



REVISIÓN

Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus* spp.)

Current and potential uses of Amaranth (Amaranthus spp.)

Gabriel Matías Luis¹, Beatriz Rebeca Hernández Hernández², Vicente Peña Caballero³, Nahúm Guillermo Torres López⁴, Víctor Adrián Espinoza Martínez⁵ y Laura Ramírez Pacheco⁶

¹ Unidad de Bioquímica e Inmunología, Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

² Estudiante de Doctorado en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico, Edificio de Cátedras CONACYT, Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

³ Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Guanajuato Campus Celaya-Salvatierra, Celaya, Guanajuato, México.

⁴ Departamento de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México

⁵ Departamento de Agronomía, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

⁶ Laboratorio de Patología Clínica Eduardo Pérez Ortega, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: gabito1_23@hotmail.com (Gabriel Matías Luis).

Recibido el 16 de marzo de 2018; aceptado el 22 de marzo de 2018.

JONNPR. 2018;3(6):423-436

DOI: 10.19230/jonnpr.2410

Resumen

El género *Amaranthus* comprende alrededor de 70 especies, de las cuales 40 son nativas del continente Americano y el resto de Australia, África, Asia y Europa. *A. caudatus* L., *A. hypochondriacus* L. y *A. cruentus* L. son las especies que en años recientes han creado un fuerte interés como cultivos agrícolas en muchas regiones del mundo por el alto valor nutrimental de sus semillas y hojas. El amaranto, considerado uno de los pseudocereales más nutritivos, es principalmente usado para el consumo humano de varias maneras; destacando entre ellas la elaboración de dulces sólidos con sus semillas o bebidas a base de harina, como verdura, como forraje para el ganado y para la obtención de aceites y productos cosméticos. A pesar de ser considerado por la FAO como el cultivo con mayor potencial técnico de desarrollo para las regiones andinas y costeras de América debido a las características nutritivas de la planta entera así como la cualidad de su excelente capacidad de resistencia a suelos y climas secos, presenta una curva de producción muy lenta debido principalmente a los bajos rendimientos, de aquí que el objetivo de la presente revisión sea realizar un análisis de las múltiples formas, además del consumo,



Los artículos publicados en esta revista se distribuyen con la licencia:
Articles published in this journal are licensed with a:
Creative Commons Attribution 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
La revista no cobra tasas por el envío de trabajos,
ni tampoco cuotas por la publicación de sus artículos.

en que puede usarse el amaranto, y con esto, de alguna manera, motivar a los agricultores para que lo sigan cultivando.

Palabras clave

Amaranthus hypochondriacus; *Amaranthus cruentus*; *A. caudatus*; *Amaranthus* sp.; "alegría"

Abstract

The genus *Amaranthus* comprises about 70 species, of which 40 are native to the American continent and the rest of Australia, Africa, Asia and Europe. *A. caudatus* L., *A. hypochondriacus* L. and *A. cruentus* L. are the species that in recent years have created a strong interest as agricultural crops in many regions of the world due to the high nutritional value of their seeds and leaves. Amaranth, considered one of the most nutritious pseudocereals, mainly used for human consumption in several ways; highlighting among them the production of solid sweets with their seeds or drinks based on flour, as vegetables, as fodder for livestock and for obtaining oils and cosmetic products. In spite of being considered by FAO as the crop with the greatest potential for technical development for the regions and communities of America due to the nutritional characteristics of the whole plant as well as the attribute of its excellent capacity to resist soils and dry climates, It presents a very slow production curve, mainly at low yields, hence, the objective of this review is to perform an analysis of the multiple forms, in addition to consumption, in which amaranth can be used, and with this, in some way, motivate farmers to continue cultivating it.

Keywords

Amaranthus hypochondriacus; *Amaranthus cruentus*; *A. caudatus*; *Amaranthus* sp.; "Alegría"

Introducción

El amaranto es una dicotiledónea de la familia Amaranthaceae. Pertenece al género *Amaranthus* que comprende aproximadamente 70 especies, existiendo una amplia variabilidad genética entre éstas. Dichas especies se pueden cultivar tanto para la producción de grano de alto valor nutritivo como de forraje, o pueden también crecer como malezas agresivas ⁽¹⁾. Las tres principales especies que son cultivadas para la producción de grano son *A. hypochondriacus*, originario de México, *A. cruentus*, originario de Guatemala y del sureste de México y *A. caudatus*, cuyo origen es América del Sur ^(1,2).

En Mesoamérica el amaranto es uno de los cultivos más antiguos y constituyó una de las principales fuentes de alimentación junto con el maíz, el frijol, la calabaza y el chile. Las culturas prehispánicas utilizaron el amaranto tanto para consumo humano como para usos religiosos. Debido a ello, esta planta fue cultivada a gran escala bajo el sistema intensivo de chinampas que desarrollaron los Aztecas en la zona lacustre del Valle de México ⁽³⁾.

