

EL RESURGIMIENTO DE LA PLANTA *Amaranthus* spp. COMO CULTIVO POTENCIAL PARA LA NUTRICIÓN HUMANA

THE RETURN OF *Amaranthus* spp. AS A POTENTIAL CROP FOR HUMAN NUTRITION

Adriana López-López y Jessica A. Alonso-Arenas

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de ciencias biológicas

Licenciatura en biotecnología

adriana.lopez.1e@gmail.com

jessaronss@gmail.com

Resumen

El amaranto es una planta dicotiledónea no gramínea que produce semillas tipo granos, los cuales tienen elevados niveles de proteínas en comparación con otros cereales, por lo cual el amaranto es considerado un pseudocereal. Esta planta tiene una resistencia alta en diferentes tipos de suelo, característica que ha despertado el interés agronómico y nutricional debido a que satisface las necesidades alimenticias de la población. Tanto el grano de amaranto como su materia verde son ricos en almidón, aceite, fibra, vitaminas y minerales, además de tener propiedades antialérgicas, antiinflamatorias y antioxidantes. Se han descubierto más de 60 especies de amaranto y todas ellas tienen un valor nutricional alto y proteínas de alto valor biológico que superan a verduras y hortalizas de uso común. En México, hay más de cinco estados que son grandes productores de esta planta.

Palabras clave: *Amaranthus* spp., semillas de amaranto, alternativa agronómica, pseudocereal, regiones productoras, antioxidantes

Abstract

Amaranth is a non-grass dicotyledonous plant that produces grain-like seeds, which have high levels of protein compared to other cereals, thus, amaranth is considered a pseudocereal. This plant is highly resistant on different types of soil, which is a characteristic of agronomic and

nutritional interest because it meets people's food needs. Both amaranth grain and its green matter are rich in starch, oil, fiber, vitamins, and minerals, and they also have anti-allergenic, anti-inflammatory, and antioxidant properties. More than 60 amaranth species have been discovered, and all of them have a high nutritional value and proteins of high biological value that surpass commonly used vegetables. In Mexico, more than five states are large producers of amaranth.

Keywords: *Amaranthus* spp., amaranth seeds, agronomic alternative, pseudocereal, producing regions, antioxidants

Introducción

El género *Amaranthus* es uno de los géneros de plantas más prometedoras, pertenece al orden *Caryophyllales*, familia *Amaranthaceae* y subfamilia *Amaranthoideae*, e incluye hierbas anuales ramificadas con aproximadamente 70 especies diferentes, 17 de las cuales son comestibles. El Instituto Nacional de Investigación Botánica de la India (NBRI, por sus siglas en inglés) ha construido una de las mejores colecciones cualitativas de "germoplasma" de amaranto en el mundo, la cual consta de aproximadamente 400 accesiones, referibles a 20 especies, de las cuales casi la mitad pertenece al tipo de grano (Pal *et al.*, 1999). El amaranto es un cultivo de gran importancia para la asociación de productores agrícolas de los alrededores del Popocatepetl, Puebla, por su alto contenido de nutrientes y la elaboración de diferentes productos que enriquecen su alimentación.

Antecedentes

El amaranto es uno de los cultivos más antiguos, que dentro las actividades agrícolas de los pueblos prehispánicos tenía gran importancia al igual que el maíz y el frijol debido a su valor nutricional. En la época de los aztecas tuvo una producción de 15,000 a 20,000 toneladas anuales (Trinidad *et al.*, 1990). Pero este cultivo fue desplazado y muchas veces prohibido por los españoles hasta casi desaparecerlo, ya que lo relacionaban con ritos paganos religiosos. Para la década de los 60, se cultivaba en pequeñas áreas agrícolas, pero en los años 80, este cultivo fue revalorado por la sociedad por ser uno de los cereales más ricos en proteínas y minerales esenciales para el ser humano, entre ellos el aminoácido lisina (Moreno *et al.*, 2005).

Ciertas evidencias arqueológicas han confirmado que las especies cultivadas para obtener grano provenían de América y que era uno de los alimentos más importantes para el México prehispánico. La cuna de la agricultura y de la irrigación

en Mesoamérica fue el Valle de Tehuacán, Teotitlán durante la Fase Coxcatlán, Puebla en México (5200 a 3400 a. C.), donde se localizaron los primeros vestigios de la semilla de *Amaranthus hypochondriacus* L., lo cual indica que la domesticación del amaranto ocurrió en la misma época que el maíz. En las últimas décadas, el interés por la planta *Amaranthus* spp. ha resurgido, puesto que es protectora nutracéutica y natural contra dolencias crónicas. El amaranto fue un cultivo básico en las civilizaciones azteca, maya e inca. Actualmente, se cultiva extensivamente y se consume en China, Filipinas, India, Indonesia, Malasia, Nepal, toda América Central, México y África meridional y oriental.

