

Artículo de revisión

IMPORTANCIA NUTRICIONAL Y ECONÓMICA DEL MANÍ (*Arachis hypogaea* L.)**Nutritional and economic importance of peanuts (*Arachis hypogaea* L.)**Julio Montero Torres¹**RESUMEN**

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es una oleaginosa originaria de Sudamérica la cual presenta una alta diversidad en la región. Se usa en la agricultura, alimentación, ganadería, industria farmacéutica. La semilla contiene antioxidantes, grasas, proteínas, carbohidratos, fibras crudas, vitaminas y minerales. Importante para la alimentación humana y nutrición de los países en vías de desarrollo. Se produce aproximadamente 42.63 millones de toneladas por año a nivel mundial y es la cuarta fuente más importante del mundo para la producción de aceite vegetal comestible. Los principales productores y exportadores del mundo son la India, Estados Unidos y en Sudamérica Argentina, Brasil y Bolivia que ocupa el puesto 20 entre 125 países. En Bolivia entre 2006 y 2019, las exportaciones de maní acumularon más de "95 millones de dólares". Sin embargo, existe una limitante como las aflatoxinas durante el proceso de producción. Es importante conocer su potencial nutritivo y económico para la seguridad alimentaria y las economías productoras.

Palabras clave: *Arachis hypogaea* L., seguridad alimentaria, valor económico y nutricional.

ABSTRACT

The peanut (*Arachis hypogaea* L.) is an oilseed native to South America which presents a high diversity in the region. It is used in agriculture, food, livestock, pharmaceutical industry. The seed contains antioxidants, fats, proteins, carbohydrates, raw fibers, vitamins and minerals. Important for human food and nutrition in developing countries. It is produced approximately 42.63 million tons per year worldwide and is the fourth most important source in the world for the production of edible vegetable oil. The main producers and exporters in the world are India, the United States and in South America Argentina, Brazil and Bolivia, which ranks 20th among 125 countries. In Bolivia between 2006 and 2019, peanut exports accumulated more than "95 million dollars". However, there is a limitation like the aflatoxins during the production process. It is important to know its nutritional and economic potential for food security and production economies.

Keywords: *Arachis hypogaea* L., food security, economic and nutritional value.

¹ Docente, Facultad de Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia. monterotj@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es el sexto cultivo oleaginoso y económico del mundo. Importante por su valor nutricional (grasas, proteínas, minerales y vitaminas) en la seguridad alimentaria, cadena alimentaria, como también por generar empleo e ingresos para las familias productoras (FAO, 2020; Sarvamangala, 2011; Espinoza et al., 2016). Útil para el consumo humano como aceite vegetal y proteína, como forraje para el ganado y como abono verde en la agricultura. Con aproximadamente un 26 % de proteína, un 48 % de aceite y un 3 % de fibra y un alto contenido de calcio, tiamina y niacina, tiene todo el potencial para ser utilizado como un complemento alimenticio económico para combatir la desnutrición. El maní es parte de la naturaleza que beneficia al hombre en general y niños, mujeres embarazadas o lactantes y para los pobres en particular (Sarvamangala, 2011). Contribuye con más de 3.5 millones de toneladas anuales a la reserva mundial de proteínas para uso alimentario y animal (Lusas, 1979).

Del valor total sustentado por la producción de alimentos, el 41.9 % es suministrado por procesos naturales y el 58.1 % es aportado por actividades humanas, como la siembra, plantar y el riego. Sin embargo, solo se calcula el valor económico sustentado por las actividades humanas y parte de los servicios ecosistémicos por proceso natural, que es el 64.7 % del valor total (Gao-Di et al., 2005). En las últimas décadas, se ha dado atención cada vez mayor a las semillas oleaginosas como una fuente alternativa de proteínas alimentarias. Esto se debió a la falta de proteínas para proporcionar la nutrición necesaria a grandes segmentos de la población mundial en los siguientes años. Un informe a las Naciones Unidas destacó, en un objetivo de política, la necesidad de incrementar el uso alimentario directo de semillas oleaginosas y productos proteicos de semillas oleaginosas por parte de la población humana. La producción mundial de semillas oleaginosas podría utilizarse como alimento a través de la cantidad de proteína disponible. La producción de alrededor de 40 millones de toneladas métricas de proteína de semillas oleaginosas equivale a 25 g de proteína por persona por día para tres mil millones de personas. El propósito es la enorme cantidad de proteína disponible en las semillas oleaginosas. Incrementos sustanciales en la producción de semillas oleaginosas podrían aumentar la disponibilidad potencial de proteína de semillas oleaginosas. Diez son los cultivos que en la actualidad

son los de mayor producción y cotizados en los mercados de todo el mundo; a saber: soya (*Glycine max* (L.) Merr.), canola (*Brassica napus* L.), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), algodón (*Gossypium spp.* L.), girasol (*Helianthus annuus* L.), olivo (*Olea europaea* L.), maíz (*Zea mays* L.), lino (*Linum usitatissimum* L.), maní (*Arachis hypogaea* L.) y ajonjolí (*Sesamum indicum* L.); además estas contienen omega 3 (54.0 %), omega 6 (33.4 %), omega 9 (7.2 %) y otros (5.4 %) (MAMB, 2020; Natarajan, 1980).

