, es decir abarcando todo el universo étnico andino es una narración compartida en comunidades que crían diversidad, y tan sólo por ello, merece una dedicación particular.

El cambio: evolución y recreación.

En el horizonte de la ciencia el cambio es una cualidad innata de la naturaleza. Todo lo natural cambia y al mismo tiempo conserva su identidad. Como señala Capra: "Existe un flujo continuo de materia a través de un organismo vivo mientras que su forma se mantiene. Hay desarrollo y evolución" (Capra, 1999:38). Una planta de papa cambia en su desarrollo, pero mantiene los atributos de este tubérculo. Lo particular de las plantas cultivadas, no sólo es su condición natural sino su relación con la actividad humana. La ciencia habla de creación –se refiere a lo natural, p.e. los parientes silvestres- y selección, ésta última puede ser natural o artificial. Como dice Hawking: "Dentro del universo, uno siempre explica un acontecimiento como causado por algún otro acontecimiento…" (Hawking, 1990:24). La planta cultivada es un artefacto humano seleccionado a partir de lo que la naturaleza brinda, en este sentido la actividad humana artificializa el medio natural. Esto es lo que caracterizaría a la domesticación. Como argumenta Brush:

Las plantas domésticas han sido fundamentalmente modificadas de sus parientes silvestres; estas especies han sido trasladadas y adaptadas a nuevos ambientes, llegando a ser dependientes de la mano de los agricultores; y han sido adecuadas para cubrir las necesidades y requerimientos humanos (Brush, ob.cit:1).

En la era pre-técnica el hombre actuaba en la naturaleza respondiendo al reto de ella en una relación directa. En la modernidad cambian los medios de relación con la naturaleza y las concepciones del hombre sobre aquella. La técnica se desarrolla y la relación con la naturaleza deriva en dominio. Si bien el cambio le pertenece a la naturaleza, no la dirección, de modo que de lo que se trata es de conocer la naturaleza de los fenómenos para guiar el cambio. El concepto de cambio deviene en transformación guiada por el hombre en un espacio y tiempo medibles. El moderno descubre, ya no por intelección sino por experimentación que las cosas no permanecen tal cual son, sino que se modifican, desarrollan, evolucionan, van de formas simples a complejas y que se mueven por relaciones de causa y efecto. Devela un orden, un microcosmos autoorganizado. El propósito es conocer en profundidad este orden y orientarlo.

En la creación bíblica el hombre es *imago dei* –imagen de Dios- y también crea. La naturaleza es obra de Dios y el hombre su continuador. En virtud de este mandato el hombre es llamado a completar la obra, a perfeccionarla. De este modo la artificialización no es transformación sin fines sino orientado hacia algo más perfecto. Así toda cosa o acción humana como el orden mismo es siempre perfectible. En la antigüedad los fines las daba Dios, pero en la modernidad, al suplantar el hombre el papel de Dios en la tierra, los fines le pertenecen. El hombre tiene espíritu, atributo que lo distingue, le permite trascender y colocarse por encima de las demás criaturas creadas. En esta visión el hombre no hace parte de la naturaleza, se piensa como sujeto distante de ella a la que llama objeto, y observa sus obras como perfección de lo que la naturaleza le brinda.

La idea de evolución está asocia a la de progreso, a la de un mundo en constante perfeccionamiento. Sólo que esta perfección existe como utopía, algo que no tiene lugar ahora, pero como paradigma rector, posee una gran capacidad de estimular y guiar el cambio. La planta perfecta -p.e. el arroz dorado- puede construirse a condición de transformar las concepciones usuales sobre la diversidad. En adelante todos los atributos benéficos del arroz podrían hallarse en una sola variedad y no en la diversidad.

La selección artificial moderna de los cultivos

implica ordenar el cambio en un espacio-tiempo lineal, medible, manejable. El espacio no está constituido por diversidad de lugares ocupados por criadores que merecen ser considerados y respetados. Este es reemplazado por una representación global, a semejanza de una aldea virtual vaciada de lugares específicos, que debe ser transitada por la homogeneidad varietal en un tiempo dictado por el desarrollo de la técnica y el mercado, es decir por el tiempo demandado por la ganancia; si la variedad promisoria "A" no es rentable es reemplazada por la variedad promisoria "B" y así sucesivamente. La diversidad de genocentros que se pretende conservar y mantener en el planeta es, en ésta visión, "campos experimentales", sitios de aprovisionamiento genético localizados que actúan como soporte estratégico para el desarrollo del mercado de productos agrodiversos.

En este contexto, cultura se entiende como actividad humana transformadora y creadora de artificios, y naturaleza como el medio en que dicho cambio se realiza. Cultura y naturaleza son percibidas como nociones separadas. Don Cipriano nos invita a plantearnos otra entrada, otro diálogo, pues la diversidad por él observada no tiene la connotación de un artificio creado por la actividad humana.

En los Andes, la comprensión del término cultura – a juzgar por su raíz latina: **cultus**, participio de **cólere** que significa cultivar, críar- se amplía para significar un atributo de toda forma de vida. Cultura y naturaleza no pueden ser entendidas como entidades separadas. Las papas, el maíz y los ríos participan en la crianza de los miembros de la comunidad humana y de las otras formas de vida. "*Crío a las papas, pero ellas también me crían*" es una expresión usual en el área andina. Una forma de vida es una persona y cualquiera sea su naturaleza (humana, natural o sagrada) cría y es criada. Se puede hablar en este sentido de una cultura de la semilla que involucra a humanos, naturaleza y deidades. La noción de crianza disipa la separación moderna entre humanos y naturaleza.

En las explicaciones modernas la interacción hombre-naturaleza es apreciada como una relación de conflicto por la que la sobrevivencia humana está garantizada si el hombre es capaz de imponerse sobre aquella. Esto es lo que caracteriza a la domesticación. El hombre se impone sobre el animal o planta. La planta domesticada es apreciada como perdiendo atributos naturales de modo tal que sólo bajo el cuidado humano es posible su regeneración. Una planta domesticada es apreciada como una forma de vida subyugada, simplificada y anulada de toda relación autónoma con su ambiente natural.
La planta domesticada no pertenece ya al "reino" de la naturaleza sino al "reino" de la cultura. Mientras aparece la cultura (y las creaciones que le son propias) como atributo exclusivamente humano, la naturaleza se convierte en recursos. La domesticación expresaría el triunfo del hombre sobre la naturaleza pues éste ya no dependerá más de los ciclos ni de las ocurrencias de ésta[2]. El cambio se ha transformado en progreso.

Desde el relato de don Cipriano el concepto de cambio merece un acercamiento particular. Le denominaremos recreativo para distinguirlo del cambio asociado al progreso y a la evolución. En la recreación el cambio sigue los tiempos de regeneración de la naturaleza. El cultivo de papas se sintoniza con los ciclos climáticos, Dada la diversidad la mezcla de papas sembradas en épocas secas es diferente a las sembradas en años lluviosos. Las danzas se sintonizan con los ciclos agrícolas, rituales y naturales. Una melodía que está asociada a la siembra no se canta en la cosecha pues disturba el ciclo regenerativo de la conservación de la diversidad.

Hablar de lo de "siempre" -siempre renovado, siempre recreado- nos distancia de los conceptos de creación y destrucción. Las formas de vida, en la perspectiva de los runas o jaques –humanos en quechua y aymara- no han evolucionado de formas inferiores hacia formas superiores, sino que siempre han existido como tales, proceden de una madre progenitora que en los Andes es la Pachamama y han brotado al mundo de las *paqarinas* –manantiales, lagunas- Ella ha estado allí desde siempre y los humanos están para criar y continuar, junto con la Pachamama, la regeneración de las semillas y a todos los seres que habitan el pacha o mundo. El humano es ayudante de la Pachamama en la crianza de la vida. No es un creador, en rigor, es un criador.
En la cosmovisión andina la existencia de progenitores tal como conoce la agronomía es dudosa. El maíz como la papa tienen sus "*mamas, mamatas o maman*" que son otros maíces u otras plantas con

2 Esta visión moderna se puede resumir en la siguiente definición de cultura como: "complejo de soluciones que una comunidad humana hereda, adopta o inventa para resolver los déficits de su medio ambiente". En : Verhelts,T. " La dinamique culturelle dans le devéloppment". En: **Culturas y desarrollo**. No. 24.4- 1996. Bruselas. En esta concepción antropocéntrica la naturaleza es avara y mezquina, de modo que sólo la acción cultural puede resolver las carencias del medio ambiente.

características sui géneris (puede ser también una piedra). Para el andino es la madre del maíz la que permite, entre otros aspectos, la regeneración del maíz. Como nos precisa don Porfirio Ramos:

La semilla de maíz, por más que siembras una sola clase, no sale igual; por más que siembras una sola clase, aparecen otras clasecitas. Hay la mamá de las semillas. Mira éste, se llama illchiwuay, es la mamá. Cuando siembro esto me aparece en mi chacra toda clase de maíz (Carrillo y Jaulis, ibid.).

El maíz, para él, no ha procedido del Theosinte o de cualquier forma biológica anterior, sino de su "maman". Mientras exista la "maman" – que poco tiene que ver con el pariente silvestre del maíz- seguirá para él existiendo maíces. Se trata entonces de criar no sólo al maíz sino también a su familia, en este caso a las "mamas".

De otro lado, la muerte no es vivenciada como la cesación de la vida, sino como tránsito hacia otro modo en el que la vida se expresa. Tampoco existe algo parecido a la desaparición o destrucción de un ser. El ser cambia de aspecto, pero sigue en el mundo. La muerte convierte al runa en *aya*, no lo destruye. La vida es una constante regeneración en el que las formas de los seres cambian, pero no desaparecen. Según algunos relatos, los animales desaparecerán si desaparece el que los cría. (Bustinza, 1989:87) De allí que para los campesinos la diversidad existirá mientras exista criadores.

El cambio recreativo se realiza además en consonancia con las circunstancias y dinámica de la familia y la comunidad. Unos estarán en una circunstancia más orientados a una modificación de la diversidad de sus cultivos, mientras otros esperarán el resultado de los que innovan primero. No existe una homogeneidad en el comportamiento innovador; no todos están aporcando en el mismo momento, ni todos aporcan una chacra en días sucesivos. Todo es diverso. No se puede esperar, en este sentido, que la conservación de semillas sea uniforme en las familias y comunidades.

Una innovación llevada a una chacra, sea que pertenezca a su propia tradición y que ha sido olvidada, o pertenezca a una diferente, pasa por un período de prueba. Salvo casos excepcionales, una innovación no afecta masivamente al conjunto de las chacras. Lo que hace normalmente el campesino es probar. Esto no cuenta para la agricultura comercial que tiene la chacra como un medio, pero no modo de vida. Un campesino asegura la sintonía del nuevo cultivar, crianza, práctica o herramienta, a las condiciones de su chacra. Si se empata o, como normalmente se dice: adapta, se queda, se extiende y hace parte del conjunto de cultivos y prácticas campesinas, sino espera su turno a nuevas circunstancias. Esto hace que, a pesar de la modernización agrícola que en la región andina ha tendido secularmente a la homogenización, exista todavía una importante biodiversidad.

Lo particular de la recreación de descendencias específicas en los Andes respecto de lo que hace el experimentador moderno es que el surgimiento y vigencia de nuevos cultivares no significa autoría humana. El campesino andino, como dijimos, no se siente propietario de la naturaleza. Como don Cipriano relató, las nuevas variedades no son apreciadas como expresión de una acción humana deliberada. En similar sentido para don Francisco Huacca, aymara de la comunidad de Marka Qollo, en Ilave, Puno, la nueva variedad es expresión de la crianza de los cerros-deidad (Achachilas en aymara).

Como él indica:

Cuando la semilla se pierde tenemos que pensar de dónde vamos a conseguir, pero mayormente siempre tenemos que comprar de Ilave, allá nos escogemos lo que más nos gusta, pero a veces dentro de una chacra misma cuando escarbamos aparece otra clase de papa, con mucha alegría escogemos diciendo: " cómo habrá venido, los Achachilas nos han dado", escogemos puro esas papas "phichu" (de esa misma variedad), eso tenemos que guardar bien querido y al rato de la siembra ponemos eso, así vamos aumentando más clases de papas (En: Chambi, N. 1996: 61).

Otros relatos sobre la aparición de nuevas variedades consignan orígenes festivos. Como señala don Fulgencio Velí Estrada, de la comunidad campesina de Huanusco, el Rosario, Pariahuanca, Huancayo:

Cuando la papa está sembrada, al encontrarse en la etapa de floración, salen en las noches. Las flores se convierten en personas e inician su baile del *tupanakuy*, para ello las papas largas se convierten en hombres y las papitas redondas en mujeres, de esta manera forman sus parejas. Estos grupos se visitan de chacra en chacra.

Cuando se les encuentra en plena fiesta *waylashando* y este grupo están muy distraídos, se asustan y huyen sin rumbo; y, así se confunden sus sitios y desde ese momento aparece una nueva variedad, convirtiéndose en *chalo akshu* (ADECAP, 1989:45).

Los nuevos cultivares se sintonizan con las antiguas pues las siembras son en mezclas, de modo que cualquier variedad que surgiese se armonice con su población de referencia. Esto obviamente no es un proceso mecánico. La acomodación supone diálogos continuos y en cada circunstancia.

El cambio no es antropocéntrico, sino que se halla en la conversación entre todas las colectividades que anidan en el mundo. Escuchemos ahora, el relato de don Teófilo Conde Nuñez de la comunidad de Quispillacta, Ayacucho:

Tanteando bien hago mi chacra, o sea midiéndome para terminar en un día, pero con paciencia, porque renegando incesantemente dañas a las plantitas, le golpeas, le cortas. Las plantitas de maíz esperan ansiosos para emprender un viaje, luego del aporque se van a la mar a refrescarse. Cuando estás a la mitad, su autoridad (se refiere a la autoridad de los maíces) ya está mirando el sol, a qué hora diciendo. Cuando terminas de aporcar toda la chacra recién se van de viaje. En el camino todos se ayudan, su autoridad le alienta, le dice a los que ya no pueden avanzar: ¡rápido, apúrate pacucha!, porque los maicitos dañados o cortados no soportan el viaje, peor todavía cuando hay calor. A los más enfermos le cargan entre todos, pero a veces es imposible que lleguen hasta el mar, por eso mueren los dañados (ABA, 2001:50).

La regeneración o crianza se hace al ritmo del cultivo de la chacra y dentro de la propia cosmovisión. La semilla nueva aparece como un don de los Apus o Achachilas, o como resultado de encuentros imprevistos entre maíces de colores diferentes. El surgimiento de la diversidad no es apreciado como un proceso de creación y selección, sino como crianza paciente de personas-semilla que tienen sus propios modos de regeneración en un tiempo y espacio *sui géneris*, modo que es conocido y acompañado por el campesino.

BIBLIOGRAFÍA

ABA. Asociación Bartolomé Aripaylla. **Kawsay Mama**. Manuscrito. Ayacucho. Diciembre l997. 8pp.

ABA. Asociación Bartolomé Aripaylla. “Kawsay Mama”. En: **Crianza Ritual de Semillas en los Andes.** Pratec. Lima, l998.

ADECAP. Asociación de Defensa y Desarrollo de las Comunidades Andinas del Perú. **Taller campesino sobre la papa. Costumbres y perspectivas**. Lima, 1989. Apffel Marglin, Federica. “La racionalidad, El Cuerpo y el Mundo. De la Producción a la Regeneración”. En: **Bosque Sagrado**. Centros de Aprendizaje Mutuo y Proyecto Andino de Tecnologías Campesinas. Lima. 1995.

Altieri, Miguel. “La biodiversidad en Agroecosistemas”. En: **II Curso de educación a distancia: Agroecología y desarrollo rural II.** CLADES. CIED. Agosto 1995. Lima.

Asociación Bartolomé Aripaylla (ABA). La crianza de la Biodiversidad y la Cultura Andina. Ayacucho. Manuscrito. l996.