Definición

El amaranto (procedente del griego *ἀμάραντος* y del Latín *amaranthus* significa

inmarcesible o flor que no se marchita) pertenece a la familia *Amaranthaceae*, compuesta por 70 géneros, entre ellos el género *Amaranthus* que comprende alrededor de 60 especies a nivel mundial. Es una planta dicotiledónea no gramínea que produce semillas tipo granos, por lo que se le ha denominado como un pseudocereal. Asimismo, sus semillas contienen niveles elevados de proteínas y del aminoácido lisina, cuyos niveles generalmente son deficientes en otros cereales. La importancia y el interés de este cultivo a nivel mundial, como fuente de grano y verdura, han aumentado considerablemente en la actualidad, ya que además de tener un contenido nutricional alto, posee diversas características agronómicas de interés como una resistencia alta en suelos pobres y salinos, climas semiáridos y su producción en grandes volúmenes de biomasa (Délano y Martínez, 2012).



Figura 1. Planta de amaranto. Imagen tomada de: <http://ecoosfera.com/2016/08/estos-son-los-sorprendentes-beneficios-del-amaranto>

El amaranto es una planta de cultivo anual que puede alcanzar de 0.5 a 3 metros de altura y tiene hojas anchas y abundantes

de color brillante, espigas y flores púrpuras, naranjas, rojas y doradas. Las ramas de forma cilíndrica pueden empezar tan abajo

como la base de la planta, dependiendo de la variedad de ésta. La raíz principal es corta y las raíces secundarias se dirigen hacia abajo, dentro del suelo. Tiene una panoja parecida al sorgo y formada por muchas espigas que contienen numerosas flores pequeñas que alojan una pequeña semilla y presentan una diversa gama de colores que van desde el negro pasando por el rojo hasta el marfil y el blanco. Esta semilla representa el principal producto de la planta de amaranto con la que se elaboran cereales, harinas, dulces y otros productos. Cada panoja tiene flores masculinas y femeninas que se autopolinizan (Ayala *et al.*, 2012).

Los pseudocereales son plantas de hoja ancha que, si bien no corresponden a la familia de los cereales, sí comparten características con estos, así que reciben este nombre por sus usos y propiedades, pero no pertenecen a las gramíneas, aunque producen granos y semillas similares a éstas, y, por eso, se utilizan de la misma forma: molidas o en forma de harina (Belton *et al.*, 2002).

El reciente interés por el cultivo de pseudocereales radica en que estos cubren las necesidades alimenticias y nutricionales de la población y su zona y forma de cultivo son similares a las de los cereales. Además de esto, sus derivados son aptos para celíacos por su cantidad baja en gluten (Álvarez *et al.*, 2010).

Propiedades

El amaranto fue redescubierto como uno de los géneros de plantas alimenticias más prometedores. Proporciona proteínas de alta calidad y cantidades altas de aceites insaturados, fibra dietética y minerales esenciales. La creciente conciencia de una nutrición sin gluten debido a la ascendente intolerancia a los cereales que lo contienen ha promovido el consumo de pseudocereales. Desde entonces, la investigación ha aumentado enormemente con respecto a las propiedades biológicas, químicas, tecnológicas y de composición del amaranto (D'Amico *et al.*, 2017).

El grano de amaranto, también llamado grano de Rama (Rajgira) en la India, es altamente nutritivo y una buena fuente de antocianinas y polifenoles (Pasko *et al.*, 2009). Este grano tiene un alto contenido proteico, un perfil de aminoácidos bien balanceado con 8 aminoácidos esenciales y niveles muy altos de lisina en comparación con otros granos. Además, es rico en almidón, aceite, fibra, vitaminas (A, K, B6, C, E y B) y minerales como calcio, hierro y otros. (Bodroza *et al.*, 2007). Los beneficios para la salud que se le atribuyen incluyen la disminución de los niveles de colesterol en plasma, la estimulación del sistema inmunológico, una actividad antitumoral, la reducción de los niveles de glucosa en sangre y la mejora de las condiciones de hipertensión y anemia.

Además, se ha informado que tiene actividades antialérgicas y antioxidantes (Caselato et al., 2012).