En algunos países como Estados Unidos aproximadamente el 70 % de la cosecha se consume en el país o se exporta como granos de maní, mantequilla de maní y dulces (Lusas, 1979). La trituration se limita principalmente a los descartes y a los granos que contienen aflatoxina; y así estabilizar el mercado. Sin embargo, en países como India, Senegal, Brasil y Argentina, del 75 al 100 % de la cosecha se tritura o se exporta para su uso como aceite y harina de ganado (Lusas, 1979). El maní es posiblemente la semilla oleaginosa de proteínas alimentarias más ampliamente investigada en el mundo. Las ventajas sobre otras semillas oleaginosas incluyen un sabor relativamente suave, problemas menores de color y requisitos mínimos de preparación (Lusas, 1979). Los productos que se utilizan en todo el mundo incluyen maníes hervidos, maníes tostados enteros o parcialmente desgrasados, mantequillas de maní, sémola y harinas (enteras o desgrasadas), maníes desgrasados, concentrados de proteínas y aislados de proteínas. Sus usos en alimentos compuestos incluyen panes y productos de panadería fortificados, aderezos, frituras, bocadillos, productos cárnicos, leches extendidas, productos de tipo queso y cuajada, y varios alimentos de alimentación masiva en los países en desarrollo. Los desafíos encontrados en la utilización del maní incluyen la mejora de los niveles de sabor y la estabilidad, la identificación de la adecuación nutricional y los requisitos de fortificación, la eliminación de factores antinutricionales, el desarrollo de nuevos productos y procesos mejorados y la eliminación de los problemas de aflatoxinas (Lusas, 1979; MAMB, 2020). El objetivo del estudio, es evidenciar la importancia de los parámetros nutricionales y el valor económico del maní.

METODOLOGÍA

Se ha realizado una revisión bibliográfica, hemerográfica, aplicando palabras clave como valor económico, nutricional, maní y seguridad alimentaria en

la WEB OF SCIENCE y SCOPUS, de las cuales algunos hallazgos se tomaron en cuenta y las restantes se excluyeron. La revisión bibliográfica fue a nivel nacional e internacional.

DESARROLLO E INFORMACIÓN DEL CULTIVO DE MANÍ

Origen, taxonomía y distribución

El género *Arachis* de la familia botánica Fabaceae, originario de América del Sur, está compuesto por 80 especies. La especie cultivada, económicamente más valiosa es *Arachis hypogaea* L. (Figura 1) (Chen et al., 2014). Se cultiva en "todos los continentes", pero, la mayor parte de la producción se produce en Asia, África, América del Sur y América del Norte (Vollmann y Rajcan, 2009). En Suramérica es conocida comúnmente como maní. Es un alotetraploide natural (AABB) con $2n=40$. Se considera que *Arachis villosa* y *Arachis ipaensis* son los progenitores silvestres. A pesar de que no existen consensos al respecto, ya que algunos investigadores no están de acuerdo sobre los progenitores del maní (Al-Khayri, Jain y Johnson, 2019; Seijo et al., 2007). La clasificación botánica se toma de (Cubas, 2003; Ramanatha, 1987; Steinmetz, 2012):

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Subdivisión: Spermatophytina
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Fabales
- Familia: Fabaceae o leguminosae
- Subfamilia: Faboideae o papilionaceae
- Tribu: Aeschynomeneae
- Género: *Arachis*
- Especie: *hypogaea*
- Nombre común: maní

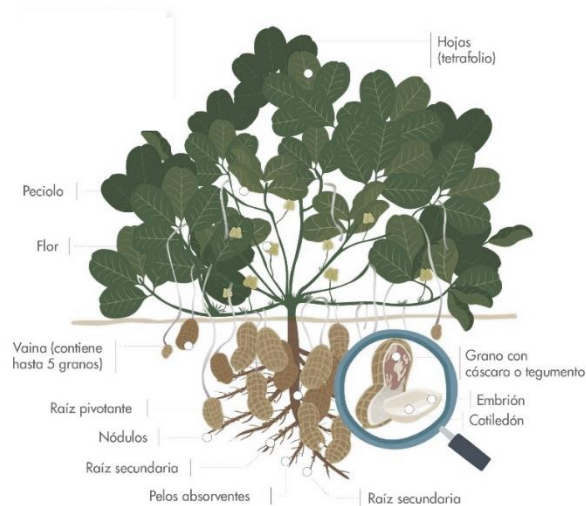


Figura 1. Partes de la planta de maní (Pérez y García, 2015).