Asociación Bartolomé Aripaylla. **Kawsay, Kawsaymama: La regeneración de semillas**

Vivencia campesina	Visión técnica.
Cambio regenerativo y ayllucéntrico	Cambio progresivo y antropocéntrico
Las semillas son dones de los Apus y tienen sus mamás	Las semillas son creaciones naturales que evolucionan.
El cambio se sintoniza con la naturaleza.	Cambio moderno con independencia de los ciclos de la naturaleza.
Las plantas se crían en mutualidad con los humanos.	Las plantas se domestican y se artificializan.
La diversidad es expresión de la crianza del ayllu dentro de una concepción de mundo vivo y persona.	La diversidad es expresión de dinámicas de creación y selección.

en los andes centrales del Perú. El caso de la comunidad quechua de Quispillacta. Ayacucho. Lima, 2001.

Brown, A. "The genetic structure of crop landraces and the challenges to conserve them in situ on faros. In: **Genes in the field**. On farm Conservation of Crop Diversity. S Brush Editor. IBPGR, IDRC. Lewis Publishers. 2000.

Brush, S. "Los temas de la conservación in situ de los recursos genéticos de los cultivos". Man. traducido por Tapia, et. al. Lima, febrero, 2003. De: Cap. I **Genes in the field**, 1999. IPGRI, IDRC, Lewis Publishers.

Bustinza, J. "Mitos Q'ollas sobre camélidos sur americanos". En: **Crianza de Llamas y Alpacas en los Andes**. PAL. PRATEC, Lima, l989.

Camino, et.al. "Flexibilidad calendárica en la agricultura tradicional de las vertientes orientales de los Andes". En: **Tecnología en el mundo andino**. Tomo I. Universidad Nacional Autónoma de México. 1985. Mexico.

Capra, Fritjof. **La trama de la vida**. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos. Editorial Anagrama. Barcelona. 1999.

Carrillo, Pelayo. **La crianza de semillas en Chuquihuarcaya y Sarhua.** Centro de Capacitación Campesina de la UNSCH. Man. Ayacucho. l996.

Carrillo Pelayo, y Jaulis, Primitivo. "Mama Kausapa Pachan". En: **Crianza Ritual de Semillas en los Andes.** PRATEC. Lima, 1998.

Carrillo, P. et.al. "La enfermedad nos agarra por falta de respeto. Caminamos en horas que no se debe caminar". En: **Salud y Diversidad en la Chacra Andina.** PRATEC, Lima, 2002.

Cconislla, Y. y Cconislla,D. **Rituales a las semillas.** Asociación Away. Ayacucho. 1997.2 pp. Manuscrito.

Cconislla Ventura, Yure, y Ore Navarro, Dionisia. "Organicidad en el ayllu Socos". Ayacucho. Man. 7pp. 2000. Asociación Wari. Away.

COINCIDE. Coordinación Intercentros de Invesigación, Desarrollo y Educación. **Variabilidad genética de la papa. Aspectos socioeconómicos y culturales**. Documento de trabajo. Cusco, julio l994.

Cowan,W; y Watson, P.J. Editores. **The Originis of Agriculture. An International Perspective**. Smithsonian Institution Press. Washington and London, 1992.

"Cultivos y Saberes". No. 22. Boletín de la CCTA. Proyecto In situ. Lima, enero 2003.

Chambi Pacoricona, N. y Chambi Pacoricona Walter. **Ayllu y papas. Cosmovisión, religiosidad y agricultura en Conima. Puno.** Chuyma Aru, Lima. Diciembre 1995.

Chambi, N. et.al. La crianza de las yoqch'as en los distritos de Conima, Tilali e Ilave. Asociación Chuyma de Apoyo Rural. Puno. l996.

Chambi, et.al. **Asi nomás nos curamos. La medicina en los Andes**. Asociación Chuyma de Apoyo Rural.Puno, 1997(1).

Chambi, N; Quiso,V; Chambi,W; Cutipa, S; Apaza, J; Gordillo,V; Choque,E. **Rituales de la crianza de las semillas.** Asociación Chuyma de Apoyo Rural. Chuyma Aru. Puno, diciembre l997. Manuscrito. 68pp.

Chambi, et.al. "Rituales en la crianza de las semillas". En: **Crianza Ritual de Semillas en los Andes**. Lima, PRATEC, l998.

Chambi, Walter. "Las qepas del tejido de la vida en los ayllus de Conima". Manuscrito.7pp. Puno, julio l999. Asocación Chuyma Aru.

Eliade, Mircea. **El Mito Del Eterno Retorno**. Alianza/ Emecé. Madrid, l992.

Gardner, H. **La mente no escolarizada. Cómo piensan los niños y cómo deberían enseñar las escuelas.** Paidos. Barcelona, 1993.

Gastó, Juan. "Aproximación Agroecosistémica". En: **El Agroecosistema Andino. Problemas, Limitaciones, Perspectivas**. Anales del Taller Internacional sobre el Agroecosistema Andino. Lima, marzo 20-abril2, 1992. Centro

Internacional de la Papa. CIP.

Goldschmidt,W. “Prólogo” a: Castaneda,C. **Las enseñanzas de Don Juan.** FCE. Mexico, l974.

Gomel, Z. y Gomel, O. **“Testimonios de criadores”.** ASAP. Pucara. 1997. Manucrito 19pp.

Greslou, Francois. “Manejo campesino de los Recursos Fitogenéticos Andinos”. En: Manejo Campesino de Semillas en los Andes. PPEA. PRATEC. Lima, l989. pp: 81-102.

Grillo, E. “La Cosmovisión Andina de Siempre y la Cosmología Occidental Moderna”. En: **¿Desarrollo o Descolonización en los Andes**? PRATEC. Lima, 1993.

Hawking, S.W. **Historia del Tiempo. Del big bang a los agujeros negros**. Editorial Crítica. Barcelona, 1990.

l

UCN, PNUMA y WWF. Cuidar la tierra: estrategia para el futuro de la vida. Gland, Suiza. l991.

Jimenez, Greta. **Rituales de vida en la cosmovisión andina**. Convenio Editorial. Secretariado Rural Perú-Bolivia. Centro de Información para el Desarrollo. La Paz. Bolivia. l995.

Machaca, M. “La crianza de la biodiversidad y la cultura Andina”. En: **La Cultura Andina de la Biodiversidad.** Pratec, Lima. 1996.

Machaca, Gualberto. “Cariño y respeto en la crianza de la cultura agrocéntrica en el ayllu Quispillacta”. En: **Kancha Chacra Sunqulla.** La cultura agrocéntrica en el Ayllu Quispillacta. Pratec, Lima. 1998.

Maturana, Humberto, y Varela, Francisco. **De máquinas y seres vivos**. Edit. Universitaria. Segunda edición. Santiago de Chile. l995.

Morlon, Pierre, Compilador y Coordinador. **Comprender la agricultura campesina en los Andes Centrales. Perú-Bolivia.** IFEA, CBC. Lima, l996.

Nacional Academy Press. **Lost Crops of the Incas**. Washington D.C. 1989.

Latour, B. **Politiques de la nature: Conment faire entrer las sciencies en démocratie.** Paris : La Découverte. 1999.

PEBIACH. Proyecto de Educación Bilingüe Intercultural de Andahuaylas, Chincheros, Sucre y La Mar. **El tiempo y Calendario en Nuestros Andes**. Andahuaylas, 2002.

Pellew, Robin. “La evaluación mundial de la diversidad biológica”. En: **Nuestro Planeta.** Tomo 7 Número 5 l996. Nairobi. Kenya.

Peña Cabrera, A. “El tiempo en la Antigüedad y en la época moderna”. Manuscrito. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, l985.

Peña Cabrera, A. “Racionalidad occidental y racionalidad andina”. En: **Debates No. 4**. Revista del Instituto de Ciencia y Tecnología. Universidad Ricardo Palma, Lima, mayo 2001.

Perez Baca, Luis. **Crianza de la papa en la localidad de Paucartambo**. CESA. Qosqo. l996.

Rengifo,G. Panduro,R. y Grillo,E. **Chacras y chacareros. Ecología, demografía y sistemas de cultivo.** Cedisa. Fondo de Contravalor Perú-Canadá. Tarapoto. l993.

Rodríguez Suy Suy, Víctor Antonio. **Los pueblos Muchik en el Mundo Andino de Ayer y Siempre.** PRATEC. Lima, 1997.

Seminario Cunya, Juan y Rimarachín, Isidro. **Universidad y Biodiversidad Regional.** Indea-C. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca. l995.

Shiva, V. ‘Recursos’. En: **Diccionario del Desarrollo**. Una Guía del Cocimiento como Poder. Sachs,W, Editor. PRATEC. Lima, l996.

Valladolid, A. “Bases científicas de la Conservación in situ”. Man. Lima, mayo 2003. 17 pp.

Valladolid, J. “Las plantas en la Cultura Andina y en Occidente Moderno”. En: **Desarrollo o Descolonización en los Andes**. PRATEC. Lima, 1993.

Valladolid, J. “Agricultura Campesina Andina. Crianza de la Biodiversidad en la Chacra”. Manuscrito, 16 pp. Maestría en Biodiversidad y Agricultura Campesina Andino-Amazónica. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Escuela de Postgrado y PRATEC. s/f.

Van den Berg, Hans. **“La tierra no da así nomás”. Los ritos agrícolas en la religión de los aymara-cristianos de los Andes.** Center for Latin American Research & Documentation. Ámsterdam. The Netherlands.

Verhelst,T. “La dynámique culturelle dans le devéloppment”. En: **Culturas y desarrollo.** No. 24. 4-1996. Bruselas.

Urbano, J. y Macera, P- **Santero y Caminante. Santoruraj –Ñampurej.** Editorial Apoyo. Lima, l992.

Urpìchallay. **Así converso con mis semillas.** Marcará-Huaraz. Noviembre 1999.

AMARANTO PARA NUTRIR A MÉXICO UN ALIMENTO ESTRATÉGICO

Ponce Sánchez J.[1]

[1]Centro de Orientación Alimentaria COA Nutrición, Área de Intervención Social Alimentaria. Miguel Laurent 212-2, Colonia Del Valle, Ciudad de México, 03100 México,
*Correo-e: julieta.poncesan@gmail.com

PONENCIA MAGISTRAL
País: México
Palabras clave: nutrición, alimento estratégico, consumo.

INTRODUCCIÓN

Tan sólo en un año murieron 100 mil personas por Diabetes, 80 mil por infarto agudo al miocardio, 80 mil por cáncer, 24 mil por enfermedades del hígado, 13 mil por insuficiencia renal, 12 mil por problemas relacionados con el exceso de alcohol y 9 mil por hipertensión. En suma, siete de las 10 principales causas de muerte están relacionadas con la alimentación en México (INEGI, 2016)[1]. El sobrepeso, la obesidad, las amputaciones por diabetes y la insuficiencia renal aumentaron en un sexenio, más en zonas rurales comparadas con zonas urbanas. El exceso de bebidas azucaradas y productos "chatarra" provoca enfermedades irreversibles y costosas, ocasiona sufrimiento en las personas enfermas y sus familias por la incapacidad de atender con oportunidad un padecimiento costoso e incurable. Cada año la Diabetes incontrolada desencadena más de 75 mil amputaciones, 400 mil casos de insuficiencia renal y es la principal causa de ceguera con un costo aproximado de hasta 2 millones de pesos por persona (IMCO, 2015).

Consumo alimentario

En México, las verduras son el grupo de alimentos menos consumido, tan sólo 2 de cada 10 de las y los escolares los comen, sin embargo, 8 de cada 10 beben refresco y otros líquidos azucarados (INSP, 2016). La mitad de la niñez en etapa escolar consume cereales azucarados comerciales de forma frecuente y dos millones nunca bebe agua. Llama la atención que sólo menos de la mitad come frutas, pero más del 40 por ciento toma bebidas lácteas azucaradas industrializadas. Mientras el promedio nacional del consumo de amaranto es de 10 gramos al día por persona, el referente a bebidas azucaradas suma 400 mililitros diarios en todo el territorio.

Cada día mueren 68 personas por causas relacionadas al consumo de refrescos y bebidas azucaradas en México, el país con la mayor venta de productos ultra-procesados equivalente a 214 kilos per cápita de toda América Latina (Calvillo A., 2017).

La caída del amaranto, el maíz y el frijol en la alimentación mexicana en los últimos siglos significó

1 INEGI (2016) *Mortalidad en México*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información en México.

la entrada de productos elaborados con harinas refinadas, el incremento de ingredientes dañinos en la dieta, el deterioro de los mercados locales dedicados a la elaboración de subproductos de cultivos locales, la consolidación de esquemas de comercialización de comida chatarra y la transformación del paisaje alimentario dentro y fuera del hogar. La geografía del mal comer está distribuida de manera consistente en todo el territorio, tanto los problemas de deficiencias como de excesos alimentarios.

Cabe resaltar cómo la desnutrición infantil aqueja más a los estados más pobres y cómo a su vez coincide con lugares donde tanto la obesidad y la diabetes persisten.

Amaranto como Alimento Estratégico

El amaranto posee atributos nutricionales adecuados para responder a la situación epidemiológica actual por ser un alimento único, rico en proteínas para la protección del músculo y la superación de la desnutrición crónica infantil, además apoya en la prevención de anemia y para lograr un crecimiento adecuado. Es uno de los alimentos con posibilidad de ser utilizado en cualquier tipo de padecimiento sin necesidad de agregar aditivos químicos con un aporte calórico de alta calidad.

Para revertir los daños concatenados de la obesidad es indispensable pensar en nutrientes como fibra soluble, fibra insoluble, proteínas vegetales, grasas omega-3, grasas poliinsaturadas, grasas mono-insaturadas, ricas en vitaminas y nutrientes

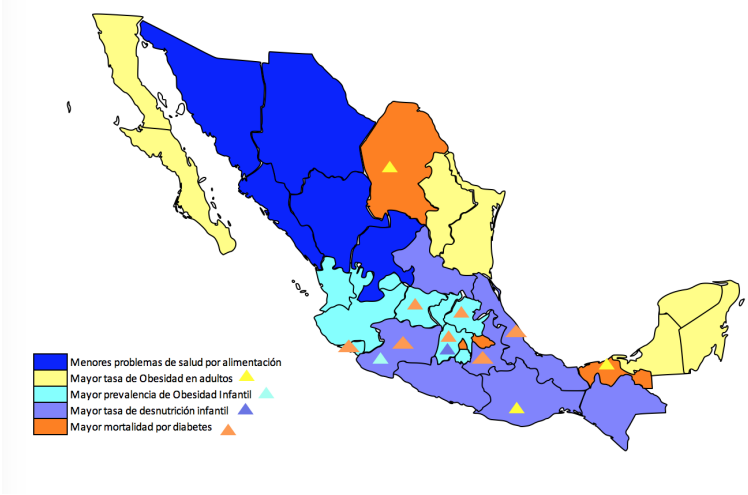
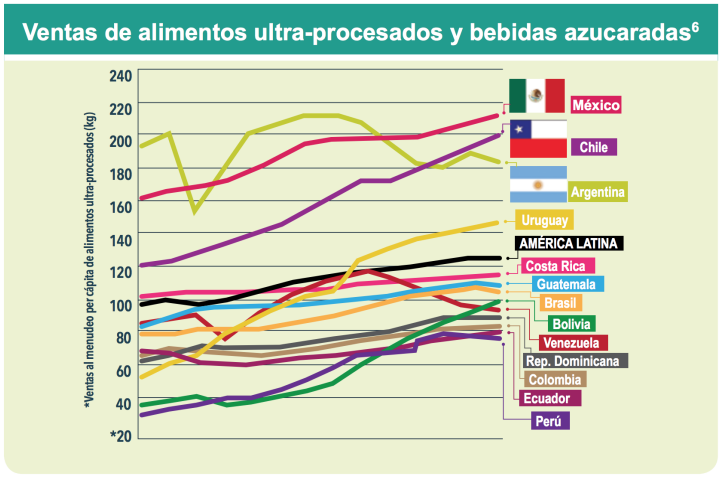


Ilustración 2 Mapa de la concentración de problemas en la salud relacionados con la alimentación 2018.