Ciertos estudios realizados con *Amaranthus* spp. han establecido la presencia de componentes activos como alcaloides, flavonoides, glucósidos, ácidos fenólicos, esteroides, saponinas, aminoácidos, vitaminas, minerales, terpenoides, lípidos, betaína, taninos catéquicos y carotenoides (Nana et al., 2012). Debido a la presencia de estos componentes, se ha descubierto su poder terapéutico.

Propiedades Antioxidantes

Los extractos de amaranto se han utilizado para tratar diferentes dolencias desde la antigüedad y, en las últimas décadas, la planta *Amaranthus* spp. ha vuelto a despertar el interés en su uso. Estudios *in vitro* e *in vivo* han establecido que la planta *Amaranthus* spp. tiene ciertas

propiedades protectoras y curativas, atribuidas principalmente a una fuerte actividad antioxidante.

Los antioxidantes son moléculas que reducen el efecto de los radicales libres, lo cual es muy importante para la protección contra cáncer y trastornos degenerativos. Estas moléculas abundan en la planta *Amaranthus* spp. El poder antioxidante de esta planta ha contribuido a la presencia de niveles apreciables de compuestos fenólicos y flavonoides. Aunque también el escualeno y los tocoles son importantes antioxidantes lipofílicos, principalmente presentes en el grano de amaranto (Conforti et al., 2005).

Según ciertos estudios realizados, se determinó que las hojas, las flores y los extractos de amaranto tienen una mayor actividad antioxidante en comparación con otras partes de la planta. La rutina es la principal secuestrante de radicales (Kraujalis et al., 2013).



Figura 2. Planta de amaranto, cuyas hojas tienen mayor poder antioxidante. Imagen tomada de: <http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Amaranthus+spinosus>

Un estudio basado en extractos hidroacetónicos, metanólicos y acuosos preparados a partir de partes aéreas de *A. cruentus* y *A. hybridus*, realizado por Nana *et al.* (2009), describió que los extractos de hojas y semillas de metanol puro y acuoso *A. viridis* (Iqbal *et al.*, 2012) y los extractos de hoja de acetato de etilo *A. spinosus* (Bulbul *et al.*, 2011) son efectivos como antioxidantes, debido a que revelaron que poseen una buena actividad de eliminación de radicales con un valor de IC50 de 14.25 a 83.43 $\mu\text{g/ml}$ y 53.68 $\mu\text{g/ml}$, respectivamente, lo que confirma su actividad antioxidante superior y sus actividades inhibitoras de la xantina oxidasa *in vitro*.

Las semillas de amaranto también son portadoras de fibra valiosa y una fuente natural alternativa de escualeno (un triterpeno), que es un antioxidante superior conocido por su amplia eficacia biológica contra el cáncer (Ronco *et al.*, 2013) y la hipercolesterolemia (Bhilwade *et al.*, 2010), y como cardioprotector (Farvin *et al.*, 2010). Estas semillas pueden ser una fuente

de compuestos fenólicos antioxidantes valiosos, particularmente en aquellas zonas áridas donde no se pueden sembrar cultivos comerciales (De la Rosa *et al.*, 2009).

Las albúminas y globulinas de fácil digestión son los componentes principales de las proteínas altamente nutritivas de la semilla de amaranto. Los contenidos de proteínas y sus derivados han sido ampliamente estudiados. Estos estudios revelaron las variaciones en el contenido de proteínas entre diferentes especies y variedades de plantas, como se demostró en el caso de 25 cultivos de *A. caudatus*. El contenido de proteína en 14 selecciones de 4 especies de amaranto (*A. caudatus*, *A. hybridus*, *A. cruentus* y *A. hypochondriacus*) varió de 12.5% a 16.0%. Las globulinas son la fracción proteica principal que contiene cantidades valiosas de aminoácidos esenciales. Cuando las proteínas de amaranto se someten a proteólisis enzimática por procesamiento de alimentos, se liberan péptidos bioactivos y su absorción puede traer beneficios para la salud (Orona *et al.*, 2017).



Figura 3. Semilla de amaranto. Imagen tomada de: <https://www.diabetesbienestarysalud.com/2009/02/el-amaranto-y-sus-propiedades/>

Todas las especies de plantas elaboraron sus propios mecanismos de defensa antioxidante, que se basan principalmente en las propiedades químicas de varios metabolitos secundarios.