Actualmente el cultivo del amaranto se ha difundido a nivel mundial, cultivándose en los cinco continentes. Los principales países productores de amaranto de grano son China, India, Kenia, México, Nepal, Perú, Estados Unidos, Bolivia, Pakistán, Nepal, Argentina y Rusia ^(4,5).

Debido a sus características nutricionales, el principal y más conocido uso del amaranto en las zonas donde actualmente se siembra es para consumo humano: el grano es utilizado principalmente para la elaboración artesanal del dulce conocido como “alegría” ⁽⁶⁾. Por esta característica, en años recientes ha habido un gran interés en el consumo de este grano a nivel internacional ⁽⁷⁾, por lo que existe para él un mercado potencial relevante, el cual puede extenderse a otras regiones agrícolas del mundo.

Etnología del cultivo del amaranto

La domesticación del amaranto para producción de grano tuvo lugar en América tropical. La selección fue uno de los pasos cruciales para la evolución de las especies de grano domesticadas llevada a cabo por los antiguos agricultores en las formas mutantes: el tipo normal de semillas negras fue cambiado por el de semillas blancas, mutación que es extremadamente rara, es decir, asociado al cambio de color, los granos presentaron un mejor sabor y una mejor calidad de reventado, lo que facilitó que los agricultores eliminaran las semillas negras del cultivo, limitando el entrecruzamiento entre las plantas cultivadas y las malezas; de esta manera se favoreció la evolución divergente de las plantas domesticadas ⁽⁸⁾.

La selección artificial favoreció un tamaño más grande de las inflorescencias con más flores y por lo tanto una mayor producción de semillas, a pesar de que el tamaño individual no se incrementó. También se produjeron formas rojas brillantes. Los primeros agricultores apreciaron tanto la belleza de las plantas como su utilidad. La coloración roja presumiblemente ha tenido una connotación mágico-religiosa; de ahí que los grupos indígenas zuñi y hopi cultivan el amaranto como fuente de pigmento ⁽⁸⁾.

En términos generales, la producción se realiza de tres formas, con sus respectivas variantes dependiendo de la región ⁽⁹⁾:

- La siembra de trasplante. Siguiendo la técnica ancestral de las chinampas, el chapín se cultiva en chinampas y posteriormente, cuando llega la época de lluvias, se trasplanta al terreno definitivo.
- La siembra directa, que consiste en labrar la tierra con yuntas y sembrar a mano.
- El sistema intensivo se ha desarrollado recientemente, comprende la siembra mecánica directa a altas densidades, fertilización del suelo y el follaje, la cosecha y la limpieza mecánica.

Con cada acontecimiento racial, el cultivo del amaranto fue poscrito y gracias a que algunos indígenas lo continuaron cultivando en zonas poco accesibles se conservó hasta nuestros días. No obstante que se adapta a suelos pobres, que resiste la sequía, que tiene

valor nutritivo, propiedades funcionales y gran diversidad de usos, más de dos siglos después no ha recuperado su lugar como cultivo básico y estratégico.

Tipos de amaranto

Al ser el amaranto una planta dicotiledónea no gramínea que produce semillas tipo granos se le ha denominado como pseudocereal ⁽¹⁰⁾. Por el tipo de usos que tiene, el amaranto se clasifica también en amaranto de grano y foliáceo, aunque también se usa con fines ornamentales.

Los amarantos de grano se reconocen como originarios de América y comprenden tres especies: *A. cruentus*, *A. hypochondriacus* y *A. caudatus*, mientras que entre los amarantos productores de hoja (foliáceos), se encuentran *A. cruentus*, *A. dubius*, *A. hybridus* y *A. tricolor*, todos ellos cultivados principalmente en Asia y África ^(5,11). Otras especies son malezas agresivas que afectan muchas zonas de producción agrícola en el mundo ⁽¹²⁾.

El amaranto tiene múltiples usos tanto en la alimentación humana y animal como en la industria, medicina y en la ornamentación. Para la alimentación humana se usa el grano entero o molido en forma de harinas, ya sea tostada, reventada o hervida, las hojas tiernas en reemplazo de las hortalizas de hoja, con los granos enteros o molidos se puede preparar desayunos, sopas, postres, papillas, tortas, budines, bebidas refrescantes y otros ⁽¹³⁾.