Ilustración 1 Venta de alimentos ultraprocesados y bebidas azucaradas en América Latina 2015



Fuente: tomado de “La Trama oculta de la Epidemia: Obesidad, Industria Alimentaria y Conflicto de interés”, 2017, EPC.

inorgánicos, con buenas cantidades de antioxidantes y carbohidratos complejos de Bajo Índice Glucémico. Además, libres de Jarabe de Maíz de Alta Fructosa, grasas trans, agrotóxicos y aditivos químicos. *COA Nutrición 2016*

El **amaranto en definitiva es alimento estratégico** de base para una *canasta mexicana* junto al frijol, maíz, chía, nopales, quelites, huevo, sardina, frutales, semillas y otros ingredientes en la lista. Las características deseadas en un alimento para considerar un cultivo estratégico son: ser de origen mexicano, de producción limpia y justa, culturalmente aceptado, altamente nutritivo, disponible y accesible todo el año, así como tener mínimo nivel de procesamiento.

RETOS

A pesar de las notables características del amaranto, representa aún uno de los consumos más bajos en el país. Si bien es indispensable devolver el papel central al amaranto en la dieta mexicana, también se requieren posicionar diversas formas de consumo, nuevas rutas de abasto y distribución, la integración del amaranto en las técnicas gastronómicas hogareñas, la incorporación de la planta y sus derivados en el paisaje alimentario y la disponibilidad del alimento con precios justos al alcance de la gente. El paladar mexicano es capaz de degustar y demandar -de nueva cuenta- una pequeña semilla de calidad superior encerrada en la grandeza milenaria del amaranto.

LITERATURA CITADA

Calvillo A., S. A. (2017). *La trama oculta de la epidemia: obesidad, industria alimentaria y conflicto de interés.* CDMX: EPC.

IMCO. (2015). *Kilos de más, pesos de menos. Los costos de la Obesidad en México.* Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. México: IMCO.

INEGI. (2016). *INEGI.* Récupéré sur Encuesta Nacional de INgresos y Gastos en los Hogares 2016: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/promo/presentacion_resultados_enigh2016.pdf

INSP. (2016). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016.* Instituto Nacional de Salud Pública. México: Secretaría de Salud.

CHROMOSOME-SCALE ASSEMBLY OF AMARANTH (*A. Hypochondriacus*) PROVIDES INSIGHT INTO CHROMOSOME EVOLUTION

D.J. Lightfoot1, D.E. Jarvis2,, T. Ramaraj3, R. Lee4, E.N. Jellen4, P.J. Maughan4

1 King Abdullah University of Science and Technology (KAUST), KAUST Environmental Epigenetic Program (KEEP), Division of Biological and Environmental Sciences and Engineering (BESE), Thuwal, 23955-6900, Saudi Arabia
2 King Abdullah University of Science and Technology (KAUST), Division of Biological and Environmental Sciences and Engineering (BESE), Thuwal, 23955-6900, Saudi Arabia
3 National Center for Genome Resources, Santa Fe, NM, 87505, USA
4 Brigham Young University, Dept. of Plant & Wildlife Sciences, 5144 LSB, Provo, UT, 84602, USA

PONENCIA MAGISTRAL
País: USA
Palabras clave: chromatin contact maps, proximity-guided assembly, Hi-C, genome evolution, chromosome evolution.

INTRODUCTION

In the last decade, numerous genomic resources have been developed to study the amaranths, including genetic markers (Mallory *et al.*, 2008; Maughan *et al.*, 2009; Stetter *et al.*, 2017), genetic maps (Maughan *et al*., 2011), bacterial artificial chromosome libraries (Maughan *et al.*, 2008), transcriptomes (Riggins *et al*., 2010; Delano-Frier *et al*., 2011; Liu *et al.*, 2014), and two draft genome assemblies (Sunil *et al.*, 2014; Clouse *et al*., 2016). The first draft genome assembly of amaranth was highly fragmented, consisting of 367,441 scaffolds with a scaffold N50 = 35 kb (Sunil *et al*., 2014). The second assembly was substantially more contiguous (3,518 scaffolds; scaffold N50 = 371 kb) but still highly fragmented and contained only 376.4 Mb of the estimated 431.8 Mb genome (Clouse *et al*., 2016).

Here, we report an improved, highly contiguous, chromosome-scale assembly of amaranth (*A. hypochondriacus*), with contig and scaffold N50s of 1.25 Mb and 24.4 Mb, respectively. We utilized single molecule, real-time sequencing from Pacific Biosciences (PacBio) to close gaps in the previous assembly and chromatin interaction mapping (Phase Genomics) to scaffold the assembly into 16 large pseudo-chromosomes, representing the haploid chromosome number (n = 16). The use of *in vivo* Hi-C - one of the first reported uses of this technology for genome scaffolding in a polyploid plant species - allowed us to assign 98.0% of the assembly to chromosomes. We investigated the accuracy of this approach and validated our assembly with statistical models, call-back statistics, and physical (BioNano Genomics) and genetic (high-density genotyping-by-sequencing) linkage maps. Furthermore, we mapped and identified candidate genes for the betalain pigmentation pathway to demonstrate the utility of the assembly. The chromosome-scale assembly facilitated a genome-wide syntenic comparison of amaranth with other members of the Amaranthaceae, revealing chromosome loss and fusion events in amaranth that explain the reduction from the ancestral haploid chromosome number (n = 18) for a tetraploid member of the Amaranthaceae and provides insights into genome evolution in plants.

MATERIALS AND METHODS

Approximately two grams of leaf material from a single plant of the cultivar 'Plainsman' was collected and flash frozen. Tissue processing, chromatin isolation, library preparation and 80-bp PE sequencing were performed by Phase Genomics (Seattle, WA). Only PE reads that uniquely aligned to the scaffolds from the SRA1 assembly were retained for downstream analyses. Scaffolds from the SRA assembly were clustered, ordered and oriented using Proximo™, an adapted proximity-guided assembly platform based on the LACHESIS method (Burton et al., 2013; Bickhart et al., 2017) with proprietary parameters developed at Phase Genomics as described by Peichel et al. (Peichel et al., 2016). To close gaps in the PGA1, high molecular weight DNA for the cultivar 'Plainsman' was isolated by Amplicon Express Inc. (Pullman, WA) and sent to National Center for Genomic Research (Santa Fe, NM) for library preparation using the 20 kb SMRTbellTM protocols as described by Pacific Biosciences (Menlo, CA). A total of 18 single-molecule real-time cells were run on the PacBio RS II system with the P6-C4 chemistry. The PacBio filtered subreads were then utilized to gap fill and scaffold the PGA1 assembly using PBJelly2 v15.2.20 (English et al., 2012) with default settings. The gap-filled PGA1 assembly was then further improved using the software assembly correction programs Quiver (Chin et al., 2013) and PILON (Walker et al., 2014) to produce the PGA1.5 assembly .

RepeatModeler v1.0.8, *a de novo* repeat family identification and modeling package, and RepeatMasker v.4.0.5 were used to identify and classify repeat elements within the PGA2 assembly relative to the RepBase-derived RepeatMasker libraries. The MAKER pipeline was used to annotate the PGA2 assembly (Cantarel et al., 2008). Putative gene function was identified using BLAST searches of the predicted peptide sequences against the UniProt database using MARKER's default cutoff values (1e-6). Genome assembly and annotation completeness was assessed using a plant specific early release database of 956 single-copy orthologs using BUSCO (Simao et al., 2015). To identify the putative centromeric repeat in amaranth, we used the bioinformatics pipeline described by Melters et al. (Melters et al., 2013). Telomeric regions were identied by BLASTN searches of the PGA2 assembly using 4 tandem repeats of the telomere repeat motif (TTTAGGG).

An F_5 interspecific recombinant line population (RIL) was developed by crossing PI 481125 (maternal parent; *A. hypochondriacus*) and PI 642741 (*A. caudatus*). The population, which consisted of 94 individuals, was derived from a single F_1 seed, which was advanced four generations by self-fertilization. The population segregated for presence or absence of betalain pigmentation (stem and leaf coloration). Extracted DNA was quantified and sent to the Genomic Diversity Facility at Cornell University for genotyping-by-sequencing according to the methods described by Elshire et al. (Elshire et al., 2011). The BWA-MEM algorithm (Li, 2013) was used to align all the reads to the PGA2 assembly. SNPs were called using INTERSNP (Page et al., 2014) with a minimum of 4X coverage at each SNP and a minimum allele frequency of 12.5%. JoinMap 4 (Van Ooijen, 2006) was used to de novo group SNPs into linkage groups using recombination frequency using independence logarithm of the odds (LOD) scores greater than 7.

Using coding sequences, syntenic relationships among the amaranth chromosomes and between amaranth and beet (Ref-Beet1.1) chromosomes were identified and investigated using the recommended parameters (DAGChainer = relative gene order and Merge Syntenic Blocks = Quota Align) of the CoGe (Lyons et al., 2008a) SynMap (Lyons et al., 2008b) tool. CodeML (Yang, 2007) (implemented in CoGe) was used to calculate the synonymous nucleotide substitutions per synonymous site (Ks) divergence between these duplicate gene pairs.

RESULTS

The previously published amaranth genome assembly was created with the ALLPATHS-LG assembler (Gnerre et al., 2011) using Illumina short read technology, producing an assembly of 3,518 scaffolds (13,462 contigs) spanning 376.4 Mb, with a scaffold N50 of 371 kb (Clouse et al., 2016). To improve this short read assembly (SRA1), we generated 238 million Hi-C based PE reads and used these to scaffold the SRA1 assembly with Proximo (Phase Genomics), an adapted proximity-guided assembler based on the LACHESIS assembler (Burton et al., 2013). Proximo clustered 92.1% (3,240) of the short-read scaffolds, representing 99.6% (375.2 Mb) of the total input sequence length, onto 16 large pseudomolecules to produce a substantially improved proximity-guided assembly (PGA1). These 16 large pseudomolecules presumably represent each of the

16 haploid chromosomes of amaranth. The number of scaffolds clustered to specific chromosomes ranged from 152 to 280, and the length of the chromosomes ranged from 15.9 to 35.9 Mb. A total of 16,873 gaps, spanning 12.3 Mb of sequence length, were present in the PGA1 assembly.

To close gaps in the PGA1 assembly we generated 13.6 Gb of single molecule real time sequences (PacBio). The mean length of these reads was 5,706 bp (N50 = 11,027 bp), equating to approximately 31X coverage of the predicted amaranth genome size (Clouse et al., 2016). The PacBio reads were aligned to the PGA1 assembly using PBJelly2 (English et al., 2012), and the assembly was further polished with Quiver (Chin et al., 2013) and PILON (Walker et al., 2014) to produce the PGA1.5 assembly. Together, these programs closed 14,112 (84%) sequence gaps, while increasing the total length of the assembly to 400.9 Mb (6.4% increase), with a new total gap length of 582 kb. The polished assembly consisted of 2,207 contigs arranged into 287 scaffolds, with a substantially improved N50 for both contig and scaffold lengths (648 kb and 24.7 Mb, respectively). The largest 16 scaffolds increased only slightly in size, ranging in size from 17.1 to 38.0 Mb and representing 99.4% of the total assembly length. The remaining 271 scaffolds, which were unassigned to chromosomes, represented only 2.3 Mb (0.6%) of the total sequence in the assembly.

To improve contiguity and accuracy in our final assembly, and to assess the accuracy of the PGA1 and PGA1.5 assemblies, we produced a second proximity-guided assembly (PGA2). PGA2 was produced by breaking the polished PGA1.5 assembly scaffolds at all gap positions followed by *de novo* reassembly into 16 chromosomes using Proximo and PBJelly2 with the original Hi-C data and PacBio long reads, respectively. The assembly was then further polished using Quiver and PILON. The final PGA2 assembly has a scaffold N50 of 24.4 Mb and consists of 908 scaffolds, including 16 large chromosomes representing 98.0% of the total sequence length. The 16 chromosomes ranged in size from 17.0 to 38.1 Mb. The total sequence length of the assembly spanned 403.9 Mb, representing 93.5% of the predicted genome size. The 892 scaffolds that remain unintegrated into a chromosome are small (N50 = 14.5 kb) and represent approximately 2% of the total assembly length, with one scaffold (C177) being substantially larger than the rest, spanning 1.09 Mb. The contig N50 of the final assembly is 1.25 Mb and only 771 gaps are present in the assembly.

The quality of the assemblies was assessed by several methods, namely: (1) assessment of contig placement and orientation likelihood in PGA1 and PGA2 after proximity guided assembly; (2) recall statistics to compare sequence placement before (PGA1.5) and after (PGA2) proximity guided assembly; (3) comparison of BioNano physical maps with the final PGA2 assembly; and (4) comparison of the PGA2 final assembly with a newly developed linkage map from high-density genotype-by-sequencing data.

Using BioNano molecules with a minimum length of 150 kb and a minimum of nine labels per molecule, we produced 427 physical maps of the amaranth genome that spanned 315 Mb with an N50 of 914 kb. These physical maps were aligned to the amaranth assemblies, with 74% (315), 79% (339) and 86% (365) of the maps unambiguously aligning to the SRA1, PGA1 and PGA2 assemblies, respectively. The increased number of physical maps aligning to the PGA2 assembly is suggestive of an accurate and improved assembly of the amaranth genome. The lack of perfect agreement was not unexpected, especially when considering that some of the sequence assembly is still missing (the anticipated genome size is 431.8 Mb) and that the BioNano physical maps are themselves the product of a de novo assembly process with an inherent level of assembly errors.

The relationship between the physical position of SNPs within the PGA2 assembly and the linkage position of the same SNPs in a newly developed high-density GBS linkage map was investigated. We genotyped a total of 3,522 SNPs in a population of 91 segregating recombinant inbred lines (RILs). The number of SNPs per chromosome ranged from 351 for chromosome 1 (Chr1) to 131 for Chr16, averaging 218 per chromosome. Using the PGA2 assembly as a reference for genotype calling provided a nucleotide position for each SNP within the linkage map. Of the 3,522 total SNPs, only 28 (0.80%) did not group to the linkage group corresponding to their predicted physical chromosome (LOD>7.0) and another 12 (0.34%) failed to group with any linkage group. Grouped SNPs were then ordered and the linkage positions compared to their physical positions within their respective chromosomes . Collinearity of the linkage map and the physical map was evident for all chromosome/linkage group comparisons,

indicating that the linkage order of the SNPs was highly correlated with physical order (r = 0.96) along the chromosome.

The MAKER pipeline identified a total of 23,847 gene predictions, which is an increase of 788 genes relative to the annotated SRA1 assembly (Clouse et al., 2016). The completeness of the gene space defined by the annotation was quantified using a large core set of highly conserved plant-specific single-copy orthologs (Simao et al., 2015). Of the 956 plant-specific orthologs, 917 (96%) were identified in the assembly, of which 894 (94%) were considered complete, suggesting a high quality genome assembly.

Regions of reduced recombination relative to physical distance are evident on the linkage groups, presumably corresponding to the physical locations of concentrated heterochromatin within the genome, such as in centromeres, telomeres or satellites. Indeed, recombination is often suppressed in centromeres (Haupt et al., 2001), with estimates of crossover suppression ranging from five-fold to greater than 200-fold depending on the organism (Talbert et al., 2010). Further supporting this assumption is the observation that gene density in these regions is substantially reduced , which is a well-documented feature of the centromere (Mizuno et al., 2011; Philippe et al., 2013). Centromeres in most plants species are dominated by a single monomeric satellite repeat tandemly arranged in megabase-size arrays - making them the most common repeat found in the genome. Centromeric repeat sequences are highly diverse among plant species, with the only commonality being that most share a unit length ranging between 150 and 180 bp, which is close to the size of the nucleosome unit (Henikoff et al., 2001). Using the method of Melters et al. (Melters et al., 2013), we identified a high-copy number 169-bp monomer tandem repeat that aligned specifically with the presumed centromere location in each of the amaranth chromosomes.