Bolivia es considerada como el probable lugar de origen y domesticación del maní; su distribución está a latitudes de 40° N y 40° S (Al-Khayri, Jain y Johnson, 2019). En Bolivia existe una gran diversidad del maní, donde se identificaron 62 variedades autóctonas, de las cuales 42 variedades locales pertenecen a *A. hypogaea* ssp. *hypogaea* var. *hipogaea*; 17 a *A. hypogaea* ssp. *fastigiata* var. *fastigiata*; 1 a *A. hypogaea* ssp. *fastigiata* var. *vulgaris*; y 2 a *A. hypogaea* ssp. *fastigiata* var. *Peruviana* (Krapovickas et al., 2009). Aunque, en su mayoría las variedades locales encontradas en Bolivia, son endémicas. Los maníes más típicos de Bolivia pertenecen a las variedades locales "Crema", "Colorado San Simón", "Bayo americano", "Overo" y "Overo colorado", que se cultivan ampliamente en todo el país (Krapovickas et al., 2009). Las regiones productivas (Figura 2) se encuentran en los Yungas en La Paz, donde se recolectaron 11 variedades locales, de las cuales 3 son endémicas; asimismo, en las regiones montañosas de Santa Cruz y Cochabamba, se recolectaron 18 variedades locales, (6 endémicas); en el departamento de Tarija, se determinaron 14 variedades locales (2 endémicas); todas las variedades locales mencionadas pertenecen a la especie *hypogaea*. Por el contrario, la subespecie *fastigiata* tiene un centro de diversidad en la cuenca del río Beni, donde se recolectaron 10 variedades nativas en un área pequeña, de las cuales 9 son endémicas de esa región (Krapovickas et al., 2009).

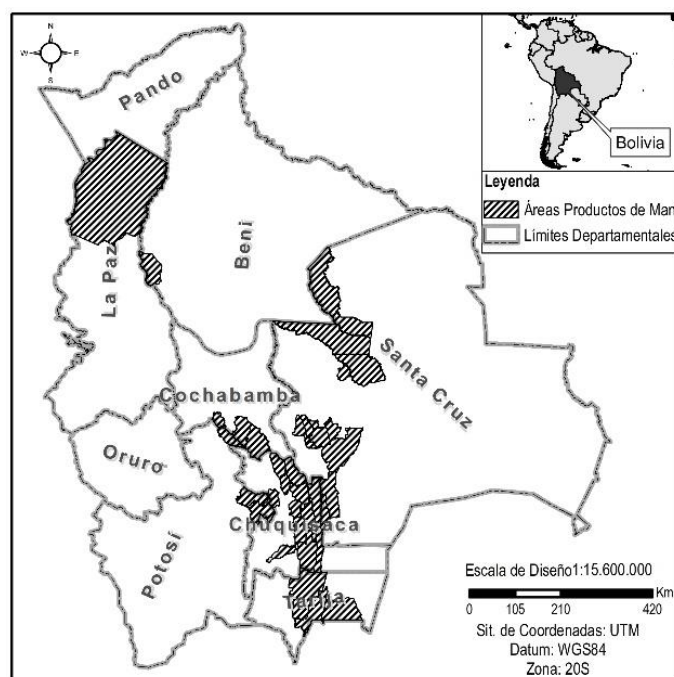


Figura 2. Áreas productoras de maní en Bolivia (Espinoza et al., 2016).

Componentes nutritivos del maní

Los maníes conocidos en China como (nueces de longevidad, carne vegetal, carne vegetariana y leche verde), es un alimento saludable reconocido mundialmente (Wang, 2016). Es el cuarto cultivo oleaginoso más grande del mundo y la tercera fuente principal de proteína (Jamdar et al, 2010). El grano de maní es nutritivo, contiene 38.0-60.0 % de grasa, 24.0-36.0 % de proteína, 10.0-23.0 % de carbohidratos, aproximadamente 3.0 % de minerales, así como componentes bioactivos, como vitaminas, polifenoles, fitoesteroides, polícarbohidratos activos, fosfolípidos, y

fibra dietética. El nutricionista clasifica el maní como un cultivo de grado A+, para un maní entero, la cáscara representa aproximadamente el 28.0-32.0 % y el núcleo representa aproximadamente el 68.0-72.0 % del maní, en el grano de maní, la piel del grano representa el 3.0-3.6 %, el cotiledón representa el 62.1-64.5 % y el germen representa el 2.9-3.9 % (Wang, 2016). Los principales nutrientes en el grano de maní incluyen proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales. El contenido de proteína es secundario a la soya en comparación con los otros cultivos principales que producen aceite y es más alto que el sésamo y la colza (Tabla 1) (Wang, 2016).

Tabla 1. Componentes químicos de maní y semillas de otros cultivos oleaginosos (%).

Cultivo	Grasa	Proteína	Carbohidrato	Fibra cruda	Ceniza	Agua
Maní	44.24-53.86	23.94-36.35	9.89-23.62	2.67-6.40	1.75-2.58	5.33-9.16
Soya	14.95-22.14	45.18-53.61	17.81-30.47	4.22-6.40	3.89-5.72	5.71-12.50
Colza oleaginosa	28.15-48.08	19.13-27.17	16.61-38.86	4.58-11.22	3.34-7.84	6.53-10.53
Sésamo	45.17-57.16	19.87-24.25	9.59-19.91	4.00-7.52	4.49-6.87	4.35-8.50
Semilla de algodón	17.46-23.07	24.27-37.66	19.14-33.33	1.12-3.56	5.12-6.12	9.42-12.09

Fuente: Wang (2016).