Características nutricionales

La característica más importante del amaranto es, sin duda, su alto valor nutritivo. Tanto la hoja como el grano poseen una interesante composición química y un valor nutricional superior comparado con otros granos: la FAO (1997) lo cataloga como un cultivo con la misma cantidad de nutrientes que la soya y capacidad productiva que podría aprovecharse ⁽¹⁴⁾. Desafortunadamente, el rendimiento de grano es relativamente bajo, con una producción promedio de 1 a 3 ton/ha, lo cual está relacionado con la falta de recursos para un apropiado manejo agronómico. Un factor adicional es la escasa información respecto a la presencia y control de plagas y enfermedades, las cuales pueden causar grandes pérdidas económicas a los productores de amaranto ⁽¹⁵⁾. Es muy probable que debido a estos factores el amaranto no ocupa un lugar dentro de los productos que son considerados básicos y estratégicos.

Las hojas de amaranto poseen una buena textura, sabor y calidad nutricional, contiene altos valores de calcio, hierro, fósforo y magnesio, así como ácido ascórbico, niacina, vitamina A y fibra (Tabla 1B).

La riqueza proteínica de las semillas de amaranto fluctúa de 14 a 17 % ⁽⁶⁾. Así también contienen diversos compuestos como péptidos antimicrobianos, inhibidores de proteasas, lectinas y compuestos antioxidantes ^(16,17,18,19). Además, recientemente algunos autores han

detectado que proteínas del amaranto contienen diversos péptidos con actividades antihipertensivas y anticancerígenas ^(19,20,21). La composición química de las semillas presenta un valor nutrimental superior comparado con otros granos ^(2,6) (Tabla 1A). Al igual que los cereales, contiene altas cantidades de almidón, representando del 50 al 60 % de su peso seco. El contenido de lípidos va de 7 a 8 %, de los cuales el escualeno, que es un potente antioxidante y fortalecedor del sistema inmune, es un componente abundante. Además, el 14-18 % de las proteínas en las semillas corresponden a globulinas (principalmente 11S) ricas en lisina y aminoácidos azufrados ⁽⁶⁾, los cuales son esenciales para una óptima nutrición.

Tabla 1. A) Composición proximal del amaranto y los principales cereales ⁽²²⁾.

Componente	A) Granos de cereales			
	Amaranto	Maíz	Arroz	Trigo
Humedad	11.1	13.8	11.7	12.5
Proteína	17.9	10.3	8.5	14.0
Grasa	7.7	4.5	2.1	2.1
Fibra	2.2	2.3	0.9	2.6
Cenizas	4.1	1.4	1.4	1.9
Carbohidratos	57.0	67.7	75.4	66.9

Tabla 1. B) Composición proximal de hojas de amaranto y espinaca ⁽⁸⁾.

Componente	B) Hojas (100g)	
	Amaranto	Espinaca
Humedad	86.9	90.7
Proteína	3.5	3.2
Calcio	0.262	0.093
Fósforo	0.067	0.0519
Hierro	0.0039	0.0031
Vitamina A	6100	8100
Ácido ascórbico	0.080	0.051

Por todas estas características, el amaranto es un cultivo prometedor que representa una de las mejores fuentes de proteínas de origen vegetal que se puede obtener en condiciones de temporal, ya que en sequías puede sobrevivir por largo tiempo y presentar mejores rendimientos que otros cultivos en similares circunstancias, además ante la crisis económico y social en que se encuentran inmersos países como México, el amaranto es una alternativa ideal de producción y consumo en regiones marginadas del país ⁽²⁴⁾.

Formas de consumo

El procesamiento de los granos de amaranto puede ser de manera tradicional o bien a través de un proceso de industrialización con mayor complejidad. Para los pequeños productores las instalaciones consisten en pequeños talleres familiares donde se procesa la semilla de manera artesanal: se verifica el contenido de humedad del grano para enseguida, colocar la semilla en comales de barro o metálicos calentados con fuego de leña o de gas para que se infle (esta forma de reventado ya es muy rara). El grano reventado se criba o cierne para separar el grano que no se expandió, se envasan bolsas para almacenarlo, se vende como cereal o se utiliza como insumo de otros productos. Otra opción es molerlo y cernirlo para obtener harina ⁽²⁵⁾.

El amaranto tiene una serie de aplicaciones similares a la de los cultivos básicos, principalmente del maíz, que van desde dulces artesanales como granola, harinas integrales, alimentos extruidos (frituras), panificados, pastas; hasta productos más sofisticados como aceites comestibles, papillas para bebés, concentrados proteicos, barras energéticas y alimentos nutricionales y funcionales para mejorar la salud humana ⁽²⁶⁾. Las galletas y panes adicionados con harina de amaranto son un alimento hipoalergénico para los que padecen intolerancia al gluten, y no pueden consumir panificados a base de harina de trigo ⁽²⁷⁾.