Telomeres in plants are defined by a simple telomeric repeat, TTTAGGG (Richards et al., 1988). BLAST searches of the PGA2 amaranth assembly identified 19 regions of tandemly repeated telomeric repeat sequences on 13 of the 16 chromosomes. Most (16) are located within 1 Mb of the end of the chromosomes, with four chromosomes having telomeric repeats capping both ends of their assembly. Considering the difficulty associated with assembling the highly conserved and repetitive sequence of the telomere, the identification of 16 of the possible 32 telomeric ends is indicative of a highly complete chromosome scale genome assembly.

The utility of the assembly, annotation and linkage map was demonstrated by mapping the betalain locus, which controls stem color and serves as a morphological marker for hybrid breeding programs. Pigmentation for stem color segregated in the RIL mapping population (PI 642741, red; PI 481125, green) in a qualitative single-gene fashion (33 red: 13 heterozygous: 25 green; $.-x^2$ =18.6) as determined from scoring $F_{5:6}$ plants. The betalain locus mapped to Chr16 at linkage position 33.1 cM, between SNP markers found at PGA2 reference positions 5,302,418 and 5,632,023 bp. 139 annotated gene sequences are found within a 2 Mb bin surrounding the flanking SNPs, including AH023178 (5,301,687 - 5,302,514) and AH023177 (5,230,972 - 5,238,675) which are annotated as being homologous to CYP76AD1 (cytochrome P450) and DODA1 (4,5-DOPA dioxygenase extradiol 1), respectively, and are the two key enzymes in the betalain biosynthethic pathway (Gandia-Herrero et al., 2013). CYP76AD1 and DODA1 convert L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA) into cyclo-DOPA and betalamic acid, respectively. Betalamic acid and cyclo-DOPA spontaneously cyclize to give red pigments (betacyanin); (Hatlestad et al., 2012) and are thus both candidate genes for targeted investigations.

The monoploid chromosome number for most genera in the Amaranthaceae is x = 9, including genera from the *Allenrolfea, Atriplex, Beta, Blitum, Bosea, Celosia, Chamissoa, Chenopodiastrum, Chenopodium, Corispermum, Grayia, Halogeton, Kochia, Mesembryanthemum, Nitrophila, Nothosaerva, Oxybasis, Salicornia, Salsola, Sarcocornia*, and Suaeda subfamilies, suggesting that x = 9 is the base number for the family (Rice et al., 2015). Interestingly, however, most tetraploid Amaranthus species have chromosome numbers of 2n = 4x = 32 (*A. hypochondriacus, A. caudatus* L., *A. hybridus* L.) or 2n = 4x = 34 (*A. cruentus* L., *A. tricolor* L. and *A. spinosus* L.), suggesting that the genus likely experienced chromosome loss following the ancient tetraploidization. We examined the homoeologous relationships among the 16 chromosomes by comparing homoeologous genes using SynMap (Lyons et al., 2008b). Eight of the 16 chromosomes have clearly identifiable one-to-

one homoeologous relationships (defined as having greater than 75% of the syntenic blocks associated with a single homoeologous chromosome), and six have substantial homoeology with two chromosomes. Interestingly, Chr5 has virtually no connections (<1% of the total connections) to the other chromosomes, suggesting that its homoeolog was likely lost during the evolution of modern amaranth. Furthermore, of the 528 syntenic block connections linked to Chr1, nearly all (96%) are intrachromosomal connections , implying that Chr1 is a fusion of the original subgenome homoeologs.

The publication of chromosome-scale genome assemblies of three species from the Amaranthaceae (beet (Dohm et al., 2014), quinoa (Jarvis et al., 2017) and amaranth, as described here) allows for an investigation of chromosome evolution within this family. The high quality, highly contiguous amaranth assembly allows for syntenic comparisons with beet which, when combined with previous comparisons of beet and quinoa (Jarvis et al., 2017), allows us to infer chromosomal mechanisms of genome evolution in the Amaranthaceae. Based on a basal monoploid chromosome number of x = 9 for genera in this family, we propose that two independent whole genome duplications occurred in the amaranth and quinoa lineages to give rise to the extant tetraploids. While quinoa has retained its haploid chromosome number of n = 18 during the 3.3 - 6.3 million years since genome duplication, the haploid chromosome number of amaranth has been reduced to n = 16 in the 18 - 34 million years since genome duplication. Synteny analysis suggests that this reduction was due to the loss of one homoeolog of Chr5 and the fusion of the two homoeologs of Chr1.

CONCLUSIONS

We report the use of Hi-C chromatin contact maps, supplemented with PacBio long reads to develop a chromosome-scale assembly of the amaranth genome. The genome was constructed from scaffolds produced from short Illumina reads which were subsequently assembled into chromosomes and gap closed using two successive rounds of proximity-guided assembly using *in vivo* generated Hi-C data (Phase Genomics) and gap closing using single molecule long reads (PacBio). The final assembly spans 403.9 Mb and is highly contiguous with contig and scaffold N50s of 1.25 and 24.4 Mb, respectively. Notably, 98% of the assembly length was scaffolded into 16 chromosomes, representing the haploid chromosome number of the species.

The chromosome-scale assembly presented here facilitated the investigation of whole genome evolution and speciation in the Amaranthaceae. Our analyses suggest chromosome loss and chromosome fusion as major evolutionary events in the lineage of the *2n* = 32 amaranths. Interestingly, *A. tricolor* L. and *A. spinosus* L., which belong to different *Amaranthus subgenera* (Albersia and Acnida, respectively (Das, 2016), are reported to have chromosome numbers of *2n* = 34, and thus presumably share only one of these chromosomal reduction events. Chromosomal rearrangements create the postzygotic barriers that are associated with the early stages of speciation as they disrupt meiosis and lead to hybrid breakdown and thus could be critical in defining the genetic underpinnings that define subgenera within the genus. Furthermore, we have clearly established the homoeologous relationship among most of the subgenome chromosomes, which will facilitate future investigations of intragenomic changes that occur post polyploidization, including subgenome gene loss (fractionation) and neofunctionalization.

REFERENCES

Bickhart, D. M., B. D. Rosen, S. Koren, B. L. Sayre, A. R. Hastie, S. Chan, J. Lee, E. T. Lam, I. Liachko, S. T. Sullivan, et al. 2017. Single-molecule sequencing and chromatin conformation capture enable de novo reference assembly of the domestic goat genome. Nature Genetics 49: 643-+.

Burton, J. N., A. Adey, R. P. Patwardhan, R. L. Qiu, J. O. Kitzman, AND J. Shendure. 2013. Chromosome-scale scaffolding of de novo genome assemblies based on chromatin interactions. Nature Biotechnology 31: 1119-1125.

Cantarel, B. L., I. Korf, S. M. C. Robb, G. Parra, E. Ross, B. Moore, C. Holt, A. S. Alvarado, AND M. Yandell. 2008. Maker: An easy-to-use annotation pipeline designed for emerging model organism genomes. Genome Research 18: 188-196.

Chin, C. S., D. H. Alexander, P. Marks, A. A. Klammer, J. Drake, C. Heiner, A. Clum, A. Copeland, J. Huddleston, E. E. Eichler, et al. 2013. Nonhybrid, finished microbial genome assemblies from long-read smrt sequencing data. Nature Methods 10: 563-569.

Clouse, J. W., D. Adhikary, J. T. Page, T. Ramaraj, M. K. Deyholos, J. A. Udall, D. J. Fairbanks, E. N. Jellen, AND P. J. Maughan. 2016. The amaranth genome: Genome, transcriptome, and physical map assembly. Plant Genome 9: 1-14.

Das, S. 2016. Infrageneric classification of amaranths, In S. Das [ed.], Amaranthus: A promising crop of future, 49-56. Springer Nature, Singapore.

Delano-Frier, J. P., H. Aviles-Arnaut, K. Casarrubias-Castillo, G. Casique-Arroyo, P. A. Castrillon-Arbelaez, L. Herrera-Estrella, J. Massange-Sanchez, N. A. Martinez-Gallardo, F. I. Parra-Cota, E. Vargas-Ortiz. 2011. Transcriptomic analysis of grain amaranth (Amaranthus hypochondriacus) using 454 pyrosequencing: Comparison with a. Tuberculatus, expression profiling in stems and in response to biotic and abiotic stress. BMC Genomics 12: 1-18.

Dohm, J. C., A. E. Minoche, D. Holtgrawe, S. Capella-Gutierrez, F. Zakrzewski, H. Tafer, O. Rupp, T. Sorensen, R. Stracke, R. Reinhardt. 2014. The genome of the recently domesticated crop plant sugar beet (Beta vulgaris). Nature 505: 546-+.

Elshire, R. J., J. C. Glaubitz, Q. Sun, J. A. Poland, K. Kawamoto, E. S. Buckler, AND S. E. Mitchell. 2011. A robust, simple genotyping-by-sequencing (gbs) approach for high diversity species. Plos One 6: 1-10.

English, A. C., S. Richards, Y. Han, M. Wang, V. Vee, J. X. Qu, X. Qin, D. M. Muzny, J. G. Reid, K. C. Worley, et al. 2012. Mind the gap: Upgrading genomes with pacific biosciences rs long-read sequencing technology. Plos One 7: 1-12.

Gandia-Herrero, F., AND F. Garcia-Carmona. 2013. Biosynthesis of betalains: Yellow and violet plant pigments. Trends in Plant Science 18: 334-343.

Gnerre, S., I. Maccallum, D. Przybylski, F. J. Ribeiro, J. N. Burton, B. J. Walker, T. Sharpe, G. Hall, T. P. Shea, S. Sykes, et al. 2011. High-quality draft assemblies of mammalian genomes from massively parallel sequence data. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 108: 1513-1518.

Hatlestad, G. J., R. M. Sunnadeniya, N. A. Akhavan, A. Gonzalez, I. L. Goldman, J. M. Mcgrath, AND A. M. Lloyd. 2012. The beet r locus encodes a new cytochrome p450 required for red betalain production. Nature Genetics 44: 816-U130.

Haupt, W., T. C. Fischer, S. Winderl, P. Fransz, AND R. A. Torres-Ruiz. 2001. The centromere1 (cen1) region of Arabidopsis thaliana: Architecture and functional impact of chromatin. Plant Journal 27: 285-296.

Henikoff, S., K. Ahmad, AND H. S. Malik. 2001. The centromere paradox: Stable inheritance with rapidly evolving DNA. Science 293: 1098-102.

Holt, C., AND M. Yandell. 2011. Maker2: An annotation pipeline and genome-database management tool for second-generation genome projects. BMC Bioinformatics 12: 1-14.

Jarvis, D. E., Y. S. Ho, D. J. Lightfoot, S. M. Schmockel, B. Li, T. J. A. Borm, H. Ohyanagi, K. Mineta, C. T. Michell, N. Saber, et al. 2017. The genome of chenopodium quinoa. Nature 542: 307-+.

Li, H. 2013. Aligning sequence reads, clone sequences and assembly contigs with bwa-mem. ARXIV.

Liu, S. C., H. Q. Kuang, AND Z. X. Lai. 2014. Transcriptome analysis by illumina high-throughout paired-end sequencing reveals the complexity of differential gene expression during in vitro plantlet growth and flowering in amaranthus tricolor l. Plos One 9: 1-17.

Lyons, E., AND M. Freeling. 2008a. How to usefully compare homologous plant genes and chromosomes as DNA sequences. Plant Journal 53: 661-673.

Lyons, E., B. Pedersen, J. Kane, AND M. Freeling. 2008b. The value of nonmodel genomes and an example using synmap within coge to dissect the hexaploidy that predates the rosids. Tropical Plant Biology 1: 181-190.

Mallory, M. A., R. V. Hall, A. P. Mcnabb, D. B. Pratt, E. N. Jellen, AND P. J. Maughan. 2008. Development and characterization of microsatellite markers for the grain amaranths. Crop Science 48: 1098-1106.

Maughan, P. J., N. Sisneros, M. Z. Luo, D. Kudrna, J. S. S. Ammiraju, AND R. A. Wing. 2008. Construction of an amaranthus hypochondriacus bacterial artificial chromosome library and genomic sequencing of herbicide target genes. Crop Science 48: S85-S94.

Maughan, P. J., S. M. Yourstone, E. N. Jellen, AND J. A. Udall. 2009. Snp discovery via genomic reduction, barcoding, and 454-pyrosequencing in amaranth. Plant Genome 2: 260-270.

Maughan, P. J., S. M. Smith, D. J. Fairbanks, AND E. N. Jellen. 2011. Development, characterization, and linkage mapping of single nucleotide polymorphisms in the grain amaranths (amaranthus sp.). Plant Genome 4: 92-101.

Melters, D. P., K. R. Bradnam, H. A. Young, N. Telis, M. R. May, J. G. Ruby, R. Sebra, P. Peluso, J. Eid, D. Rank, et al. 2013. Comparative analysis of tandem repeats from hundreds of species reveals unique insights into centromere evolution. Genome Biology 14: 1-20.

Mizuno, H., Y. Kawahara, J. Wu, Y. Katayose, H. Kanamori, H. Ikawa, T. Itoh, T. Sasaki, AND T. Matsumoto. 2011. Asymmetric distribution of gene expression in the centromeric region of rice chromosome 5. Front Plant Sci 2: 1-12.

Page, J. T., Z. S. Liechty, M. D. Huynh, AND J. A. Udall. 2014. Bambam: Genome sequence analysis tools for biologists. BMC Ressearch Notes 7: 829.

Peichel, C. L., S. T. Sullivan, I. Liachko, AND M. A. White. 2016. Improvement of the threespine stickleback (gasterosteus aculeatus) genome using a hi-c-based proximity-guided assembly method. bioRxiv.

Philippe, R., E. Paux, I. Bertin, P. Sourdille, F. Choulet, C. Laugier, H. Simkova, J. Safar, A. Bellec, S. Vautrin, et al. 2013. A high density physical map of chromosome 1bl supports evolutionary studies, map-based cloning and sequencing in wheat. Genome Biol 14: R64.

Rice, A., L. Glick, S. Abadi, M. Einhorn, N. M. Kopelman, A. Salman-Minkov, J. Mayzel, O. Chay, AND I. Mayrose. 2015. The chromosome counts database (ccdb) - a community resource of plant chromosome numbers. New Phytol 206: 19-26.

Richards, E. J., AND F. M. Ausubel. 1988. Isolation of a higher eukaryotic telomere from arabidopsis thaliana. Cell 53: 127-136.

Riggins, C. W., Y. H. Peng, C. N. Stewart, AND P. J. Tranel. 2010. Characterization of de novo transcriptome for waterhemp (amaranthus tuberculatus) using gs-flx 454 pyrosequencing and its application for studies of herbicide target-site genes. Pest Management Science 66: 1042-1052.

Simao, F. A., R. M. Waterhouse, P. Ioannidis, E. V. Kriventseva, AND E. M. Zdobnov. 2015. Busco: Assessing genome assembly and annotation completeness with single-copy orthologs. Bioinformatics 31: 3210-3212.

Stetter, M. G., AND K. J. Schmid. 2017. Analysis of phylogenetic relationships and genome size evolution of the amaranthus genus using gbs indicates the ancestors of an ancient crop. Molecular Phylogenetics and Evolution 109: 80-92.

Sunil, M., A. K. Hariharan, S. Nayak, S. Gupta, S. R. Nambisan, R. P. Gupta, B. Panda, B. Choudhary, AND S. Srinivasan. 2014. The draft genome and transcriptome of amaranthus hypochondriacus: A c4 dicot producing high-lysine edible pseudo-cereal. DNA Research 21: 585-602.

Talbert, P. B., AND S. Henikoff. 2010. Centromeres convert but don't cross. Plos Biology 8.