El grano de maní generalmente contiene 44-54 % de grasa en comparación con otros cultivos oleaginosos, el contenido de grasa del maní es secundario al del sésamo y más alto que la colza, la soya y la semilla de algodón (Wang, 2016). El valor nutricional de la proteína de maní muestra que el valor biológico de la proteína de maní es 59, la utilización neta de proteínas

es 51 y la digestibilidad pura alcanza el 90 %, sin embargo, el valor nutricional de la proteína de maní en polvo se asemeja a la proteína animal y el contenido de proteína es 2.7 veces mayor que el de la carne de res, 3.3 veces mayor que el de la carne magra, 3.8 veces que el de huevo y 16.7 veces que el de la leche (Tabla 2) (Wang, 2016).

Tabla 2. Datos nutricionales del polvo de proteína de maní, carne, huevo y otros alimentos.

Nombre	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidratos (g)	Calcio (mg)	Magnesio (mg)	Hierro (mg)
Proteína de maní en polvo 100g ⁻¹	55.0	4.5	23.0	93	510	2.6
Carpa 100g ⁻¹	13.0	1.1	0.1	54	203	2.5
Camarones secos 100g ⁻¹	58.1	2.1	4.6	577	614	13.1
Carne magra 100g ⁻¹	16.7	28.8	1.0	11	177	2.4
Carne de res 100g ⁻¹	20.1	10.2	0.1	7	170	0.9
Leche 100g ⁻¹	3.3	4.0	5.0	600	465	1.0
Pollo 100g ⁻¹	21.5	2.5	0.7	11	190	1.5
Huevo 100g ⁻¹	14.6	11.6	1.6	55	210	2.7

Fuente: (Wang, 2016).

El maní tiene componentes estructurales de carbohidratos (Badui, 2006) complejos, como los monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos, donde los polisacáridos se dividen en homopolisacáridos y heteropolisacáridos según la diferencia en la composición. Los maníes, son ricos en vitaminas, incluyendo niacina, vitamina E (VE), vitamina B₁, vitamina B₂, vitamina B₆, ácido pantoténico y ácido fólico. Entre ellos, el contenido de niacina, VE y ácido pantoténico es relativamente alto, representando más del 85 % del contenido total de vitaminas, seguido de las vitaminas B₁, B₂ y B₆; el contenido de los tres es de 0.1-1.0 mg 100g⁻¹, que representan aproximadamente el 10 % de la cantidad total de vitaminas. El maní tiene un contenido relativamente bajo de vitamina K, ácido fólico y biotina, inferior a 0.1 mg 100g⁻¹, lo que representa menos del 5 % del contenido total de vitaminas. Además, de contener proteínas, grasas y carbohidratos ricos, el maní también contiene minerales, saponinas, resveratrol, proantocianidinas, flavonoides y otros componentes bioactivos. El contenido mineral en el grano de maní es solo del 2 al 3 %. Aunque, desde la perspectiva nutricional, el maní es rico en zinc, potasio, fósforo y magnesio, tiene un contenido más bajo de calcio, yodo, hierro y otros iones metálicos son los componentes o activadores de muchas metaloenzimas. Los factores antinutricionales en el maní incluyen principalmente inhibidor de tripsina, aglutinina, fitato, tanino condensado y α -amilasa (Masis, Vega y Sánchez, 2013; Wang, 2016). Otro estudio indica que el fruto (semilla), parte comestible contiene hasta el 32 % de proteína y aceite un 56 % (Torres et al., 2014). Es una fuente muy importante de vitamina K, fibras, minerales, como también tiamina y niacina en comparación con los cereales (Al-Khayri, Jain y Johnson, 2019). Las sustancias del maní son importantes para la alimentación y nutrición humana.

Usos e importancia

El maní es importante en la agricultura, alimentación humana, animal, industria farmacéutica y otros (Masis, Vega y Sánchez, 2013; Vollmann y Rajcan, 2009). Es una valiosa cosecha de semillas para la seguridad alimentaria y nutrición humana (Hasan, et al., 2012). Tercera fuente de harina de proteína vegetal (Lusas, 1979; Viquez, Konan y Dodo, 2003). A nivel mundial, el consumo per cápita por ejemplo en China es de 10.54 kg por habitante; Indonesia 6.23 kg por habitante; India 3.96 kg por habitante, Canadá 3.71 kg por habitante (Etchevehere, et al, 2018). Las semillas se usan enteras o procesadas, por ejemplo, para producir mantequilla y aceite (Torres et al., 2014). Tradicionalmente se ha utilizado como fuente de aceite comestible desde fines del siglo XIX (Singh, y Singh, 1991), asimismo es de consumo directo hasta fines de los años '70. Ahora, se reemplazó las variedades oleaginosas tradicionales del tipo Español y Valencia por variedades del tipo Runner, aptas para exportación como maní para confitería, también llamado internacionalmente Hand Picked and Selected (HPS) traducido al español como elegido y seleccionado a mano (Nadathur, Wanasundara y Scanlin, 2017).