Propiedades Antiinflamatorias

La inflamación genera estrés oxidativo y el daño a las macromoléculas es una característica fisiológica prominente de todas las enfermedades crónicas. La fracción de acetato de etilo de las hojas de *A. spinosus* inhibió completamente el choque anafiláctico sistémico inducido por secretagogo del compuesto 48/80 en un modelo de ratón. También estabilizó la membrana bicapa lipídica de los mastocitos, evitando así la perturbación de la membrana, la liberación de histamina y la desgranulación de mastocitos en los mastocitos peritoneales de rata *in vitro*, lo cual sugiere un papel en la profilaxis y el tratamiento de las reacciones anafilácticas (Patil *et al.*, 2012).

Propiedades Cardioprotectoras

Se han realizado estudios que demuestran que el consumo de una dieta rica en polifenoles limita la incidencia de enfermedad coronaria. Los productos de amaranto, como la harina de amaranto sin grasa y el concentrado de proteína, tienen la capacidad de unir ácidos biliares que se han formulado como un posible mecanismo por

el cual la fibra dietética reduce el nivel de colesterol en la sangre (Tiengo *et al.*, 2011).

En un estudio *in vivo*, se evaluó el potencial antitumoral del extracto etanólico de hojas de *A. spinosus* administrado por vía oral a ratones albinos suizos con carcinoma de ascitis de Ehrlich (EAC). Se observó una disminución en el volumen tumoral y el recuento de células viables, con un aumento concomitante en el tiempo medio de supervivencia y el recuento de células tumorales no viables junto con la restauración de los parámetros bioquímicos y hematológicos hacia la normalidad (Joshua *et al.*, 2010). En otro estudio (Maldonado *et al.*, 2010), se informó que un péptido anticancerígeno en el amaranto tenía actividades similares a las de la lunasina de soja que inhibía la transformación de las células NIH-3T3 en focos cancerosos y la acetilación de histonas H3 y H4 en 70% y 77%, respectivamente.

La administración oral de la planta entera de *A. viridis* seca alteró la proteína C reactiva, la proteína total, la albúmina, la globulina, la ceruloplasmina y los niveles de glicoproteína en el suero y el corazón de ratas con miocardio inducido por isoproterenol (Saravanan, 2012). También redujo los niveles de enzimas séricas (AST, ALT, LDH, CPK, GSSG y LPO) de la membrana y los niveles elevados de enzimas antioxidantes (CAT, SOD, GPX,

GST y GSH), haciendo que todos los parámetros fuesen casi normales, lo cual ejemplifica su efecto cardioprotector (Saravanan *et al.*, 2013).

Propiedades Antitumorales

La posibilidad de reducir el riesgo de cáncer es uno de los desafíos más importantes que enfrentan los científicos. En un estudio *in vivo*, se evaluó el potencial antitumoral del extracto etanólico de hojas de *A. spinosus* administrado por vía oral a ratones albinos suizos con carcinoma de ascitis de Ehrlich (EAC). Se observó una disminución en el volumen tumoral y el recuento de células viables con un aumento concomitante en el tiempo medio de supervivencia y el recuento de células tumorales no viables junto con la restauración de los parámetros bioquímicos y hematológicos hacia la normalidad (Joshua *et al.*, 2010). En otro estudio, se demostró que los extractos etanólicos al 50% de *A. viridis* Linn. obtenidos de sus hojas tenían una actividad antiproliferativa más efectiva contra Jurkat, CEM y HL-603 (líneas celulares leucémicas humanas) que su tallo. También se observó que ambos extractos mejoraban la proliferación de células normales, mientras que la curcumina estándar tenía un efecto antiproliferativo tanto en células leucémicas como en células normales. El extracto de hoja podría ser explorado como una nueva

fuente de terapia contra el cáncer (Labie *et al.*, 2015).

Alternativa Agronómica

Variedades de Amaranto

Botánicamente, el amaranto se ubica dentro del orden Centrospermales, familia Amaranthaceae, género *Amaranthus* y se han identificado poco más de 60 especies, entre las cuales se destacan las siguientes:

- *A. caudatus*, llamada comúnmente “kiwicha”, es una planta comúnmente cultivada en Perú, análoga al *A. cruentus* que se cultiva en México, cuyo color de semillas varía de negro hasta rojo, pero los más comunes son blanco o marfil. El valor nutricional yace en sus proteínas de alto valor biológico, pero también tienen un contenido relativamente alto de aceite de buenas características nutricionales y se destaca por ser una fuente importante de micronutrientes como calcio y hierro (Espinoza *et al.*, 2003).
- *A. hypochondriacus*, originaria del suroeste de Estados Unidos y el norte de México, donde en la antigüedad se le conocía como “huautli”, igualando en importancia al maíz y al frijol. Esta especie posee

un alto potencial de producción de grano, una planta color verde y una panoja erecta con pocas ramificaciones cortas, grano blanco y adaptación a zonas templadas de 1400-2400 msnm (García *et al.*, 2010).