Van Ooijen, J. 2006. Joinmap 4. Software for the calculation of genetic linkage maps in experimental populations. Kyazma BV, Wageningen, Netherlands.

Walker, B. J., T. Abeel, T. Shea, M. Priest, A. Abouelliel, S. Sakthikumar, C. A. Cuomo, Q. D. Zeng, J. Wortman, S. K. Young, et al. 2014. Pilon: An integrated tool for comprehensive microbial variant detection and genome assembly improvement. Plos One 9: 1-14.

Yang, Z. H. 2007. Paml 4: Phylogenetic analysis by maximum likelihood. Molecular Biology and Evolution 24: 1586-1591.

“EL AMARANTO COMO SOLUCIÓN NUTRICIA PARA UNA DIETA SIN GLUTEN BIEN EQUILIBRADA”

Ana María Calderón de la Barca, Profesora investigadora

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Depto. Nutrición y Metabolismo

PONENCIA MAGISTRAL
País:
Palabras clave:

Al llegar los españoles al “Nuevo Mundo”, les sorprendió la variedad gastronómica con alimentos como los tamales de elote, mezclados con amaranto y capulín. La apreciación del amaranto por su calidad era tal en la región, que iba más allá de la nutrición; estaba ligado a las ceremonias religiosas. La dieta prehispánica estaba equilibrada, con buena proporción de fibra, alta calidad proteica y adecuado aporte de minerales y vitaminas; nutrientes a los que contribuía notoriamente el amaranto. Además, era dieta “sin gluten”.

Actualmente en el mundo debido a diversas causas, se persigue una dieta sin gluten basada en productos ultra-procesados, con alto contenido de almidones y bajas propiedades tecnológicas, por lo que se les añaden diversos aditivos que pueden agravar problemas intestinales. Una parte de quienes evitan el gluten, lo hacen por necesidad debido a que se les ha diagnosticado enfermedad celiaca u otro tipo de intolerancia al gluten. La enfermedad celiaca es autoinmune, la induce el gluten, causando inflamación y daño al intestino, que solo se puede controlar con una estricta dieta sin gluten. La padece un 1% de la población general, que requiere una alimentación saludable, especialmente cuando la enfermedad se desarrolla clásicamente entre los 2 y 3 años de edad. Por lo anterior, los productos con amaranto pueden ser excelentes alternativas para aportar nutrientes de buena calidad, a quienes requieran la dieta sin gluten.

Nuestro objetivo desde hace varios años, ha sido desarrollar productos de panificación, repostería y pastas sin gluten, de buena calidad nutricia, conteniendo harinas de amaranto crudo, tostado y/o reventado, además de otros ingredientes.

Formulamos pan y galletas sin gluten, buscando la mejor combinación entre harinas de amaranto crudo y reventado. La mejor formulación para pan fue la que contenía 60-70% de harina de amaranto reventado y 30-40% de harina de amaranto crudo, que produjo hogazas con miga homogénea y volumen específico aceptable (3.5 mL/g). La mejor receta para galletas contenía 20% de harina de amaranto reventado y 13% de harina de amaranto crudo. Su factor de expansión fue similar al de un referente basado en almidón y la dureza (10.88 N) semejante a la de otras galletas sin gluten. Los productos finales no contenían más de 12 ppm de gluten, cuando la norma marca el límite en 20 ppm. A pesar de que no se añadieron gomas, la funcionalidad de las masas fue aceptable y los panes presentaron 11.8% de proteína, 9.4% de fibra, además de vitaminas como tiamina y niacina; zinc y hierro.

Para formular un pan sin gluten con rico aroma a tradición, se ensayaron mezclas de harina de maíz nixtamalizado, con amaranto reventado. Se obtuvieron hogazas con miga homogénea, corteza uniforme, buena calidad en anaquel y aceptabilidad sensorial adecuada. En cuanto a su composición nutricia, presentaron tres veces más fibra, similar contenido de proteínas, pero de mucho mejor calidad nutricia y menor aporte energético, que el pan de trigo comercial. Desde luego, ideales para el consumo de los que padecen enfermedad celiaca o para quienes gusten del sabor de la cocina mexicana.

Debido a los ingredientes que por lo común se usan como sustitutos de la harina de trigo en los productos sin gluten, es un reto elaborarlos porque tienen bajas propiedades funcionales y nutricias. Esto cuenta tanto para panificación y repostería, como para la elaboración de pasta. Por esto, usamos un proceso de extrusión para mejorar las características de textura de la pasta hecha de arroz y amaranto. Este último, mejoró notablemente las pobres propiedades nutricias del arroz, aportando minerales, fibra y proteína de excelente biodisponibilidad. La mezcla arroz:amaranto 75:25 presentó las mejores características de textura de la pasta. Debido al tipo de procesamiento, el producto final tuvo buena firmeza y evitó pérdidas en la cocción. El almidón de arroz gelatinizándose interactúa con las proteínas de amaranto durante su desnaturalización, en el proceso de cocción por extrusión.

Si no se padece enfermedad celiaca sino alguna intolerancia que permita el consumo parcial de trigo, las pastas preparadas con semolina y la mezcla de harinas de amaranto crudo:reventado 90:10, puede ser una opción rica y nutritiva. La sustitución parcial o total de semolina por la mezcla de amarantos, produjo pastas con diferente calidad de cocción y textura. La pérdida de sólidos de la pasta en la cocción incrementó, el peso y la firmeza decrecieron a medida que fue aumentando la proporción de la mezcla de amarantos, desde 25 hasta 100%. Aun la pasta elaborada con solo harinas de amaranto, tiene propiedades tecnológicas aceptables mientras que su calidad nutricia fue la mejor.

Por lo tanto, el amaranto es una muy buena opción para alimentos sin gluten, que puede aportar propiedades tecnológicas y en especial fibra dietética, proteína de alta calidad nutricia y minerales, a quienes requieren una dieta libre de gluten debido a enfermedad o solo por gusto. ¿Por qué no probar los tamales de elote con amaranto y capulín de nuestros antepasados prehispánicos?.

CONSTRUIR AUTONOMÍA BAJO LA TORMENTA

Gustavo Esteva

Universidad de la Tierra Oaxaca

PONENCIA MAGISTRAL
País: México
Palabras clave:

Dijo bien Eduardo Galeano: en estos tiempos de miedo global, quien no tiene miedo al hambre tiene miedo de comer. A pesar de que disponemos de todos los medios técnicos y económicos para que nadie padeciera hambre, mil millones de personas se van hoy a la cama con el estómago vacío; todos los demás estamos intoxicados por lo que contienen los alimentos que ofrece el mercado. Por consumir esa chatarra en Oaxaca tenemos diabetes, obesidad y desnutrición, todo combinado.

Pero dice bien Vía Campesina: en estas circunstancias no podemos esperar que los gobiernos al servicio del capital modifiquen ese estado de cosas insoportable o que Monsanto, Walmart y otras grandes corporaciones, por una suerte de epifanía moral, empiecen a hacer lo contrario de lo que están haciendo. Por eso, dice Vía Campesina, necesitamos tomar el asunto en nuestras manos, definir por nosotros mismos lo que comemos…y producirlo. Así han redefinido lo que es la soberanía alimentaria, que no es una meta abstracta y general, que establezcan los expertos, sino algo que debemos hacer todas y todos, cada quien en su escala.

Y es lo que estamos haciendo. Estamos construyendo soberanía alimentaria desde abajo. Pequeños campesinos, principalmente mujeres, alimentan hoy al 70% de la población del planeta, a pesar de que el agronegocio posee o controla más de la mitad de los recursos alimentarios del planeta. Y el cultivo urbano de alimentos se extiende ya por todas partes. Aunque con él se producen a veces tomates reaccionarios, presos aún del individualismo y el patrón dominante, también se producen tomates revolucionarios, que son expresión de una nueva sociedad.

El amaranto cumple ya una función central en esta tarea. Se está recuperando una antigua tradición para construir el mundo nuevo. Desde abajo, desde las propias comunidades, bajo la tormenta que hoy padecemos en todas partes con la devastación de la naturaleza y el desgarramiento del tejido social, las comunidades están tomando de nuevo control de su propia comida, para recuperar lo propio –cultivarlo y comerlo- y desechar lo que nos enferma y nos mata.

GRAIN AMARANTH DEVELOPMENTS: OPTICAL GRAIN SORTING, GEOSMIN FLAVOR, AND MALE STERILITY

Brenner, David M.

Department of Agronomy/North Central Regional Plant Introduction Station, Iowa State University, 716 Farm House Lane, Ames, Iowa 50011; email: dbrenner@iastate.edu

PONENCIA MAGISTRAL
País: United States of America
Palabras clave: germplasm

The amaranth grain industry is developing in new ways. My information about the future is incomplete, but I will explain some developments that I think are interesting.

India has become a major amaranth grain exporter. This is what I hear from my grain-buyer friend, and what I see online. Production in the United States is below what it was in the early 1990s, and very small. The amaranth grain that I see for sale in Ames, Iowa, where I live and shop, is excellent, for large seeds and uniformity. It probably originates in India, and was probably cleaned by optical sorting. The advertisements I find online for amaranth grain export, from India mention SORTEX cleaning. SORTEX is a brand of optical seed cleaners manufactured by Buhler, which is a multi-national company. There are other brands of optical sorter machines. These optical sorters detect off-type material such as black seeds in a thin stream of material and use a blast of compressed air to eject the off-type seeds.

Geosmin, which derives from Greek for “earth smell” is probably the main flavor in amaranth grain. It is an organic compound, and the important flavor in beets (remolacha). Table beets are sweet but they have an earthy flavor which some dislike, and others like. Plant breeders that work with beets have lines with both high and low geosmin. Dr. Irwin Goldman and his group at the University of Wisconsin are active in geosmin research. They discovered that geosmin is found throughout the Amaranthaceae plant family (Maher and Goldman, 2017) which includes beets and amaranths. Presumably the earthy taste of amaranth grain is because of geosmin, although as far as I know this is not proven. The geosmin flavor is economically important because bakers mix amaranth flour with other foods to hide the amaranth-geosmin flavor. If we had low-geosmin amaranth grain varieties, new food uses would be possible, and the market could expand. I lack the ability to measure geosmin in amaranths, but I hope that someone does since this is an opportunity for improvement.

We, at North Central Regional Plant Introduction Station (NCRPIS), in Ames, Iowa, have a new cytoplasmic male sterile amaranth accession PI 686465 available for distribution. It is from a cross between male sterile plants of PI 568125, and PI 568179. Male fertility can be restored by crossing PI 686465 with PI 538323. Similar male sterility has aided crossing and hybrid plant breeding for other crops. We also assemble and document dwarf, non-shattering, and wild *Amaranthus* species germplasm. Our intention is to anticipate

research needs with a diverse and readily accessible germplasm collection. The NCRPIS provides genetic resources for research and especially for plant breeding from our gene bank collection of 3,371 amaranth accessions (USDA, ARS 2018). Seeds are distributed for research objectives free-of-charge via the USDA-ARS Germplasm Information Network web site.

REFERENCES

Maher, L.; Goldman, I.L. (2017). Bi-Directional Recurrent Half Sib Family Selection for Geosmin Concentration in Table Beet (Beta vulgaris). Crop Science. doi:10.2135/cropsci2017.02.0111

USDA, ARS, National Plant Germplasm System. (2017). Germplasm Resources Information Network (GRIN Global) database. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, MD. https://www.ars-grin.gov/npgs/ (accessed 16 Sept. 2018).

CONSERVACIÓN, ESTUDIO Y USO DE GERMOPLASMA PARA EL MEJORAMIENTO GENETICO DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) EN MÉXICO

Espitia Rangel E.[1], D. Escobedo López[1], A.V. Ayala Garay[1], P. Rivas Valencia[1], M.G. Valverde Ramos[1] y L.F. Sesma Hernández[1]

[1]INIFAP-CIRCE, Campo Experimental Valle de México km 13.5 Carretera Los Reyes-Texcoco. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. espitia.eduardo@inifap.gob.mx
www.inifap.gob.mx

PONENCIA MAGISTRAL
País: México
Palabras clave:

INTRODUCCIÓN

El amaranto es una planta que tiene la capacidad de crecer en suelos pobres y en condiciones poco favorables. Presenta una notable capacidad de desarrollo bajo ambientes salinos no aptos para otros cultivos, como cereales, con una baja disponibilidad hídrica y una alta intensidad luminosa. Se ha reportado, también, que algunas especies de *Amaranthus* soportan altas tasas de infestación por insectos herbívoros en condiciones de campo con diferentes efectos sobre la productividad. El amaranto es un cultivo importante en México, dado su valor nutritivotanto en cantidad (14 a 18%) como en calidad de su proteína, que supera a cereales de uso común como el trigo, el arroz, la avena y el maíz; pues el amaranto produce semillas con mayores niveles de proteína total, así como del aminoácido lisina, generalmente deficiente en otros cereales, por lo que puede colocarse en diferentes nichos de mercado. La gran mayoría de la producción de amaranto en México se realiza con variedades criollas, las cuales presentan muchas características desventajosas, por lo que es necesario realizar mejoramiento genético a fin de obtener variedades mejoradas que permitan un cultivo más sustentable; para ello la disponibilidad de variabilidad genética es indispensable. El amaranto tiene su centro de origen y diversidad más importante a nivel mundial en México, por lo que es necesario colectar, conservar, estudiar y utilizar racionalmente este valioso recurso genético. En el presente documento se presentan los avances del programa de amaranto en la estrategia para la conservación, estudio y utilización de los recursos genéticos en México. En este documento se presentan las principales aportaciones del programa de amaranto del INIFAP en temas como, recolección de germoplasma, áreas prioritarias para recolección de *Amaranthus*, clasificación subespecífica de *Amaranthus*, avances en el premejoramiento, metodología para el mejoramiento por hibridación, variedades mejoradas de amaranto y descripción de la cadena.

AMARANTO EN MÉXICO

El amaranto es un cultivo estratégico en la alimentación de los mexicanos (Ayala et al., 2014), dado su valor nutritivo tanto en cantidad como en calidad de su proteína que supera a cereales de uso común como el trigo, el arroz, la avena y el maíz (Morales et al., 2009), y además se produce desde tiempos prehispánicos.

Barba de la Rosa *et al*. (2009) confirman lo anterior, ya que encontraron que el amaranto produce semillas con altos niveles de proteína total, así como del aminoácido lisina, generalmente deficiente en otros cereales (Belton y Taylor, 2002), por lo que puede colocarse en diferentes nichos de mercado importantes.

Durante el periodo de 2009 a 2017, el amaranto se ha cosechado en 12 estados de la República Mexicana (SIAP-SAGARPA, 2018), sobresaliendo por superficie los estados de Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Morelos y Ciudad de México (Cuadro 2).

La producción ha presentado una tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 5.2 % de 2009 a 2017, el estado de Puebla es el principal productor, seguido de Tlaxcala y el Estado de México (Cuadro 1).

Los mejores rendimientos se han obtenido en el Estado de México con un promedio de 2.13 t ha^{-1} y en Morelos un promedio de 1.32 t ha^{-1}; Puebla que es el principal productor presenta un rendimiento de 1.27 t ha^{-1} durante el periodo de referencia.

Se observa un repunte en la producción de 2014 a 2016 a nivel nacional, posiblemente atribuible al precio nominal de $11,296 por t en 2013, y de 11,505 en 2014, para disminuir a 11,114 en 2015 (SIAP-SAGARPA, 2018), ya que, en 2010, 2011 y 2012, este fue de $6,499.34, $3,605.8 y $6,416.00 respectivamente.

Sin embargo, los precios reales pagados al productor han decrecido a una TMAC de -2.25 %, variación de precios que se observa en la figura 1.

Actualmente, el cultivo se desarrolla en pequeñas comunidades en condiciones de escasez, no sólo de recursos naturales como lo es el agua,

Cuadro 1. Producción de amaranto por entidad federativa de 2009 a 2017 en México.