Los subproductos del maní contienen compuestos funcionales como proteínas, fibras, polifenoles, antioxidantes, vitaminas y minerales que se pueden agregar como ingredientes funcionales en muchos alimentos procesados. Algunos métodos de procesamiento, como tostar y hervir han mostrado un aumento en la concentración de estos compuestos bioactivos y sus beneficios para la salud (Arya, Salve y Chauhan, 2016). El maní tiene muchos productos de valor agregado que se han desarrollado con una serie de aplicaciones en panadería, confitería y el mercado general de consumo. Entre los mas importantes están la harina de mani, aceite de mani, aceite de mani

refinado, aceite de maní gastrónomo (gourmet), 100 % de aceite de maní, maníes tostados, mantequilla de maní (Akhtar et al., 2014). Los maníes se usan también para hacer cerveza y bebidas no alcohólicas, el aceite también se transforma en jabón (Montero-Torres et al., 2020).

Aproximadamente 42.63 millones de toneladas (t) de maní se recolectan por año y contribuyen con más de 3.50 millones de t a la reserva de proteínas del mundo para uso en alimentos y forrajes (Lusas, 1979). Una cosecha anual de proteínas en todo el mundo alcanza casi 4.50 millones de t de maní (Singh y Singh, 1991). Consumido crudo, tostado, cocido y como aceite de cocina. En la ganadería prensado, en semilla, como forraje en verde y paja. En la industria, la cáscara o vaina como combustible y carbón activado (Sánchez, Bravo y Soriano, 2014). En la medicina se usa el resveratrol que contiene sus semillas, raíces, hojas y cáscaras; sustancia benéfica para la salud en el control del envejecimiento, enfermedades cardiovasculares, cáncer y la aterosclerosis (Hasan, et al., 2012). En Bolivia la demanda de maní crudo con cáscara creció hasta alcanzar los 1.04 kilogramos per cápita en 2014. El maní tostado en vaina es más demandado aun en la última década. En 2002 el consumo era de 1.53 1.53 kilogramos por año por persona a 1.80 kilogramos

por año por persona en 2014 (PIEB, 2020). El maní agroecológico es insumo de cremas anti-arrugas, mantequilla de maní, turrón de maní, chocolate, aperitivos (snacks), harina de maní (sopas y otros platos de cocina), ají de maní (Llajua o salsa picante), maní en cápsulas (crudo) (Coca, 2019; PIEB, 2020; Pérez y García, 2015).

Beneficios nutricionales del aceite de maní

El maní en la industria de alimentos es la cuarta fuente más importante del mundo de aceite vegetal comestible (Viquez, Konan y Dodo, 2003). Es una de las legumbres más utilizadas debido a su nutrición y sabor, y ocupa un rango de cultivo de semillas oleaginosas relevante. Ha sido reconocido como un alimento funcional debido a su papel en un efecto promotor de la salud. El aceite de las semillas de maní contiene un ácido graso (Tabla 3) balanceado y antioxidante, antagónico a sustancias nocivas como los radicales libres. Por lo cual es importante conocer las propiedades fitoquímicas y funcionales del aceite de maní. Debido a sus propiedades organolépticas únicas asociadas con sus propiedades cardioprotectoras y antiinflamatorias, el aceite de maní es parte importante en el mercado internacional de aceites comestibles (Akhtar et al., 2014).

Tabla 3. Composición de ácidos grasos del aceite de maní (%).

Ácido graso	Ozcan, 2010	Misuna et al., 2008	Ozcan y Seven, 2003	Sanders et al., 1992	Hashim et al., 1993	Worthington et al., 1972
Ácido palmítico	7.63-11.41	8.39-15.63	0.31-10.83	8.0-14.0	7.4-12.5	5.3-10.4
Ácido esteárico	2.14-4.13	3.56-4.76	0.10-4.23	1.0-4.5	2.7-4.9	2.2-4.4
Ácido oleico	48.40-57.30	40.96-63.47	0.30-48.40	35.0-69.0	41.3-67.4	52.8-82.2
Ácido linoleico	27.30-38.30	17.35-34.78	0.21-31.93	12.0-43.0	13.9-35.4	2.9-27.1
Ácido araquídico	1.44-2.36	0.50-0.89	0.15-1.67	1.0-2.0	1.2-1.9	1.1-1.8
Ácido eicosenoico	-	0.28-0.64	-	0.7-1.7	0.7-1.4	0.7-2.4
Ácido behénico	-	1.75-2.33	0.31-2.43	1.5-4.5	2.1-3.6	2.2-3.9
Ácido lignocérico	-	0.55-1.11	-	0.5-2.5	0.9-1.7	1.0-1.9

Fuente: Akhtar et al. (2014).