Otras maneras de consumo es en mazapanes, granolas, harinas, cereales enriquecidos, concentrados, almidones, aceites, sopas, panqués, galletas, pastas, botanas, bebidas, confitería y colorantes del amaranto. Cabe señalar que la semilla es utilizada también como insumo en los sectores de alimentos y bebidas o como materia prima de sectores industriales (químico, cosmetología, farmacéutica, entre otros).

El producto tradicional es la alegría que es mezclada con miel, azúcar o piloncillo y algunos otros ingredientes, quedando en segundo término otros productos como el atole y los tamales ⁽²⁸⁾. Entre los productos de mayor aceptación en el mercado además de las alegrías, se encuentran palanquetas simples o combinadas con chocolate, garapiñadas; barras energéticas y granola combinadas con miel y otras semillas como ajonjolí, nueces, girasol, cacahuates, pepita de calabaza; pan, galletas, tamales, frituras, harina de amaranto, entre otras ⁽²⁵⁾.

Existen también los transformadores que realizan todo el proceso desde el tostado y reventado, para elaborar una gran diversidad de productos, desde los relacionados con la panadería hasta los dulces típicos ⁽²⁹⁾.

Desde el inicio de la historia se recolectaban las hojas y tallos jóvenes que servían como alimento ⁽²⁸⁾. En la época de los aztecas el amaranto se consideraba un alimento importante, además que lo usaban en ceremonias y festividades religiosas, pues con masa de harina de amaranto a la que le llamaban *Zoale*, hacían figuras de sus dioses para venerarlos y

después comerlos a manera de comunión. Otro uso que le daban a este cultivo era hacer atoles y tamales con la semilla ^(30,31).

De acuerdo a Hernández y Herrerías (1998) este cultivo puede consumirse casi desde la siembra, en forma de germinado, de hojas tiernas en ensalada, o molidas para servirse en forma de sopa ⁽⁸⁾.

Su digestibilidad es muy alta, alcanzando entre el 80 y el 92%. Cuando se realizan mezclas de harina de amaranto con harina de maíz, la combinación resulta excelente, llegando a índices cercanos del 100, porque el aminoácido que es deficiente en uno abunda en el otro.

Puede aportar alimento a la familia a todo lo largo del ciclo de cultivo por su abundante producción de hojas, que son ricas en vitaminas, proteínas y minerales, entre los que destaca el hierro, además del calcio y el fósforo. La hoja de amaranto tiene más hierro que la espinaca, lo que la hace ideal para evitar la anemia que afecta principalmente a mujeres embarazadas y a niños. Además de consumirse fresca, la hoja puede deshidratarse y molerse para conservarla en forma de polvo. Después de la cosecha, el grano puede emplearse como cereal, tostado y molido para hacer harina y gran cantidad de derivados.

Usos actuales del amaranto

En los últimos veinte años ha existido un aumento notorio en la investigación y producción de amaranto en América, Asia, África, y varios países del este de Europa ⁽³²⁾.

En África, el amaranto es domesticado y considerado como verdura, mientras que en otros países como en Rusia, el amaranto silvestre es usado como forraje ⁽³³⁾. En China se usa el amaranto cultivado para grano y forraje ⁽³⁴⁾. En Dinamarca, la investigación con amaranto se inició en 1986 ^(35,36), pero todavía no se cultiva comercialmente. En otros países se utiliza además de la semilla, la planta (tallos y hojas) que se procesa y consume en la alimentación humana, como forraje para los animales y en la industria farmacéutica.

En la India se conoce como *rajgeera*, el grano de los reyes. Se sabe que en la región de los Himalayas existen pequeñas unidades de producción, donde se obtiene como un producto de autoconsumo ⁽¹³⁾.

En Europa el consumo de amaranto como cereal, se hace mezclando amaranto con trigo, linaza y avena entre otros y empleándolo reventado, inflado, como hojuela o cubierto de miel ⁽³²⁾.

En los noventa el consumo de amaranto se basaba principalmente en productos que contenían grano reventado, aunque en Estados Unidos ya lo consumía como harina con la que complementaba la mezcla para elaborar panques, muffins y multigranos que promovieran la salud ⁽³⁷⁾.

El amaranto es utilizado en los Estados Unidos, donde las semillas se combinan con granos de trigo (*Triticum aestivum* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en productos para desayuno, panes, harina de panques y pasta ⁽³⁸⁾, además se preparan panes de consistencia esponjosa aprovechando sus buenas condiciones para el horneado ⁽²⁶⁾.

En México se prepara con las semillas “tostadas”, molidas o enteras, el conocido plato denominado “atole” y “pinole”, que es una especie de mazamorra, del mismo modo se elaboran los tamales con harina de maíz, tallos y hojas de amaranto picadas, potaje conocido desde la época prehispánica con los nombres de “vauquilitl”, “hoauhquilitl” en México ⁽³⁹⁾.