Estado	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Tlaxcala	196	193	276	499	1791	3509	4795	2341	1118
Puebla	3356	2489	2494	2887	2143	2189	2334	2102	2781
Estado de México	440	491	372	362	306	301	1061	957	871
Morelos	325	303	284	372	130	301	102	340	7
Cd. de México	151	165	176	157	161	161	150	206	140
Oaxaca	7				69	68	70	98	108
Otros	19	230	4	1	17	18	39	9	
Total	4493	3870	3606	4279	4618	6547	8551	6052	5025

Fuente: Elaboración propia con información de SIAP-SAGARPA, 2018.

Cuadro 2. Superficie cultivada de amaranto por entidad federativa de 2009 a 2017 en México

Estado	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Tlaxcala	191	191	521	461	1287	2491	3485	1556	638
Puebla	2816	2236	2270	2233	1967	1950	2017	2089	1975
Estado de México	191	262	213	188	157	148	516	400	373
Morelos	329	253	208	270	100	223	235	250	5
Cd. de México	137	137	137	183	136	142	141	172	123
Oaxaca	7				45	43	44	74	77
Otros	21	79	6	2	38	35	53	5	
Total	3692	3158	3354	3337	3729	5032	6490	4545	3191

Fuente: Elaboración propia con información de SIAP-SAGARPA, 2018.

Figura 1. Dinámica del precio medio rural real pagado al productor ($/t).
Fuente: Elaboración propia con información de SIAP-SAGARPA, 2018 e INEGI.

sino también de tecnología en la producción y transformación en las regiones donde se produce. Las instalaciones de las unidades de producción varían en cuanto a equipamientos e infraestructura, generalmente se ubican en las casas de los productores y ahí se han adaptado talleres en donde se encuentran desde equipos de uso doméstico hasta hornos industriales (Ayala *et al*., 2016a).

A pesar de su importancia económica y social, el amaranto no ocupa un lugar dentro de los productos que son considerados básicos y estratégicos en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (Ayala *et al*., 2012). Además, Ayala *et al*. (2016b) identifican que el mayor riesgo en la cadena de valor del amaranto está del lado de los productores, pues la producción depende de las condiciones climáticas, ya que las lluvias al momento de la cosecha pueden hacer perder la producción; no obstante, la utilidad se incrementa conforme se avanza en los eslabones de la cadena.

En los Valles Altos del Centro de México, aproximadamente el 95% de los productores son minifundistas con extensiones de 3.10 ha en maíz y el 0.5 en amaranto (INEGI, 2007). En las diversas zonas donde se cultivan, su producción se realiza con uso limitado o nulo de maquinaria e insumos que permitan maximizar el potencial del cultivo y poder incrementar la producción por hectárea, debido básicamente a que son cultivos de temporal con un manejo laborioso; además de que el empleo de mano de obra es elevado. La producción primaria de estos cultivos demanda una gran cantidad de mano de obra, sobre todo en la cosecha. De acuerdo con Cortés *et al*. (2009), si bien se genera empleo en la región, esto influye en el incremento de los costos de producción. Ortiz y Rossel (2007), y Ayala *et al*. (2014), mencionan que la principal limitante para la producción de amaranto en los pequeños productores del centro del país es la falta de maquinaria agrícola; la cual debe ser acorde a las necesidades del usuario, dependiendo del tipo de trabajo que requiera el productor para optimizar las actividades del campo. La mecanización agrícola es fundamental en el incremento de la producción, puesto que permite aumentar el área cultivada, mejorar las técnicas del cultivo y bajar los costos (Cuauhtémoc, 2011).

RECOLECCIÓN DE GERMOPLASMA

La variación genética puede ser mantenida bajo diferentes sistemas y metodologías. La conservación de recursos genéticos es esencial, tanto para asegurar que los mejoradores profesionales continúen con acceso a los genes y complejos de genes que se necesitan para el mejoramiento actual y futuro de los cultivos. Las colectas de germoplasma de amaranto para la conservación *ex situ* han sido con el propósito de enriquecer la base genética de la colección de semilla, de donde posteriormente se podrán liberar nuevas variedades con características específicas para las diversas zonas productoras del país.

Debido a la amplia distribución del germoplasma silvestre, se colectó en lugares desde climas templados hasta climas cálidos,

Cuadro 3. Frecuencia de las accesiones y especies de *Amaranthaceae* en la colección de INIFAP en 2009-2016.

Especie	Colectas*	Proporción
hypochondriacus	712	67.49
cruentus	132	12.51
hybridus	30	2.84
caudatus	24	2.27
retroflexus	8	0.76
palmeri	7	0.66
spinosus	4	0.38
powellii	3	0.28
wastonii	2	0.19
acutilobus	2	0.19
fimbriatus	6	0.57
sp	30	2.84
Chenopodium quinoa	90	8.53
Chenopodium berlandieri	5	0.47

*Se tienen colectas que aún no se han catalogado

principalmente en los estados de Morelos (Amilcingo y Huazulco), Tlaxcala (San Miguel del Milagro y Santa Apolonia Teacalco), Puebla (Cohuecan, San Juan Amecac, Tochimilco, Tochimizolco), Estado de México (Texcoco), Guanajuato (Ciudad Manuel Doblado, San Felipe, San Miguel de Allende y Celaya), Distrito Federal (Tulyehualco, Mixquic, Tecomitl, Tlaxialmanalco y Tetelco), San Luis Potosí (Ébano, Matehuala y San Luis Potosí), Coahuila (Saltillo y Matamoros). Se encontraron híbridos interespecíficos de *A. cruentus* con *Amaranthus hybridus* reportados anteriormente (Gupta y Gudu 1991).

En el Cuadro 3 se presenta el germoplasma colectado por especie en el INIFAP; en la colección de SINAREFI se tienen alrededor de 1500 accesiones. En el estado de Puebla se encontró principalmente *Amaranthus hypochondriacus* raza Azteca en las partes altas como Tochimilco, Tochimizolco y Amecac; mientras que en las partes bajas como Huaquechula, Santa Clara y Santiago Tecla se encontró principalmente *Amaranthus cruentus* raza Mexicana debido a que estas localidades se encuentran a menor altitud; de hecho, hay localidades donde ambas especies se mezclan. En Huazulco y Amilcingo Morelos se encontró *A. cruentus* raza Mexicana, es aquí donde probablemente se tenga la mayor variabilidad de materiales cultivados de esta especie. En las localidades del Distrito Federal como Tulyehualco, Tetelco, Tecomitl y Atlapulco se encontró *A. hypochondriacus* raza Azteca. De igual manera en las localidades de Amecameca, Cuijingo, Tlalmanalco, Juchitepec y Ozumba del estado de México y en San Miguel del Milagro y Santa Apolonia Teacalco en el estado de Tlaxcala.

Dentro del germoplasma colectado se encontraron materiales con características especiales como variantes de crecimiento determinado en la zona productora Tlaxcala. También se colectaron materiales predominantemente machos, materiales con gran producción de polen, en este caso se colectaron las plantas vecinas ya que estas plantas no producen semilla. Se encontraron también lo que parece ser fuentes de androesterilidad ya que son plantas que no producen polen. Dentro de la raza Azteca se tienen los materiales con mayor potencial de rendimiento a nivel mundial, mientras que en la Raza Nepal se encuentran los materiales con mayor precocidad.

Clasificación subespecífica en *Amaranthus*

En los primeros esfuerzos por sistematizar la variabilidad se crearon los tipos de grano o grupos morfológicos, los cuales representan una parte del espectro de la variación genética dentro de las especies. Las accesiones dentro de un grupo morfológico pueden ser consideradas como variedades nativas; éstos son individuos domesticados de reproducción sexual con características que les permiten ser

distinguidos de otros grupos. Consecuentemente, la designación más apropiada para los tipos de grano es el de raza. Cada raza tiene una distribución definida y ha sido desarrollada bajo diferentes condiciones agroclimáticas que hacen que la evolución de cada una de ellas sea diferente (Espitia, 1994).

Por la amplia variabilidad de las especies cultivadas de *Amaranthus* se menciona que *A. hypochondriacus* presenta cinco razas (Azteca, Mercado, Mixteca, Nepal y Picos), *A. cruentus* presenta tres razas (Africana, Guatemalteca y Mexicana) y *A. caudatus* presenta tres razas (Sudamericana, Edulis y Ornamental) (Espitia 1992). Estas razas fueron clasificadas por su uso y lugar de cultivo, pero no existe una caracterización morfológica que permita la separación de las mismas. Un estudio reciente tuvo como objetivo hacer una caracterización de germoplasma de las razas Sudamericana, Azteca, Mercado, Mixteca, Nepal, Africana, Guatemalteca y Mexicana mediante características de morfometría de la semilla, fenología, morfología de la planta y de la inflorescencia, utilizando un análisis discriminante canónico.

De acuerdo a un análisis discriminante canónico, la matriz de covarianzas tiene rango completo y acumula el 93.27% de la varianza en tres raíces canónicas (CR) donde la primera raíz canónica (CR1) estuvo asociada principalmente a las variables número de días a la aparición de la primera panoja, número de días a la primera antesis, número de días a madurez (datos fenológicos), altura de planta y número de panículas por inflorescencia (datos morfológicos de la planta); mientras que el CR2 estuvo asociada a la longitud el tépalo interno, y los índices de forma de la simila de redondez, compactación y alargamiento (forma de la semilla), y finalmente el CR3 estuvo asociado a peso de 1000 semillas, área, longitud el eje mayor, longitud del eje menor y al diámetro Feret (tamaño de la semilla). Tanto las especies como las razas se encuentran bien definidas de acuerdo al análisis discriminante canónico y presentan características propias de cada una de ellas.

Las razas de *A. hypochondriacus* representadas en la parte superior del gráfico de la Figura 2. Presentan formas de semillas similares tendientes a redondas que son un rasgo típico de domesticación para esta especie; sin embargo, están dispersas en el CR1 por lo que tienen mayor diversidad.

Las tres razas de *A. cruentus* se diferencian principalmente por la forma de la semilla en la que la raza Guatemalteca presenta las semillas más alargadas y las semillas de la raza Mexicana con tendencia a redondas. Mientras que la raza Africana es ligeramente más tardía y con forma intermedia entre las otras dos razas, estos resultados concuerdan con lo reportado con anterioridad (Espitia 1992; Espitia 1994). *A. caudatus* es más cercana a *A. cruentus* que a *A. hypochondriacus*.

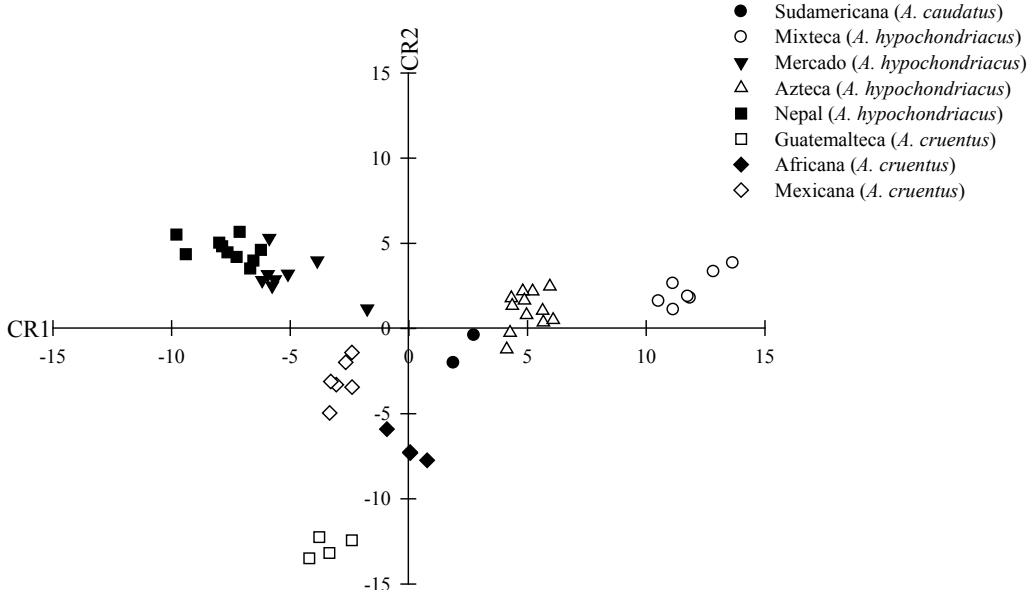


Figura 2. Representación gráfica de las dos primeras raíces canónicas de ocho razas de amaranto evaluadas con 23 variables.

Avances en el Premejoramiento

Con el fin de ayudar tanto en estudios genéticos como de mejoramiento se ha trabajado en la identificación y formación de genotipos o grupos con diferentes características importantes. Por ejemplo, se identificaron materiales de alto rendimiento de grano (2500 a 3500 kg ha^{-1}). Dentro del germoplasma de la raza Azteca se tienen los materiales de mayor potencial de rendimiento de grano, sin embargo, son de más de 170 días a madurez y de plantas muy altas (1.8 a 3 m) que no permiten la mecanización de la cosecha. Dentro de la raza Nepal se tienen materiales más precoces y de menor altura de planta, los cuales tienen mucho potencial para desarrollar variedades adecuadas para un cultivo más intensivo. Se tiene en desarrollo materiales indehiscentes derivados de la cruza de *A. powellii* con *A. hypochondriacus* y *A. cruentus* mediante mejoramiento convencional. El carácter de dehiscencia-indehiscencia involucra probablemente pocos genes Mendelianos (Brenner *et al*., 2000).

El crecimiento determinado podría resultar de interés para mejoramiento genético con la finalidad uniformizar madurez, tamaño de semilla y cosecha mecánica (Espitia-Rangel *et al.* 2010). Se encontró un mutante en *A. hypochondriacus* partir del cual se generaron un grupo de líneas quasi-isogénicas que solamente difieren en este carácter. Estas pueden utilizarse para estudiar qué ventajas agronómicas confiere el carácter.

Comparación de líneas quasi-isogénicas de crecimiento determinado e indeterminado

El carácter determinado se reportó en *A. caudatus.* La importancia de esta característica es que podría resultar de interés para mejoramiento genético con la finalidad uniformizar madurez, tamaño de semilla y cosecha mecánica. Se encontró un mutante en *A. hypochondriacus* partir del cual se generaron un grupo de líneas quasi-isogénicas que solamente difieren en este carácter. Estas pueden utilizarse para estudiar qué ventajas agronómicas

Tabla 4. Comparación de medias del peso de 1000 semillas (g) de 25 familias F4 por tipo de crecimiento.

Variedad	Peso de mil semillas (mg)	Germinación primer conteo (%)	Germinación segundo conteo (%)
Benito	0.661b	78.714b	87.429b
Nutrisol	0.648b	86.143a	97.571a
Determinada	0.861a	89.714a	97.429a
DMH	0.020	5.700	2.928

Variedad	Peso de mil semillas (mg)	Germinación primer conteo (%)	Germinación segundo conteo (%)
Benito	0.661b	78.714b	87.429b
Nutrisol	0.648b	86.143a	97.571a
Determinada	0.861a	89.714a	97.429a
DMH	0.020	5.700	2.928

Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Tukey, p = 0.05)

Tabla 5. Comparación de medias de parámetros de calidad física y fisiológica en variedades de hábito de crecimiento indeterminado y determinado.

Tipo de crecimiento	Peso 1000 semillas (g)
Determinado	0.676a
Indeterminado	0.575b

Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Tukey, p = 0.05); DMH: Diferencia mínima significativa honesta.

confiere este carácter. En este ciclo se tienen sembradas las líneas F7 y estas podrán utilizarse para estudios genéticos y en mejoramiento.

Uno de los efectos que tiene el crecimiento indeterminado es que produce semillas de mayor tamaño (Cuadro 4), se evaluaron 25 familias con crecimiento determinado comparándolas con 25 familias de crecimiento indeterminado y se encontró que efectivamente los amarantos de crecimiento determinado producen semillas más uniformes y de mayor tamaño que sus contrapartes de crecimiento indeterminado.