- *A. dubius*, se encuentra en ambientes secundarios o urbanos (aceras, terrenos abandonados), se le reconoce por sus espigas terminales erectas, sus semillas de 1-1.2 mm de diámetro y lenticulares en sección transversal, de color vino tinto oscuro a marrón y la planta tiene usos alimenticios, medicinales y como forraje (Carmona Pinto, 2007).
- *A. viridis*, es considerada una especie de maleza de Clase II de menor peligrosidad pero que, por cambios en los sistemas de cultivo, pueden pasar a ocupar un hábitat superior e ingresar en la categoría de peligrosas (Clase I). También se le conoce como *A. gracilis*, que muy rara vez se cultiva como verdura (Chaila *et al.*, 2004).
- *A. tricolor*, es una especie que se cultiva en el Sudeste de Asia, Sur de India, Taiwán, América del Norte y Jamaica para consumo como verdura, las hojas hervidas son más suaves que la espinaca, los tallos son parecidos al espárrago y se pueden

utilizar tanto las plantas jóvenes como sus hojas (Daloz, 1979).

- *A. hybridus*, comúnmente llamado “quintonil”, es una hierba anual con tallos erectos muy delgados, distribuida en las regiones tropicales y subtropicales y parte de las regiones templadas del mundo (Rzedowski *et al.*, 2001).

Todas las especies de *Amaranthus* mencionadas son plantas anuales de tallos suculentos cuando son jóvenes y lignificados cuando están maduros que pueden medir hasta 3 m de altura.

Valor Alimenticio

Además de las características agronómicas de la planta, su excelente contenido nutritivo es de suma importancia por su alto contenido de proteínas, aminoácidos y minerales (principalmente hierro y calcio), tanto en su semilla como en su materia verde (Tabla 1).

Tabla 1. Valor nutricional del amaranto en relación con otras hortalizas (en 100 g de hoja)

Determinación	Amaranto	Acelga	Col	Espinaca
Humedad (g)	86.9	91.9	87.5	90.7
Proteína (g)	3.5	2.4	4.2	3.2
Calcio (mg)	267	88	179	93
Tiamina (mg)	0.08	0.06	-	0.10
Niacina (mg)	1.4	0.5	-	0.06
Riboflavina (mg)	0.16	0.17	-	0.2

Fuente: Carlsson, R. 1997. *Amaranthus* species and related species for leaf protein concentrate productions. En: First Amaranth Seminary, Emmaus, pp. 83-89

El valor del amaranto como verdura supera a otras verduras e incluso hortalizas de uso común y los contenidos de oxalatos, compuestos tóxicos presentes en las hojas, no superan el 4.6%, cantidad inofensiva para la salud humana, además de que estos se destruyen casi en su totalidad con el proceso de cocción.

Recientemente, se comprobó, por medio de técnicas analíticas, la alta calidad

y cantidad de proteínas que contiene el amaranto. La cantidad de proteína de la semilla es mayor que la de los cereales, puesto que contiene más del doble de proteínas que el maíz y de 60 a 80% más que el trigo. En cuanto a su composición de aminoácidos, contiene el doble de lisina que el trigo y el triple que el maíz, lo cual hace del amaranto un valioso alimento para complementar las dietas basadas en cereales (García *et al.*, 2010).



Figura 4. Amaranto como pseudocereal. Imagen tomada de: http://keys.trin.org.au/key-server/data/0e0f0504-0103-430d-8004-060d07080d04/media/Html/taxon/Amaranthus_spinus.htm

Por su parte, el aceite obtenido de la planta del amaranto es rico en ácidos grasos y su principal carbohidrato es el almidón, seguido de sacarosa y rafinosa. También contiene vitaminas como tiamina, riboflavina, niacina y vitamina C, la cual se distribuye en la cáscara principalmente. Entre 50 y 80% del total de la planta es comestible, por lo que se recomienda su aprovechamiento integral.

Actualmente, en México y otros países se desarrollan diversas investigaciones sobre el uso del amaranto en áreas como panificación, galletería, elaboración de pastas y embutidos, entre otros, ya que la semilla contiene cantidades altas de sodio, potasio, calcio, magnesio, zinc, cobre, manganeso, níquel y hierro, aunque este último poco biodisponible (Tabla 2).