Los granos reventados se consumen mezclados con miel de abejas, miel de caña o chocolate, dándole diferentes formas en moldes de madera o metálicos a las que se conoce como turrone de *kiwicha* en Perú, “alegría” en México y “tadoos” en India. En Nepal, las semillas de amaranto son consumidas como mazamorra llamada “satoo” o la harina se convierte en un alimento llamado “chappatis” ⁽¹³⁾.

El aceite de amaranto tiene un gran valor debido a su elevada cantidad de escualeno ⁽⁴⁰⁾. El amaranto se ha integrado en varios alimentos industrializados como productos de repostería (panes, pasteles y galletas), productos de extrusión (hojuelas de cereal, tortillas y pastas) ^(41,42).

Usos potenciales del amaranto

El almidón del amaranto está dividido en dos tipos: aglutinante y no aglutinante, el primero es el apropiado para la industria panadera, es decir, se puede utilizar en la industria ya que reúne esta primera característica ⁽⁴³⁾; sin embargo, el amaranto sólo puede ser utilizado en la elaboración de productos panificados que no necesiten expansión debido a que carece de gluten funcional, y podrá ser utilizado en mezclas con harinas de otros cereales ⁽³⁸⁾. Al respecto Lorenz (1981) señala que el amaranto puede ser utilizado en la elaboración de panes en sustitución de 10% de harina de trigo, lo que mejoraría la calidad nutritiva y el sabor es descrito como muy parecido al de la nuez y fue preferido sobre el pan hecho con 100% de harina de trigo ⁽⁴⁴⁾.

Pero su importancia no radica sólo en la cantidad, sino en la calidad de la proteína, ya que presenta un excelente balance de aminoácidos. Por su composición, la proteína del amaranto se asemeja a la de la leche y se acerca mucho a la proteína ideal propuesta por la FAO para la alimentación humana. Tiene un contenido importante de lisina, aminoácido esencial en la alimentación humana y que comúnmente es más limitado en otros cereales. Sin embargo, se sabe que el amaranto se cocina mejor cuando se utiliza una proporción menor en relación con otro grano (de 1:4 a 1:3). Esto limita el potencial del uso de amaranto como fuente

de microelementos y vitaminas, lo que significa que debe emplearse en combinación con otros granos ⁽⁴⁵⁾.

La harina de amaranto con ajonjolí y lentejas es una buena fuente de calcio, hierro y fósforo. La combinación de harina de amaranto, ajonjolí y trigo sarraceno es la mejor fuente de magnesio. El triticale, trigo sarraceno y amaranto constituyen juntos una buena fuente de vitamina E. Además el amaranto puede aportar cantidades importantes de fibra dietética y vitaminas E y B, puede ser una fuente importante de niacina (para la producción de hormonas sexuales, del crecimiento y del metabolismo), y lisina (para la producción de anticuerpos, hormonas y enzimas), así como de fósforo (para la formación de hueso y la función renal) y de magnesio (para el metabolismo del azúcar en sangre y relajante del músculo liso), y puede servir como ayuda a la curación de herpes ⁽⁴⁶⁾.

El almidón es el componente principal en la semilla de amaranto, ya que representa entre 50 y 60% de su peso seco. El almidón del amaranto posee dos características distintivas que lo hacen muy prometedor para la industria: presenta propiedades aglutinantes no usuales y el tamaño de la molécula es muy pequeño (aproximadamente un décimo del tamaño de la del almidón del maíz). Estas características se pueden aprovechar para espesar o pulverizar ciertos alimentos o para imitar la consistencia de la grasa y usarse en la elaboración de mayonesa. También se puede usar para engrosar polvos de limpieza y aerosoles ⁽⁴⁵⁾.

Las semillas de amaranto son bajas en contenido de lípidos (de 7 a 8%), mas su precio es muy alto en el mercado como para competir con otros aceites comerciales.

Por otra parte, el aceite de amaranto no es particularmente único, es muy similar en su composición al del algodón y al de maíz. Sin embargo, en estudios recientes se han encontrado un contenido relativamente alto de escualeno (aproximadamente de 7 a 8% del aceite de la semilla). Esta sustancia es un importante ingrediente en la industria cosmética, como lubricante de máquinas, y precursor de esteroides. Se obtiene comúnmente de animales como la ballena y el tiburón, y son Japón y Noruega los principales países productores que controlan el mercado ⁽⁴⁷⁾.