En otro estudio se comparó una variedad determinada con las variedades mejoradas disponibles para determinar el efecto del crecimiento determinado sobre la calidad física y fisiológica de la semilla (Tabla 5), se encontró que el crecimiento determinado presenta mayor peso de semillas que las variedades de crecimiento indeterminado, así mismo presenta mejor calidad de semilla, por lo que sería otra ventaja agronómica asociada al crecimiento determinado.

Otro carácter importante es el almidón aglutinante y no aglutinante dependiendo del contenido de amilosa. El almidón se puede utilizar para el desarrollo de productos que requieran que el amaranto se aglutine, una posibilidad que podría complementar los productos elaborados con arroz japónica, aprovechando la característica del almidón del amaranto. Se reporta que en *A. hypochondriacus* hay materiales con cero o bajo contenido de amilosa. Se integró un grupo de líneas quasi-isogénicas (aglutinantes y no aglutinantes) para probar este carácter y poder determinar qué ventajas confiere en la elaboración de productos novedosos. El crecimiento determinado es un carácter de sumo interés en el mejoramiento genético para uniformizar madurez, tamaño de semilla y cosecha mecánica (Espitia-Rangel *et al.* 2010). También se detectó un mutante para tipo de testa en *A. hypochondriacus* a partir del cual se generó un grupo de 20 líneas quasi-isogénicas que solamente difieren en este carácter. Estas líneas pueden utilizarse para estudiar qué ventajas agronómicas e industriales confieren los dos tipos de testa (Cuadro 6).

En el cuadro 6 se presenta la comparación de medias para las diferentes variables estudiadas, donde se puede observar que las líneas con testa opaca presentaron mayor volumen de reventado, mayor incremento de volumen, menor peso hectolítrico y peso de grano sin reventar. Las semillas con testa cristalina presentaron mayor peso hectolítrico, y mayor peso de grano sin reventar y menor volumen de reventado e incremento de volumen.

El hecho de que las líneas de testa opaca hayan presentado menor peso hectolitrito indica que su semilla es de menor tamaño por lo que resulta lógico que presenten mayor volumen de reventado, ya que, mayores volúmenes de semilla expandida se obtienen de semillas pequeñas que tiene menor volumen en crudo. El mayor valor en volumen de reventado e incremento de volumen en las semillas de testa opaca significan que éstas presentan mejor capacidad de reventado, lo cual confirma el conocimiento tradicional de que las semillas con testa opaca sin o de bajo contenido de amilosa, de almidón aglutinante son las más adecuadas para la elaboración de productos a partir de grano reventado y productos que requieran aglutinamiento. El carácter opaco es recesivo, lo cual indica que la testa cristalina es el estado normal y original de la testa de la semilla. Que en algún momento ocurrió una mutación con la que apareció la testa opaca y seguramente por su mejor capacidad de reventado se fue seleccionando hacia ese carácter, dando como resultado que la mayoría de los amarantos cultivados sean de testa opaca.

Los genotipos de amaranto con testa opaca, presentaron mayor volumen de grano reventado e

Cuadro 6. Capacidad de reventado de dos grupos de 20 líneas quasi-isogénicas para tipo de testa.

Tipo de testa	Peso hectolítrico (kg/Hl)	Volumen de grano reventado (cm^3)	Peso de grano sin reventar (g)	Incremento de volumen
Opacas	0.84b	46.59a	3.23b	4.63a
Cristalinas	0.85a	24.00b	5.05a	2.38b

Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Tukey p = 0.05)

incremento de volumen y menor peso hectolítrico y peso de grano sin reventar, por lo que se infiere que presentaron mejor capacidad de grano reventado que los genotipos con testa cristalina, debido al nivel de organización y estructuración de la amilosa y la amilopectina que determinan las propiedades fisicoquímicas y funcionales del grano.

Metodología para el Mejoramiento por hibridación

El amaranto presenta el fenómeno conocido como plasticidad fenotípica el cual consiste en modificar la morfología fenología de la planta en respuesta a las diferentes condiciones ambientales (Espitia, 1994). Entonces el tamaño de la planta y la duración de las diferentes fases fenológicas se puede modificar al restringir la disponibilidad de temperatura, luz, agua, suelo, etc. Si la planta de amaranto es sembrada en una maceta pequeña produce una planta miniatura totalmente funcional, es decir florece, madura y produce semilla viable; es fácil de mantener en invernadero con los requerimientos de temperatura de la planta. Esta característica de la planta de amaranto ha sido aprovechada para realizar los cruzamientos necesarios en un programa de mejoramiento, pues la estructura de la inflorescencia se simplifica en plantas miniatura; ya que los glomérulos que nacen directamente del raquis, presentan menos dicasios que las plantas normales, esto facilita enormemente la emasculación. Es conveniente que las plantas con fines de cruzamientos se cultiven en invernadero con el fin de controlar las condiciones ambientales. Las plantas se deben de sembrar en pequeños macetas; por ejemplo, en un contenedor de 3.7 x 3.7 cm y 5.8 cm de fondo produce plantas de 15 a 45 cm dependiendo del genotipo comparadas con plantas de 2 m ó más en campo; otra opción es utilizar charolas de 200 o 338 cavidades donde se en plantas del tamaño adecuado para hacer cruzamientos.

La hibridación en amaranto ofrece buenas perspectivas para lograr objetivos importantes en la producción, mayor tamaño de grano, resistencia a enfermedades, entre otros, más aún para reunir en una sola variedad varios caracteres favorables. Si deseamos obtener una variedad de grano grande y hábito de crecimiento erecto, forzosamente tenemos que recurrir a la hibridación, ya que estos caracteres se encuentran en diferentes especies, cultivares o razas y de diferentes ambientes. Se ha demostrado la existencia de heterosis en híbridos interespecíficos entre *A. cruentus* y *A. hypochondriacus*, sin embargo, al parecer no existe heterosis intraespecífica. Por el tamaño de las flores y de la inflorescencia se recomienda hacer los cruzamientos artificiales en condiciones de invernadero en miniplantas cultivadas en recipientes pequeños, esto facilita la emasculación ya que solo habrá una flor estaminada en cada glomérulo. Sin duda un aspecto que ha frenado el mejoramiento por recombinación de progenitores es el desconocimiento de la técnica para la polinización artificial. Esta metodología se basa principalmente en el trabajo realizado por varios investigadores de Rodale Research y en experiencias del autor principal, actualmente se está utilizando en varios programas de mejoramiento de amaranto a nivel mundial.

Objetivos del mejoramiento genético

Se han mencionado varias características para describir una planta modelo de amaranto de grano. Esta descripción seguramente evolucionará conforme se aprenda más sobre este cultivo, con la diversificación de usos, así como de nichos climáticos donde el amaranto demuestre ventajas comparativas. El ideotipo de la planta de amaranto puede ser descrita como una planta con una altura de 1 a 1.5 m, madurez de acuerdo a los requerimientos de cada región, vigor en la semilla, sin ramificaciones, semilla blanca, inflorescencia encima del follaje, resistencia a plagas y enfermedades, caída de semilla mínima, secado uniforme, semilla grande y alto rendimiento (Weber y Kauffman 1990). Para la producción de forraje la producción de biomasa total será muy importante. (Pandey 1981). Componentes nutricionales y funcionales como proteína, aceite, almidón, serán importantes para usos industriales y propósitos nutracéuticos del amaranto. A continuación, se discuten algunas ideas sobre mejoramiento para algunas características y fuentes de germoplasma para las mismas.

La gran mayoría de los programas de mejoramiento tienen como objetivo fundamental el incremento en el rendimiento de grano, en amaranto esto ha sido más enfocado a hacia la obtención de rendimientos más consistentemente. Desafortunadamente la pérdida parcial o total de siembras comerciales de amaranto es muy frecuente, debido ya sea por fallas en la cosecha o por un pobre establecimiento a la siembra. Se han reportado rendimientos promedio alrededor de las 3 toneladas, sin embargo, se han tenido reportes excepcionales por encima de las 5 toneladas (Espitia 1990 y Mujica *et al.,* 1997) esto indica que el incremento de mayores rendimientos es posible.

Un aspecto importante en relación al rendimiento es la influencia que tiene el ambiente sobre el mismo y la interacción de los genotipos x ambiente. Espitia (1991) en un experimento de 30 genotipos de amaranto en ocho localidades de la Mesa Central detectó gran variación entre ambientes (desde favorables hasta críticos), entre genotipos y en la interacción genotipo ambiente en todos los caracteres evaluados. Mediante el análisis de parámetros de estabilidad (Eberhart y Russell, 1966), se identificaron trece genotipos deseables por su rendimiento, trece por su precocidad a madurez y 23 por su altura de planta. Cuatro genotipos se consideraron con adaptación adecuada en los ambientes evaluados por su rendimiento y caracteres agronómicos, todos pertenecientes a la raza Mercado; por lo anterior, esta raza (*A*. *hypochondriacus*) es la que tiene mayor posibilidad de adaptación para las condiciones de temporal de la Mesa Central de México.

Caída de semilla o dehiscencia es otro objetivo importante en un programa de mejoramiento de amaranto ya que la mayoría de las variedades cultivadas presentan un alto grado de caída de semilla a la madurez. Esto se debe a la tendencia normal del utrículo a abrirse a la madurez de la planta. Con el movimiento del viento a con las sacudidas de las plantas durante la cosecha, una buena cantidad de semilla cae perdiéndose y reduciendo el rendimiento. Mediante mejoramiento genético se puede reducir este problema desarrollando variedades que tengan utrículos indehiscentes; ya que existen especies relacionadas a las cultivadas con utrículo indehiscente y poblaciones nativas cultivadas con menor caída de grano (Hauptli *et al*., 1979; Brenner y Hauptli, 1990). La característica de utrículo indehiscente se transfirió de *A. powellii* a *A. hypochondriacus* y *A. cruentus* mediante mejoramiento convencional (Brenner 1992). El carácter de dehiscencia-indehiscencia involucra probablemente dos ó pocos genes Mendelianos (Brenner *et al*., 2000). El carácter indehiscente es un objetivo muy importante en los programas de fitomejoramiento de amaranto para grano, debido a la pérdida de las semillas. Con respecto a éste tema algunos resultados se han obtenido. El carácter indehiscente ha sido transferido de *A*. *powellii* (PI 572261) a *A*. *cruentus* y *A*. *hypochondriacus* usando las técnicas tradicionales de mejoramiento.

Frecuentemente se menciona el incremento del peso o tamaño de semilla como un objetivo del programa de mejoramiento genético de amaranto (Weber y Kauffman 1990). Semillas de mayor tamaño incrementarían seguramente el vigor de plántula, facilitaría el manejo, incrementaría la eficiencia en el reventado; sin embargo, el incremento del tamaño de la semilla también traería consigo una reducción en la proteína, si en incremento se da en el endospermo, en oposición a que si se diera en el embrión o en los cotiledones. Kauffman 1981 no pudo incrementar el tamaño de la semilla por selección. Hay especies relacionadas que podrían servir como germoplasma para incrementar el tamaño de la semilla, los mayores tamaños de semilla en el género se dan en *A. pumilus* y *A. cannabinus*, alcanzando más de 0.2 g por cada 100 semillas. Espitia (1994) reporta que la poliploidía podría ser otra opción de incrementar el tamaño de semilla, este mismo autor reporta que las accesiones de crecimiento determinado presentan ligeramente mayor tamaño de semilla.

Con el fin de facilitar la cosecha mecanizada y reducir el problema de acame es necesario reducir la altura de planta. Poblaciones nativas de las Razas Azteca y Mixteca pueden alcanzar alturas de planta sobre los 3 m bajo condiciones óptimas de crecimiento; mientras que poblaciones de las razas Prima y Picos pueden alcanzar 0.5 m en condiciones limitantes. Se han seleccionado líneas de baja estatura en las razas Africana, Nepal y Sudamericana; otras fuentes de plantas de baja estatura se han identificado en cruzas de *A. hypochondriacus* x *A. cruentus*, *A. hypochondriacus* x *A. hybridus* y *A. hypochondriacus* x *A. quintensis* (Weber y Kauffman 1990, Pandey 1982, Kulakow y Jain, 1987). Se ha indicado que métodos de selección reciproca recurrente podrían ser de utilidad para explotar la aptitud combinatoria general, así como efectos aditivos de genes menores para altura de planta (Pandey, 1982). En la raza Nepal se han encontrado genotipos con entrenudos cortos que podrían utilizarse para reducir la altura de planta en este cultivo.

Un objetivo importante en un programa de mejoramiento debe ser la capacidad de reventado de la semilla. En México la semilla de amaranto se ha empleado tradicionalmente en la elaboración de la golosina denominada “alegría”, que se obtiene con el grano tostado en casa, proceso en el que no existe ningún control sobre tiempo o temperatura de reventado, contribuyendo a mayor desperdicio de materia prima y pérdidas de nutrientes (Bressani, 1984). El reventado de la semilla de amaranto conlleva varios propósitos: impartir sabor, color y aroma agradables, mejorar la relación de eficiencia proteínica (PER) así como la digestibilidad y la

destrucción de factores antifisiológicos, lo que hace más nutritiva a la semilla) Beschart *et al.*, 1981; Jaik y Tena, 1984; Sánchez-Marroquín, 1980; Tena, 1984) Los resultados en el incremento del volumen de la semilla van desde 390% (Jaik y Tena, 1984) hasta 1050% (Teutonico y Knorr, 1985) con pérdidas variables de peso y nutrientes. El alto volumen de reventado del amaranto se atribuye al reducido tamaño de los gránulos de almidón (de una a 3 micras); a su forma esférica, angular o poligonal; a su bajo contenido de amilasa (7.2%), bajo poder de hinchazón, alta solubilidad, gran capacidad de retención de agua y alto rango de temperatura de gelatinización. Otros factores importantes en el volumen de expansión son la humedad del grano en el momento del reventado, el tiempo y las condiciones de almacenamiento, la temperatura de reventado, la madurez de la semilla y el tipo de almidón. En México, Vázquez *et al*. (1992) estudiando la capacidad de reventado de genotipos de diferentes razas encontraron que los genotipos 78S-125-2-4 de la raza Nepal, así como 153-5-3 y 8-1-3 de la raza Mercado, todos de la especie *A. hypochondriacus* sobresalieron por su capacidad de reventado

Además de los objetivos antes mencionados puede haber otros caracteres a considerar en un programa de mejoramiento para caracteres especiales del amaranto que a la fecha han sido poco estudiados; a este respecto Cai *et al*. (1998) evaluaron genotipos para la producción de betacianina, la cual podría ser utilizada como colorante en alimentos. Los aceites del amaranto incluyen el escualeno, que es muy útil como lubricante y para uso cosmético (Becker 1994). El almidón por sus características también podría tener usos especiales, tiene potencial para la industria de las pastas (Rayas *et al*., 1996) y por lo pequeño de los gránulos de almidón podría ser utilizado en la industria de los cosméticos y en aerosoles (Schnetzler y Breene, 1994). El amaranto también tiene un inusual número de isómeros de la vitamina E, además de una serie de compuestos que le confieren al amaranto propiedades funcionales que pueden mejorar la salud humana.

Proyección a mediano y largo plazo

Sin duda que una de las tareas a corto y mediano plazo es que se establezca un programa de mejoramiento genético de amaranto mediante el uso de recombinación genética que permitan obtener variedades con características ventajosas para hacer del amaranto un cultivo sustentable. Se han mencionado varias características para describir una planta modelo de amaranto de grano. Esta descripción seguramente evolucionará conforme se aprenda más sobre este cultivo, con la diversificación de usos, así como de nichos climáticos donde el amaranto demuestre ventajas comparativas. El ideotipo de la planta de amaranto puede ser descrita como una planta con una altura de 1 a 1.5 m, madurez de acuerdo a los requerimientos de cada región, vigor en la semilla, sin ramificaciones, semilla blanca, inflorescencia encima del follaje, resistencia a plagas y enfermedades, caída de semilla mínima, secado uniforme, semilla grande y alto rendimiento (Kauffman, 1992). Para la producción de forraje la producción de biomasa total será muy importante. (Pandey, 1981). Componentes nutricionales y funcionales como proteína, aceite, almidón, serán importantes para usos industriales y propósitos nutracéuticos del amaranto. A continuación, se discuten algunas ideas sobre mejoramiento para algunas características y fuentes de germoplasma para las mismas.