Tabla 2. Valor nutritivo de la semilla cruda de amaranto en comparación con cereales comunes (g/100g)

	Amaranto	Arroz	Trigo	Maíz amarillo	Avena
Fibra dietética (g)	14.5	6.5	10.7	9.4	16.9
Proteína (g)	9.3	2.8	12.7	7.3	10.6
Grasas (g)	6.5	0.5	2.0	4.7	6.9
Carbohidratos (g)	66.2	79.2	75.4	74.3	66.3
Calcio (mg)	153.0	3.0	34.0	7.0	54.0
Hierro (mg)	7.6	4.23	5.4	2.7	4.7
Calorías (kcal)	374.0	358.0	340.0	365.0	389.0

Fuente: USDA (United States Department of Agriculture) Departamento Estadounidense de Agricultura

Producción en México

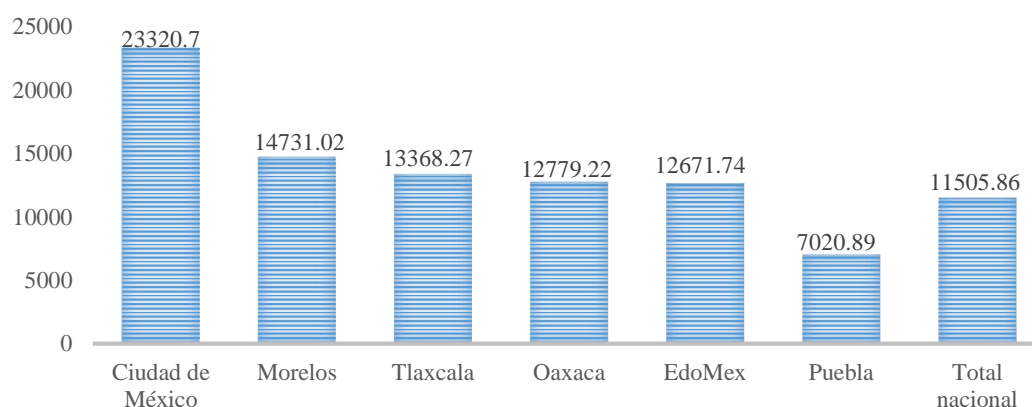
En México, los estados dedicados a la siembra de amaranto son: Ciudad de México, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Tlaxcala, los cuales producen 3,863.2 toneladas al año. El estado de Puebla es uno de los principales estados en la producción de amaranto, puesto que siembra más de 50% del total nacional. En el interior de este estado, hay cuatro regiones productoras de la semilla: (1) la región del Popocatepetl, que colinda con el estado de Morelos, donde

producen los municipios de Acteopan, Atzitzihuacán, Huaquechula y Tochimilco; (2) la región del Iztaccíhuatl, donde producen los municipios de San Felipe Teotlalcingo, San Martín Texmelucan y San Salvador El Verde; (3) la región de la Mixteca Poblana, donde producen los municipios de San Juan Ixcaquixtla, San Martín Atexcal y Tepexi de Rodríguez; y (4) la región de Tehuacán (Martínez *et al.*, 2004).

Diversas instituciones nacionales, como el Colegio de Posgrados de Chapingo, el Instituto Nacional de la Nutrición, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma Metropolitana, la Universidad Autónoma de Chapingo, el Instituto Politécnico Nacional y el Instituto Nacional de Antropología e Historia, han apoyado trabajos de investigación que han

Del total de la producción durante 2014 en México, se cultivaron 5,032.25 hectáreas, de las cuales se cosecharon 5,014.25. Se obtuvo un total de 6,547 toneladas (con un rendimiento de 1.31 ton/ha), que se vendieron a un precio medio rural (PMR) de \$11,505.86 por tonelada. En total, la producción de amaranto en México representó 75,329.89 millones de pesos en valor de la producción del grano (SIACON, 2014).

Gráfica 1. México: precio medio rural de amaranto por entidad federativa en 2014 (pesos pagados por tonelada)



Fuente: Elaboración propia con base en SIACON (2014)

contribuido al estudio de la potencialidad de este recurso.

A nivel mundial, China es el principal productor de amaranto con 150,000 ha sembradas, seguida de India y Perú con 1,800 ha, México con 900 ha y Estados Unidos con 500 ha.