Los valores de yodo observados en las muestras de aceite variaron de 88.6-105.4, en Argentina sobre aceite de maní obtuvieron valores de 101-108 para maníes rojos cultivados en diferentes localidades; en Perú reportaron valores de 98-117 para diferentes cultivares; En Estados Unidos encontraron valores de yodo de 84.1- 100.3 en 108 líneas de una colección de germoplasma. Los valores de saponificación fluctuaron de 142.5-181.8. Estos resultados fueron muy desiguales, pero los valores reportados en otros trabajos también fueron muy variables; aunque también obtuvieron valores de 190 y 166 para los cultivares COM y NC-7, respectivamente; en Pakistán

reportaron valores de 226.4-242.5 para diferentes variedades cultivadas de zonas áridas; en Nigeria informaron valores entre 112 y 140 para los aceites de maní (Anyasor et al., 2009; Özcan y Seven, 2003; Shad et al., 2012). El valor de saponificación está relacionado con el peso molecular medio o longitud de cadena de todos los ácidos grasos presentes; por tanto, depende de las diferentes composiciones de ácidos grasos de los diversos cultivares. Con respecto a los porcentajes de acidez, los valores obtenidos en este estudio (1.1-2.5 %) fueron altos en relación a los permitidos para los aceites refinados pero similares a los encontrados para el aceite crudo de semillas de maní en otros estudios

(Mora-Escobedo et al., 2014). En el caso de Colombia el valor de producción de los bienes finales de la cadena de productos oleaginosos, grasas y aceites, durante el 2001-2014 la producción pasó de 2.8 billones USD a 4.4 billones USD con un valor promedio de 3.8 billones USD lo que implica una tasa de crecimiento promedio anual de 4.2 % y una participación promedio de 2.2 % del total de la producción manufacturera (Nieto y Calderón, 2018). Los ácidos grasos cumplen funciones importantes en la salud humana.

Alergenos del maní

Actualmente, las alergias alimentarias se han convertido en un problema de salud importante para la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Akhtar et al., 2014). A parte de sus excelentes características nutricionales, el maní, puede causar alergia, debido a la alergia Ig E mediada a maní, enfermedad que afecta aproximadamente al 1 % de los niños menores de 5 años en los últimos 15 años, se ha diagnosticado a un número cada vez mayor de niños con la alergia (Sampson, 2002a, 2004b; Sicherer y Sampson, 2006; Lee y Burks, 2006; Grundy et al., 2002). La alergia alimentaria en general afecta del 6 al 8% de los niños menores de 4 años y aproximadamente al 4 % de la población de EE.UU. mayor de 10 años. Si bien cualquier alimento puede causar una reacción alérgica, algunos si causan la mayoría de las reacciones alérgicas. Tanto en niños como en adultos, el maní, las nueces de árbol, el pescado y el marisco son alérgenos comunes. Los niños también suelen reaccionar a la leche, huevos, trigo y soya. La alergia alimentaria es la principal causa de anafilaxia tratada en los servicios de urgencias de los hospitales de Europa Occidental y EE.UU. En los EE.UU., la alergia alimentaria representa alrededor de 30 000 reacciones anafilácticas, 2 000 ingresos hospitalarios y 200 muertes cada año. La estrategia de tratamiento para la mayoría de las enfermedades alérgicas se basa en evitar el alérgeno, la terapia farmacológica si es necesario y el alérgeno de inmunoterapia específica. Para la alergia al maní, la inmunoterapia aún no está disponible (Burks, 2008).

El maní es uno de los alimentos más alergénicos que contiene múltiples proteínas almacenadas en semillas identificadas como alérgenos (Viquez et al, 2003). Comúnmente se relaciona con frutos secos y a pesar de ser taxonómicamente de familias diferentes, hasta el 50 % de los pacientes con alergia a maní presentan sensibilización a frutos secos. Se han descrito 9 alérgenos de maní, Ara h1 a Ara h9. Los alérgenos mayores del maní son Ara h1 y Ara h2 (proteínas de almacenamiento de semillas), mientras que Ara h3, 4, 5, 6 y 7 son alérgenos minoritarios en la mayoría de las poblaciones estudiadas (Peralta et al., 2016). Ara h5 pertenece a la familia de las profilinas, Ara h8 a los homólogos de Bet v1 y Ara h9 a las proteínas de transferencia lipídica (LTPs) en español proteínas transportadoras de lípidos, siendo los 3 panalérgenos (Burks, 2008). Los panalérgenos vegetales son proteínas ampliamente extendidas en el reino vegetal, implicadas en funciones biológicas fundamentales de las plantas, con secuencias y estructuras altamente conservadas, por lo que son capaces de inducir fenómenos de reactividad cruzada (Peralta et al, 2016). Por consiguiente, algunas poblaciones podrían ser afectados por alergias del maní.