La industria alimentaria se ha mostrado interesada en incluir el amaranto en diversos productos; en Estados Unidos hay varias compañías en el mercado con un número considerable de alimentos con amaranto, y se tiene conocimiento de que también existe interés por el amaranto en Nueva Zelanda, Japón, Alemania y España ⁽⁴⁸⁾.

En México, mediante programas gubernamentales, la Secretaría de Agricultura impulsa la organización y preparación de los productores, lo que ha permitido incrementar su producción de amaranto para satisfacer la demanda creciente, y mediante técnicas sustentables reducir la urbanización así como contribuir a la recarga de los mantos freáticos ⁽⁴⁹⁾.

El amaranto fue seleccionado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) para alimentar a los astronautas debido al alto valor

nutritivo y contenido de fibra, así como por la brevedad de su ciclo de cultivo y su capacidad de crecer en condiciones adversas ⁽⁴⁷⁾.

Conclusiones

El amaranto ha demostrado ser un pseudocereal capaz de alcanzar y superar los valores nutrimentales de cereales convencionales; el grano posee una mayor concentración de proteínas que el maíz, arroz y trigo y menor cantidad de carbohidratos que los tres. Como verdura, las hojas de amaranto superan los valores nutrimentales de la espinaca en proteínas, calcio, fósforo, hierro y ácido ascórbico. Si bien el uso principal del amaranto radica en el consumo en sus dos formas típicas como alimento, en su forma de harina es utilizado para la elaboración de pan, atole, agua de sabor, tortillas, dulces hidratados, y la planta entera ha sido utilizada como alimento para el ganado. Dentro de los usos en la categoría no comestible para el humano la semilla ha sido utilizada para elaborar artesanías en conglomerados con pegamentos transparentes, mientras que en su forma vegetal la planta incluso ha llegado a considerarse como una maleza en los campos de cultivo. Todo esto sin dejar de lado que, aunque no de manera literal, en algunos lugares el amaranto se sigue usando como adorno simbólico en algunas celebraciones religiosas.

Su característica particular de grano de baja densidad ha permitido que el amaranto sea considerado como el alimento ideal de los astronautas, su relación peso-volumen es un aspecto interesante ya que permite que al momento de obtener harinas el rendimiento se conserve e incluso se mejoren algunas características tales como el tamaño de partícula del polvo.

Uno de los usos potenciales radica en que el amaranto podría ser utilizado como aditivo para otros alimentos que por sí solos no alcancen los valores nutrimentales necesarios y suficientes para los requerimientos calóricos diarios de las personas. Otro uso, que falta por explorar aún más, es para fines de investigación, su importancia genética radica en la búsqueda de sus mecanismos de resistencia que hacen posible que el amaranto haya sobrevivido y siga soportando ambientes adversos como sequías, salinidad y erosión así como una elevada capacidad de síntesis y concentración de una alta cantidad de nutrientes. En este sentido, el amaranto al igual que muchas otras plantas, principalmente gramíneas, que ha sido domesticadas por selección artificial del hombre, podría ser considerado un germoplasma valioso. Sin embargo, falta realizar mejoramiento genético para la obtención de variedades más productivas y con mejores características nutricionales.

Una estrategia para la conservación y desarrollo del amaranto a nivel mundial es la integración de empresas sociales rurales conformadas por los habitantes de las comunidades en conjunto con la sociedad civil, las cuales están organizadas en torno a bienes de propiedad

común y formas colectivas de producción que buscan generar bienes y servicios bajo los principios de sustentabilidad, agroecología y el mercado orgánico y justo. Además pueden sumarse varias empresas sociales rurales para superar las condiciones de pobreza en los países en desarrollo, a través de la promoción del amaranto: una planta milenaria nativa de Mesoamérica con gran valor nutricional y facilidad de adaptación a condiciones ambientales adversas.

Conflicto de interés

Los autores declaramos no tener conflicto de interés alguno.

Referencias

1. Brenner D., Baltensperger D., Kulakow P., Lehmann J., Myers R., Slabbert M., Sleugh B. Genetic resources and breeding of *Amaranthus*. *Plant Breeding Reviews*. 2000. 19: 227- 285.
2. Paredes-López O., Barba de la Rosa A. P., Hernández L. D., Carabez T. A. Amaranto: Características alimentarias y aprovechamiento agroindustrial. Secretaría General de la OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 1990. 97 p.
3. Sauer J D. Historical geography of crop plants: a select roster. CRC press. 1993. 320 p.
4. Bale, J R and C S Kauffman. Special issue on grain amaranth: New potential for an old crop. *Food Rev. Int.* 1992. 8:1-190.
5. Morales Guerrero J C, N Vázquez Mata N, R Bressani Castignoli. El amaranto. Características físicas, químicas, toxicológicas y funcionales y aporte nutricional. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Social, Pesca y Alimentación. México. 2009. 269 p.
6. Paredes López O. *Amaranth: Biology, Chemistry and Technology*. CRC Press. Boca Raton. 1994. 234 p.
7. Senft J P. Protein quality of amaranth grain. In: *Proceedings of the Second Amaranth Conference*. Rodale Press. 1979. pp: 43-47.
8. Hernández G R, G G Herrerías. Amaranto: Historia y promesa. Tehuacán: Horizonte del Tiempo. 1998. Vol. 1: 529.
9. Espitia Rangel, E. Etnología del amaranto. *Arqueología Mexicana*. 2016. 64-70.
10. Belton P, J R N Taylor. *Pseudocereals and less common cereals*. Springer-Verlag. 2002. 261 p.