México es considerado la 12ª potencia exportadora de alimentos, pero produjo (para 2013) solamente 16% de

arroz, 45% de trigo, 77% de maíz y 6% de soya en cifras del Consumo Nacional Aparente en el país (SIAP, 2014).

Conclusión

Este artículo ha pretendido informar al público en general sobre el uso presente y el potencial futuro del amaranto de aprovecharse eficazmente y de tener a la

mano la información necesaria fácil de asimilar y compartir.

Aunque el amaranto está presente en la dieta de la población humana y es considerado como cultivo con un amplio potencial nutricional, no se consume tanto como el maíz o el trigo. Asimismo, se ha

descrito la producción local del amaranto, su baja demanda y su bajo grado de aceptación y consumo en la población en general. Es importante impulsar la producción, promoción, comercialización y consumo de este pseudocereal con gran potencial.

Referencias

Alvarez-Jubete, L., Auty, M., Arendt, E.K. *et al.* *Eur Food Res Technol* (2010) 230: 437. <https://doi.org/10.1007/s00217-009-1184-z>

Ayala, G. A. V.; D. Escobar L.; L. Cortés E. y E. Espitia R. (2012). El cultivo del amaranto en México, descripción de la cadena, implicaciones y retos. En: Espitia R. E. Amaranto, ciencia y tecnología. Libro científico número 2. INIFAP. México. pp. 315-330.

Barba de la Rosa, A. P.; Fomsgaard, E. S.; Laursen, B.; Mortensen, A. G.; Olvera-Martínez, L.; Silva-Sánchez, C.; Mendoza-Herrera, A.; González-Castañeda, J. y De León-Rodríguez A. (2009). Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) como cultivo alternativo para la producción sostenible de alimentos: ácidos fenólicos y flavonoides con un posible impacto en su calidad nutracéutica. *J Cereal Sci*, 49: 117-21.

Belton, P. S. y Taylor, J. R. (Eds.). (2002). Pseudocereals and less common cereals: grain properties and utilization potential. Springer Science & Business Media.

Bodroza-Solarov, M.; Filipcev, B.; Kevresan, Z.; Mandic, A. y Simurina, O. (2007). Calidad del pan suplementado con grano de *Amaranthus cruentus* reventado. *J Food Process Eng*, 31, 602-618.

Bulbul, I. J.; Nahar, L.; Ripa, F. A. y Haque, O. (2011). Actividad antibacteriana, citotóxica y antioxidante de cloroformo, n-hexano y acetato de etilo extracto de la planta *Amaranthus Spinousus*. *Int J Pharma Tech Res*, 3, 1675-1680.

Carmona Pinto, W. (2007). Las especies del género *Amaranthus* (*Amaranthaceae*) en Venezuela. *Rev. Fac. Agron.*, (LUZ) 24(Supl. 1): 190-195.

Caselato-Sousa, V. M. y Amaya-Farfán, J. (2012). State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review. *Journal of Food Science*, 77(4).

Conforti, F.; Marrelli, M.; Carmela, C.; Menichini, F.; Valentina, P.; Uzunov, D.; Statti, G. A.; Duez, P. y Menichini F. (2012). Bioactive phytonutrients (omega fatty acids, tocopherols, polyphenols), *in vitro* inhibition of nitric oxide production and free radical scavenging activity of non-cultivated Mediterranean vegetables. *LWT-Food Sci Technol*, 45: 269-76.

Chaila, S.; M. T. Sobrero y R. A. Arévalo. (2004). Manual para el reconocimiento de malezas en caña de azúcar. Publicado en soporte electrónico. (1ª ed.). Santiago del Estero.

Daloz, Ch. (1979). Amaranth as leaf vegetable: horticultural observation in temperate climate. Proceedings of Second Amaranth Conference. Rodale Press, Inc. 33 E. Minor Street. Emmaus, PA 18049. p. 184.

Déllano, F. J. P. y N. A. Martínez G. (2012). El transcriptoma de *Amaranthus hypochondriacus* L.: una poderosa herramienta para profundizar en su conocimiento y aprovechamiento. En: Espitia R. E. Amaranto, ciencia y tecnología. Libro científico número 2. INIFAP. México. pp. 31-48.

Espinoza, C.; Repo-Carrasco, R. y Jacobsen, S. (2003). Nutritional value and uses of andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Research International*, 19, 179-189.

Farvin, K. H. S.; Surendraraj, A. y Anandan, R. (2010). Protective effect of squalene on certain lysosomal hydrolases and free amino acids in isoprenile-induced myocardial infarction in rats. *Inter J Pharma*, 6, 97-103.