Producción del maní

La superficie cultivada de maní a nivel mundial es de 247 000 km², equivalente al 1 % de las superficies agrícolas cultivadas (Leff, Ramankutty y Foley, 2004). La producción mundial de maní se encuentra liderada por China con el 40 %, le siguen: India (16 %), Nigeria (7 %), Estados Unidos (6 %), Sudan (3 %), Myanmar (3 %), Argentina (3 %), Indonesia (3 %) y Senegal (3 %) (Etchevehere, et al, 2018; Espinoza et al., 2016). Sin embargo, el maní está ampliamente plantado en el mundo, en Asia, Europa, África, América y Oceanía, etc (Wang, 2016). Según las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020), la superficie de maní fue de 24 709 500 ha y el rendimiento fue de 41 185 900 t en 2012. Los cinco principales países en términos de superficie de maní son India, China, Nigeria, Sudán y Myanmar, y los cinco principales países en términos de rendimiento de maní son China, India, Nigeria, Estados Unidos y Myanmar (Wang, 2016). Es una Leguminosa de relevancia económica por el aceite vegetal, proteínas, minerales y vitaminas (Krishna et al., 2015).

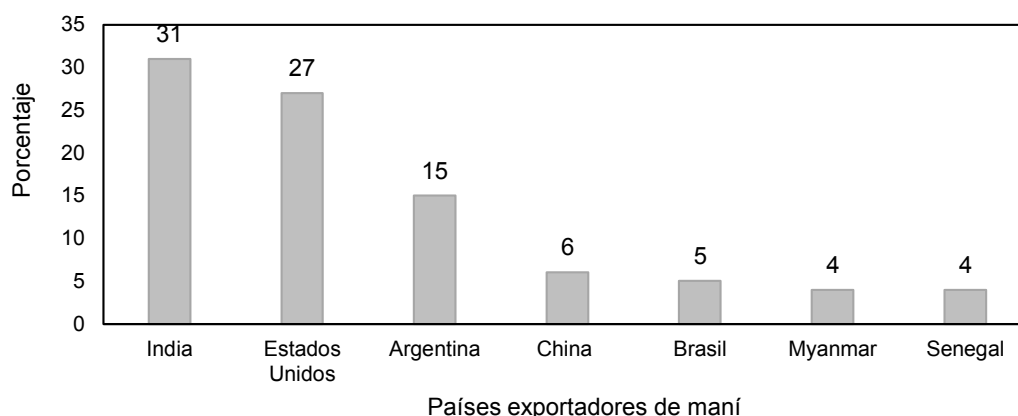


Figura 3. Principales exportadores de maní (Etchevehere, 2018).

Según la información del mapa comercial (Trade Map), web desarrollada por el Centro de Comercio Internacional (CCI) (Figura 3). Bolivia ocupa el puesto 20 entre los 125 países que comercializan este producto oleaginoso a nivel internacional, donde el maní cada vez gana importancia dentro de la canasta

exportadora no tradicional de Bolivia (IBCE, 2020) (Figura 4). La India es el mayor productor de maní con 7.70 millones de t anuales; seguido por Estados Unidos (1.88 millones de t); Argentina (0.42 millones de t) y China (13.42 millones de t) (Akhtar et al., 2014).

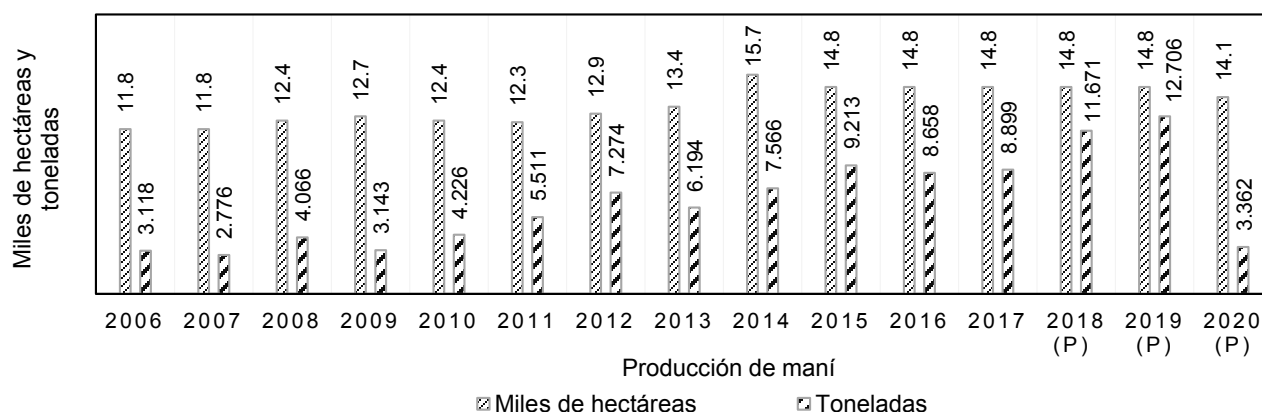


Figura 4. Evolución de la producción de maní en Bolivia (IBCE, 2020; Candía, 2017).