11. Shukla S, A Bhargava, A Chatterjee, J Srivastava, N Singh, S P Singh. Mineral profile and variability in vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor*) Plant Foods for Human Nutrition. 2006. 61: 23-28.
12. Steckel L E. The dioecious *Amaranthus* spp.: Here to stay. Weed Technology. 2007. 21: 567-570.
13. Singhal, R.S., and P.R. Kulkarni. Review: amaranths-an underutilized resource. Int. J. Food Sci. Tech. 1988. 23:125-139.
14. FAO. El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.): Producción, mejoramiento genético y utilización. Consultado el 22 de febrero de 2018 en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/Cap1.htm>
15. Parra-Cota F. I., Délano F. J. P. Uso de bacterias promotoras de crecimiento vegetal para aumentar la productividad de amaranto de grano. Amaranto: ciencia y tecnología (Libro Científico núm. 2). INIFAP/SINAREFI, México. Capítulo IX. 2012. pp. 113-127
16. Valdés-Rodríguez S, M Segura-Nieto, A Chagolla-López, A Verver y Vargas-Cortina, N Martínez-Gallardo, A Blanco-Labra. Purification, characterization, and complete amino acid sequence of a trypsin inhibitor from amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) seeds. Plant Physiology. 1993.103:1407-1412.
17. Broekaert W F, W Marien, F R G Terras, M F C Debolle, P Proost, J Vandamme, L Dillen, M Claeys, S B Rees, J Vanderleyden, B P A Cammue. Antimicrobial peptides from *Amaranthus caudatus* seeds with sequence homology to the cysteine glycine-rich domain of chitin-binding proteins. Biochemistry. 1992. 31: 4308- 4314.
18. Sánchez-Hernández C, A Guerrero- Rangel, S Valdés-Rodríguez, J Délano-Frier. Trypsin and α -amilase inhibitors are differentially induced in leaves of amaranth (*A. hypochondriacus*) in response to biotic and abiotic stress. Physiologia Plantarum. 2004. 122: 254- 264.
19. Sani H A, A Rahmat, M Ismail, R Rosli, S Endrini. Potential anticancer effect of red spinach (*Amaranthus gangengitus*) extract. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition. 2004. 13: 396-400.
20. Edwards R J, N Moran, M Devocelle, A Kiernan, G Meade, F M Signac, S D E Park, E Dunne, D D C Kenny Shields. Bioinformatic discovery of novel bioactive peptides. Nature Chemical Biology. 2007. 3: 108-112.
21. Barba De La Rosa A P, C Silva Sánchez, E González De Mejía. Chapter 9: Amaranth: an ancient crop for modern technology. In: Tunik, M.H.; González De Mejía, E. (eds.) Hispanic foods: Chemistry and flavor. American Chemical Society. 2007. Washington. pp. 103-116.
22. Huerta-Ocampo, J. A. y A. P. Barba de la Rosa. Caracterización bioquímica y estructural de las proteínas de reserva de amaranto, en E. Espitia-Rangel (ed.),