Iqbal, M. J.; Hanif, S.; Mahmood, Z.; Anwar, F. y Jamil, A. (2012). Antioxidant and antimicrobial activities of Chowlai (*Amaranthus viridis* L.) leaf and seed extracts. *J Med Plant Res*, 6, 4450-4455.

Joshua, L. S.; Pal, V. C.; Kumar, K. L. S.; Sahu, R. K. y Roy, A. (2010). Actividad antitumoral del extracto de etanol de hojas de *Amaranthus Spinousus* contra EAC con ratones albinos suizos. *Der Pharmacia Lettre*, (2) (2010), 10-15.

Kraujalis, P.; Venskutonis, P. R.; Kraujalienė, V. y Pukalskas, A. (2013). Propiedades antioxidantes y evaluación preliminar de la composición fitoquímica de las diferentes partes anatómicas del amaranto. *Plant Foods Hum Nutr*, 68, 322-328.

Larbie, C.; Appiah-Opong, R.; Acheampong, F.; Tuffour, I.; Uto, T. y Torkornoo, D. (2015). Efecto antiproliferativo de *Amaranthus viridis* Linn. En: Líneas celulares leucémicas humanas: un estudio preliminar, *Int J Biol Pharma Res*, 6, 236.

Maldonado-Cervantes, E.; Jeong, H. J.; León-Galván, F.; Barrera-Pacheco, A.; De León-Rodríguez, E.; González de Mejía *et al.* (2010). Amaranth lunasin-like peptide internalizes into the cell nucleus and inhibits chemical carcinogen-induced transformation of NIH-3T3 cells peptides, 31, 1635-1642.

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 perspectiva en el estado de Puebla. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Puebla. Fundación PRODUCE Puebla, A. C. Puebla, Puebla. pp. 137-143.

Moreno, V. M.; Yáñez, M. M. J.; Rojas, M. M. J.; Zavala, M. R. I.; Trinidad-Santos, A. E. y Arellano, V. J. L. (2005). Diversidad de hongos en la semilla de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) y su caracterización molecular. *Rev. Mex. Fitopatol*, 23, 111-118.

Nana, F. W.; Hilou, A.; Millogo, J. F. y Nacoulma, O. G. (2012). Phytochemical composition, antioxidant and xanthine oxidase inhibitory activities of *Amaranthus cruentus* L. and *Amaranthus hybridus* L. extracts. *Pharmaceuticals*, 5, 613-628.

Pal, M. *Amaranthus*: evolución, recursos genéticos y utilización. *Environews*. Boletín de ISEB, India, 1999: 5.

Pasko, P.; Barton, H.; Zagrodzki, P.; Gorinstein, S.; Fołta, M. y Zachwieja, Z. (2009). Antocianinas, polifenoles totales y actividad antioxidante en las semillas y brotes de amaranto quinoa durante su crecimiento. *Food chem.*, 115, 994-998.

Patil, S. D.; Patel, M. R.; Patel, S. R. y Surana, S. J. (2012). *Amaranthus spinosus* Linn. Inhibe las reacciones anafilácticas mediadas por mastocitos. *J Immunotoxicol*, 9(1), 97-103.

Pérez Torres, B. C.; Aragón García, A.; Pérez Avilés, R.; Hernández, L. R. y López Olguín, J. F. (2011). Estudio entomofaunístico del cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Puebla México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(3), 359-371.

Ronco, A. L. y Stéfan, E. D. (2010). Squalene: a multi-task link in the crossroads of cancer and aging. *Func Food Health Dis*, 3, 462-476.

Saravanan, G.; Ponmurugan, P.; Sathiyavathi, M.; Vadivukkarasi, S. y Sengottuvelu, S. (2012). *Amaranthus Viridis* Linn, una espinaca común, modula la proteína C reactiva, el perfil proteínico, la ceruloplasmina y la glicoproteína en ratas infartadas miocárdicas inducidas experimentalmente. *J Sci Food Agric*, 92(12), 2459-2464.

Tiengo, A.; Motta, E. M. y Netto, F. M. (2011). Composición química y actividad de unión de ácidos biliares en productos obtenidos de semillas de amaranto (*Amaranthus Cruentus*). *Plant Foods Hum Nutr*, 66, 370-375.

Trinidad, S. A.; Gómez, L. F. y Suárez, R. G. (1990). El amaranto (*Amaranthus* spp.) su cultivo y aprovechamiento. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México. p. 577.