La gran mayoría de los programas de mejoramiento tienen como objetivo fundamental el incremento en el rendimiento de grano, en amaranto esto ha sido más enfocado a hacia la obtención de rendimientos más consistentemente. Desafortunadamente la pérdida parcial o total de siembras comerciales de amaranto es muy frecuente, debido ya sea por fallas en la cosecha o por un pobre establecimiento a la siembra. Se han reportado rendimientos promedio alrededor de las tres toneladas, sin embargo, se han tenido reportes excepcionales por encima de las cinco toneladas (Espitia, 1990 y Mujica *et al*., 1997) esto indica que el incremento de mayores rendimientos es posible. La raza Azteca de *A. hypochondriacus* es probablemente en la que se encuentran los materiales de mayor potencial de rendimiento.

Caída de semilla o dehiscencia es otro objetivo importante en un programa de mejoramiento de amaranto ya que la mayoría de las variedades cultivadas presentan un alto grado de caída de semilla a la madurez. El carácter de dehiscencia-indehiscencia involucra probablemente dos o pocos genes mendelianos (Brenner *et al*., 2000). El carácter indehiscente es un objetivo muy importante en los programas de fitomejoramiento de amaranto para grano, debido a la pérdida de las semillas. Con respecto a éste tema algunos resultados se han obtenido transfiriendo de *A. powellii* (PI 572261) a *A. cruentus* y *A. hypochondriacus* usando las técnicas

tradicionales de mejoramiento, sin embargo, a la fecha no se ha podido tener materiales indehiscentes con valor agronómico, más aún con *A. cruentus* que son especies más distantes.

Frecuentemente se menciona el incremento del peso o tamaño de semilla como un objetivo del programa de mejoramiento genético de amaranto (Weber y Kauffman, 1990). Semillas de mayor tamaño incrementarían seguramente el vigor de plántula, facilitaría el manejo, incrementaría la eficiencia en el reventado; sin embargo, el incremento del tamaño de la semilla también traería consigo una reducción en la proteína, si el incremento se da en el endospermo, en oposición a que si se diera en el embrión o en los cotiledones. Hay especies relacionadas que podrían servir como germoplasma para incrementar el tamaño de la semilla, los mayores tamaños de semilla en el género se dan en *A. pumilus* y *A. cannabinus*, alcanzando más de 0.2 g por cada 100 semillas. Espitia (1994) reporta que la poliploidía podría ser otra opción de incrementar el tamaño de semilla, este mismo autor reporta que las accesiones de crecimiento determinado presentan ligeramente mayor tamaño o uniformidad de semilla.

Con el fin de facilitar la cosecha mecanizada y reducir el problema de acame es necesario reducir la altura de planta. Poblaciones nativas de las razas Azteca y Mixteca pueden alcanzar alturas de planta sobre los 3 m bajo condiciones óptimas de crecimiento; mientras que poblaciones de las razas Prima y Picos pueden alcanzar 0.5 m en condiciones limitantes. Se han seleccionado líneas de baja estatura en las razas Africana, Nepal y Sudamericana; otras fuentes de plantas de baja estatura se han identificado en cruzas de *A. hypochondriacus x A. cruentus*, *A. hypochondriacus x A. hybridus* y *A. hypochondriacus x A. quintensis* (Weber y Kauffman, 1990). Se ha indicado que métodos de selección reciproca recurrente podrían ser de utilidad para explotar la aptitud combinatoria general, así como efectos aditivos de genes menores para altura de planta. En la raza Nepal se han encontrado genotipos con entrenudos cortos que podrían utilizarse para reducir la altura de planta en este cultivo.

Un objetivo importante en un programa de mejoramiento debe ser la capacidad de reventado de la semilla. En México la semilla de amaranto se ha empleado tradicionalmente en la elaboración de la “alegría”, que se obtiene con el grano tostado en casa, proceso en el que no existe ningún control sobre tiempo o temperatura de reventado, contribuyendo a mayor desperdicio de materia prima y pérdidas de nutrientes. El reventado de la semilla de amaranto conlleva varios propósitos: impartir sabor, color y aroma agradables, mejorar la relación de eficiencia proteínica (PER) así como la digestibilidad y la destrucción de factores antifisiológicos, lo que hace más nutritiva a la semilla (Beschart *et al.*, 1981). En México, Vázquez *et al.* (1988) estudiando la capacidad de reventado de genotipos de diferentes razas encontraron que los genotipos 78S-125-2-4 de la raza Nepal, así como 153-5-3 y 8-1-3 de la raza Mercado, todos de la especie *A. hypochondriacus* sobresalieron por su capacidad de reventado.

Comentarios finales

Se tienen una colección de más de 1500 accesiones en los bancos designados por SINAREFI, sin embargo, es necesario continuar con labores de recolección y depositar en los herbarios especies de amaranto cultivadas ya que existen pocos ejemplares en los herbarios. También colectar especies silvestres, sobre todo materiales que puedan tener algún valor en los programas de mejoramiento; además de aquellas que puedan tener un valor especial como *A. albus* y *A. watsonii*, para resistencia a sequía, *A. australis* para producción de biomasa y tamaño de semilla, *A. pumilus* también para tamaño de semilla. Los materiales genéticos que se tienen de crecimiento determinado, tipo de almidón y otras colectas sobresalientes pueden ser utilizados para estudios genéticos y determinar cómo estos caracteres pueden ser útiles en el mejoramiento genético.

Las razas en amaranto es una sistemática adecuada por lo menos, para la gestión de los recursos fitogenéticos del género. Las principales características que distinguen las razas de *A. hypochondriacus* son las fenológicas, mientras que las de *A. cruentus* son la de forma de la semilla.

Las variedades mejoradas disponibles en la actualidad son un buen principio para incrementar la productividad y disminuir costos, sin embargo, hace falta establecer un programa de mejoramiento por hibridación y con uso de herramientas biotecnológicas para obtener variedades con mejores características.

En mejoramiento genético hacer falta el establecimiento de un programa que implique la hibridación de genotipos para recombinar características sobresalientes de los mismos. En la

mayoría de los de los programas se ha realizado selección entre y dentro de colectas.

La mejor manera de conservar una especie o su germoplasma es que la población en general utilice y consuma todos los productos que tanto de manera tradicional o moderna se deriven de este. Por lo que es necesario posicionar el amaranto con toda la población en general. Es necesario que la sociedad en general cree conciencia de que el amaranto es un producto emblemático del país y debe estar orgulloso del mismo, consumirlo cotidianamente dentro del patrón de alimentos que se consumen y no solamente como una golosina; como lo consume un pequeño estrato poblacional.

En el estudio de la cadena se vio que el amaranto es un cultivo rentable. Se detectaron muchas áreas de oportunidad, llama la atención la ausencia casi absoluta de instancias gubernamentales en el apoyo al desarrollo de la misma.

REFERENCIAS

Ayala, G. A. V., Espitia R. E., Rivas V. P., Almaguer V. G., y Preciado R. P. 2016a. Análisis del sistema productivo de amaranto en Temoac, Morelos, México. Ciencia Ergo Sum. 1: 49-57.

Ayala, G. A. V., Rivas-Valencia P., Cortes-Espinoza L., De la O O. M. Escobedo-López D. Espitia-Rangel E. 2014. La rentabilidad del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en la región centro de México. 1: 47-54.

Ayala, G., A.V., L. D. Escobedo, E. L. Cortés, R. E. Espitia. 2012. El cultivo del amaranto en México, descripción de la cadena, implicaciones y retos. In: Espitia Rangel E. (ed). Amaranto: Ciencia y Tecnología. Libro Científico No. 2. INIFAP/ SINAREFI. México, pp 315-330.

Ayala-Garay, A. V., Espitia-Rangel, E., Rivas-Valencia, P., Martínez-Trejo, G., y Almaguer-Vargas, G. 2016b. Análisis de la cadena del valor de amaranto en México. Agricultura Sociedad y Desarrollo. 13: 87-104.

Barba de la Rosa, A. P., Fomsgaard, I. S., Laursen, B., Mortensen, A. G., Olvera Martínez, J. L., Silva-Sánchez, C., Mendoza Herrera, A., De León-Rodríguez, A. y González-Castañeda, J. 2009. Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) as an alternative crop for sustainble food production: Phenolic Acids and avonoids with potential impact on its nutraceutical quality. Journal of Cereal Science, 49(1), 117-121

Becker R, E L Wheeler, K Lorenz, A E Stafford, O K Grosjean, A A Betschart, R M Saunders. 1981. A. Compositional Study of Amaranth Grain. Journal Food Science 46 p.

Belton P. y Taylor, J. R. N. 2002. Pseudocereals and less common cereals. Berlin: Springer-Verlag.

Betschart, A. A., Irving D. W., Shepherd A.D. and R. M. Sounders .1981. *Amaranthus cruentus*: milling characteristics, distribution of nutrients within seed components and the effects of temperature on nutritional quality. Journal Food Science 46: 1181–1187.

Brenner D. 1992. The Plainsman story. Legacy 1, 5:12-13.

Brenner D. 1993. Hybrid seeds for increased amaranth grain yield. Legacy 6:9-11.

Brenner D. and H. Hauptli .1990. Seed shattering control with indehiscent utricules in grain amaranths, Legacy, 3, 2.

Brenner D. D. Baltensperger, P. Kulakow, J. Lehman, R. Myers, M. Salbbert, B. Sleugh. 2000. Genetic resources and breeding of *Amaranthus*. Pant Breeding Reviews 19:227-284.

Brenner D. 1990. The grain amaranth gene pools, In Proc. 4th Amaranth Symp., Amaranth: Perspectives on Production, Processing and Marketing, Minneapolis, MN, 193 p

Bressani R. 1984. Efecto del procesamiento térmico húmedo o seco sobre la calidad proteínica del grano de amaranto. *In:* Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto Vol. 1 Chapingo, México.

Cai Y., M Sun, H. Wu, R. Wang, H. Corke .1998. Characterization and quantification of betacyanin pigments form diverse *Amaranthus* species, Journal Agriculture Food Chemistry 46:2063-2070.

Cortés, E. L., Espitia, E., Rivas-Valencia, P. y Hernández-Casillas, J. M. 2009. Diagnóstico socioeconómico de la producción de amaranto en Valles Altos. VI Reunión Nacional de Innovación Agrícola. León, Guanajuato, México. p. 327

Cuauhtémoc R, N.J.: "Políticas de mecanización agrícola en México", Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, 7: 1-22, 2011, ISSN: 1850-0013.

Eberhart S. and W. A. Russell 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 6:36-40.

Espitia R. E. .1991. Estabilidad del rendimiento en amaranto. *En:* Primer Congreso Internacional del Amaranto, Oaxtepec, Morelos, 22-27 sep. México, pp:65.

Espitia R. E.1994. Breeding of grain amaranth: A comprehensive review. *In:* Paredes-López O. Amaranth, Chemistry and Technology, CRC Press, Boca Ratón FL., pp:23-38.

Espitia R. E., Mapes S. C., Escobedo L. D, De la O O M., Rivas V. P., Martínez T. G., Cortés E. L., Hernández C. J. M. 2010. Conservación y uso de los recursos genéticos de Amaranto en México. INIFAP, Centro de Investigación Regional Centro, Celaya, Guanajuato, México. 200 pp.

Espitia Rangel E.1990. Situación actual y problemática del cultivo de amaranto en México, *In*: TRINIDAD-SANTOS A; GOMEZ-LORENCE, F. Y SUAREZ-RAMOS, G. (eds) El amaranto (*Amaranthus* spp.) su cultivo y su aprovechamiento. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México pp. 101-109.

Espitia Rangel, E. 1992. Amaranth germplasm development and agronomic studies in México. Food Reviews International 8: 71-86.

Espitia-Rangel, E. 1994. Breeding of grain amaranth. pp. 23-38. *In*: PAREDES-LÓPEZ, O. (ed.) Amaranth: biology, chemistry and technology. CRC press, Boca Raton, USA.

Gupta V. K., Gudu S. 1991. Interspecific hybrids and possible phylogenetic relations in grain amaranths. Euphytica. 52:33-38.

Hauptli H., R. L. Lutz, S. K. Jain .1979. Germ plasm exploration In: Central and South America. *In:* Proc. 2nd Amaranth Conference Rodale Research Center, Kutztown, PA. pp:117-123.

Huaptli H. 1977. Agronomic potential and breeding strategy for grain amaranths. Proceedings of the First Amaranth Seminar. Emmaus, PA. pp: 71-79.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. Índices de precios al productor. INPP producción total, por su origen SCIAN 2007. http://www.inegi.org.mx/sistemas/IndicePrecios/Cuadro.aspx?nc=CA80&T=%C3%8Dndices%20de%20Precios%20al%Productor&ST=%20INPP%20producci%C3%B3n%20por%20origen%20SCIAN%202007 (Consulta: septiembre 2017).

Jaik A. D. y J. A. Tena .1984. Optimización del proceso de tostado de la semilla de alegría (*Amaranthus hypochondriacus*) y diseño de un prototipo de tostadora, En: Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto (Vol. 1), Chapingo, México.

Kauffman C. S. 1992. The status of grain amaranth for the 1990's. Food Reviews International 8(1): 160-165.

Kauffman S. C. 1981. Grain amaranth varietal improvement: Breeding Program. Rodale Press Inc. Emmaus, Pa. 24p.

Kulakow P. A. and S. K. Jain .1987. Genetics of grain amaranths. IV. Variation in early generation response to selection in *Amaranthus cruentus* L. Theor. Appl. Gen. 74:113-120.

Morales, G. J. C., Vázquez, N. M. y Bressani, R. C. 2009. El amaranto. Características físicas, químicas, toxicológicas y funcionales y aporte nutricio. Instituto Nacional De Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Mujica S. A., M. Berti D y J. Izquierdo .1997. El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp) Producción, mejoramiento genético y producción. Oficina Regional de la FAO para America Latina y El Caribe, Santiago Chile.

Ortiz, L. H. and Rossel, D. 2007. "Current status of animal traction in Mexico", Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America, 38(1): 83-88, 2007, ISSN: 0084-5841.

Pandey R. M. 1981. Genetic association in *Amaranthus*, Indian Journal Genetic Plant Breed., 41(1), pp:78.

Pandey R. M. 1982. Genetic of agronomic traits in *Amaranthus*, SABRAO J., 14(2), 121pp.

Rayas D. P., C M Mock and L. D. Satterlee (1996) Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth and lupin flours. Cereal Chemistry 73 (3): 381-387.

Sánchez M. A. 1980. Potencial agroindustrial del amaranto. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. México.

Schnetzler K. A. and W M Breene (1994) Food uses and amaranth product research: A comprehensive review. *In:* Paredes-Lopez O. Amaranth, Chemistry and Technology, CRC Press, Boca Raton FL. pp:155-184.

SIAP-SAGARPA. 2018. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2018). http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/ (Consulta: septiembre 2018).

Tena F. J. A. 1984. Calidad de la proteína del amaranto predicha por el ensayo del C-PER. En: Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto (vol.2) Chapingo, México.

Teutonico R. and A. D. Knorr (1985) Amaranth: Composition, properties and applications of a radiscovered food crop. Food Tech, pp: 49.

Vázquez C. G., R. E. Espitia y A. R. **Márquez (1988)** Potencial de reventado y calidad proteínica del amaranto. *En*: Reyna T. (ed) 1988. Investigaciones recientes sobre amaranto. Instituto de geografía UNAM.

Weber E. L. and C. S. Kauffman (1990) Plant breeding and seed production, in Proc. 4th Natl. Symp., Amaranth: Perspectives on Production, Processing and Marketing, Minneapolis, MN. pp:115.

De México para el Mundo