- Amaranto: ciencia y tecnología (Libro Científico núm. 2). México, INIFAP/SINAREI, 2012. pp. 293-302.
23. Espitia-Rangel E., Escobedo L. D., Mapes-Sánchez C., *et al.* Amaranto: ciencia y tecnología (Libro Científico núm. 2). México, INIFAP/SINAREFI, Capítulo XI. 2012. p. 147-163.
 24. Barrales D J S, E Barrales y E Barrales. Amaranto. Recomendaciones para su producción. Universidad Autónoma Chapingo, Plaza y Valdés y Fundación Produce Tlaxcala. México D.F. 2010. 166 p.
 25. Escalante Escoffié M C. Rescate y revaloración del cultivo del amaranto. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2010, Fondo CONACYT-SAGARPA, COFUPRO e IICA, p. 91.
 26. Manrique de Lara Soria. B. Entrevista directa a informante clave. Presidente de San Miguel de Proyectos Agropecuarios Sociedad de Producción rural. Noviembre de 2011.
 27. Santacruz De León, E E. El amaranto en el estado de Morelos, México; caracterización de su eslabón primario en Observatorio de la Economía Latinoamericana, N° 145, 2011.
 28. Sauer J D. The grain *Amaranthus*. A survey of their history and classification. Annals of the Missouri Botanical garden. 1950. 37: 561-632.
 29. Cerezo Barreto Jesús Emigdio. Entrevista directa a informante clave. Facilitador del Sistema Producto de Puebla. Mayo de 2012.
 30. Sauer J D. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomy and geography survey. Annals of the Missouri Botanical Garden. 1967. 54:103-137.
 31. Early K D. Cultivo y usos del *Amaranthus* (kiwicha) en dos centros de domesticación: México y Perú. In: V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Puno, 0- 14 marzo de 1986. PISA, IID-Canadáa. Puno, Perú.
 32. Jacobsen S E, S Shewood. Cultivo de granos andinos en Ecuador: informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. Quito, Ecuador, FAO-Centro Internacional de la Papa- Catholic Relief Service. 2002. p.14.
 33. Komen, J. Grains for the tropical regions. Biotechnology and Development Monitor. Publication of the Ministry of Foreign Affairs and the University of Amsterdam. The Netherlands. 1992. 10:3.
 34. Yue, S y H Sun. The research and development of grain amaranth in China. In: The research and development of grain amaranth in China (ed. S. Yue). Inst. Of Crop Breeding and Cultivation, Chinese Acad. Agr. Sciences, Beijing. 1993. 119.
 35. Sørensen, A M and S E Jacobsen. Amarant (*Amaranthus* sp.). Ugeskrift for Jordbrug. 1987. 7: 3-8.

36. Itenov K and S E Jacobsen. Field and Laboratory Internal Report: Amaranth. Danish Institute of Plant and Soil Science, Roskilde. 1996. 10 p.
37. Paredes-López O, H Guzman-Maldonado, C Ordorica-Falomir. Food proteins from emerging seed sources. In *New and Developing Sources of Food Proteins*; Hudson, B. J. F., Ed.; Chapman and Hall: London, 1994; pp 240- 279.
38. National Research Council. *Amaranth: Modern prospects for an ancient crop*, Washington, D. C., National Academy Press. 1984. p. 80.
39. Jiménez P R, E S Cordero. *Amaranthus* spp. en la alimentación xochimilca y su proyección en la alimentación básica. In: *Primer Seminario Nacional del amaranto*. Chapingo. México 1986. pp: 56-64.
40. Johnson B L, T L Henderson. Water use patterns of grain amaranth in the northern Great Plains. *Agronomy Journal*. 2002. 94: 1437-1443.
41. Schnetzler K A, W M Breene. Food uses and amaranth product research: A comprehensive review. In: *Paredes-Lopez O. Amaranth, Chemistry and Technology*, CRC Press, Boca Raton FL. 1994. pp: 155-184.
42. Tapia-Blácido D R, P J A Sobral, F C Menegalli. Potential of *Amaranthus cruentus* BRS alegría in the production of flour, starch and protein concentrate: chemical, thermal and rheological characterization. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2009. 90:1185-1193.
43. Okuno D, A A Kintomo, E A Akinrinde, M O Akoroda. Comparative effect of phosphorus sources for grain amaranth production. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2007. 38 (1-2): 35-55.
44. Lorenz K. *Amaranthus hypochondriacus*. Characteristics of the starch and baking potential of the flour. *Starch/Starke*. 1981. 33 (181) 5, pp: 149– 153.
45. Mapes-Sánchez E. C. El Amaranto. *Ciencia. Usos de plantas mexicanas*. Capítulo 1. 2015. Pp. 8-15.
46. Rastogi, A. y S. Shukla. Amaranth: A new millenium crop of nutraceutical values, *Critical Reviews. Food Science and Nutrition*. 2013. 53:109-125.
47. Espitia-Rangel, E. (ed.) *Amaranto: ciencia y tecnología* (Libro Científico núm. 2). INIFAP/SINAREFI. México. 2012. p. 354
48. Espitia-Rangel, E., C. Mapes-Sánchez, D. Escobedo-López *et al.* *Conservación y uso de los recursos genéticos de amaranto en México*, Centro de Investigación Regional Centro-INIFAP, Celaya, Guanajuato, México. 2010. p. 201.
49. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Delegación en el Distrito Federal SAGARPA, México. *Consumo de amaranto*. Consultado el 28 de febrero 2018 en http://www.infoagro.com/noticias/2011/7/18479_consumo_amaranto.asp