En Bolivia entre 2006 y 2019, las exportaciones de maní acumularon más de “95 millones de dólares”, siendo equivalentes a 95 mil toneladas, por una parte y por otra los valores de las ventas externas de maní crecieron más de 5 veces en 14 años, en el año 2019, los mayores compradores de maní fueron Perú con el 74 % del valor total exportado, Ecuador (8 %) y Rusia (7 %). Durante el 2019, la principal vía de salida para las exportaciones de maní fue Desaguadero (IBCE, 2020).

Contaminación por aflatoxinas

Las aflatoxinas son toxinas dañinas de origen natural producidas por los hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. La contaminación por

aflatoxinas es alta en África, se ha detectado en cereales como el maíz, el maní, el mijo y el sorgo, así como en productos de origen animal como la carne, los huevos, las aves y la leche. Los seres humanos y los animales están expuestos a las aflatoxinas a través del consumo de alimentos y piensos contaminados. La exposición a niveles muy altos de aflatoxina produce efectos agudos para la salud como la aflatoxicosis, que puede causar la muerte en casos graves. La exposición crónica a niveles bajos de aflatoxinas a lo largo del tiempo puede provocar problemas de salud como supresión inmunológica, retraso en la recuperación del kwashiorkor (Trowel, 1954), deterioro de la función hepática, cáncer de hígado y reducción de la tasa de crecimiento o retraso del crecimiento. La contaminación por aflatoxinas de los productos alimenticios por

ejemplo en Ghana plantea serias preocupaciones económicas y representa pérdidas de alrededor de 319 000 (t) o el 18 % de la producción (Omari et al., 2020). Los (*Aspergillus sp.*) están presentes en la

mayoría de los suelos donde se cultiva maní. La contaminación de los granos con aflatoxina produce disminución de la calidad y consecuentemente de su valor económico (Pedelini y Monetti, 2018).

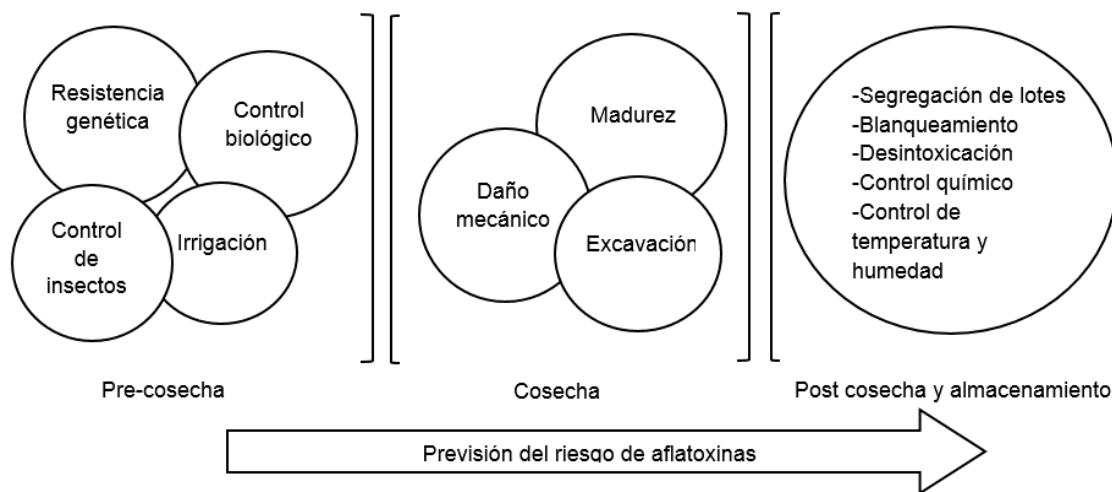


Figura 5. Manejo de maní antes y después de la cosecha para minimizar la contaminación por aflatoxinas (Torres et al., 2014).

En la producción mundial uno de los principales problemas en la producción de maní es la contaminación con *Aspergillus* sección Flavi y aflatoxinas, siendo estas micotoxinas de gran preocupación debido a sus efectos toxicológicos en humanos y animales. Sin embargo, los esfuerzos de investigación en prevención y manejo de la contaminación por aflatoxinas en el maní proporcionaron una base para el desarrollo de buenas prácticas agrícolas (GAP) y buenas prácticas de manejo (GMP) en la cadena de producción (Figura 7). Aunque hay aun puntos débiles por investigar como por ejemplo sobre la resistencia genética del maní a la sección *Aspergillus*, el biocontrol, el impacto de aflatoxinas en las cadenas alimentarias, la ozonización y sistemas predictivos disponibles (Torres et al., 2014).

Genoma

La secuenciación del genoma permite investigar la arquitectura genética del maní. Contar con el catálogo de los genes en su contexto cromosómico tiene un enorme potencial para el desarrollo de proyectos de mejoramiento genético que permitan, por ejemplo, obtener variedades tolerantes a distintas enfermedades, a la sequía o con mejor proporción de ácidos grasos (Bertioli et al., 2019). Según estadísticas la cantidad total de recolección de germoplasma de maní en el mundo ha excedido las 40 000 porciones,

las instituciones y países que están en posesión son: el Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para Trópicos Semiaridos (15 342 porciones), Estados Unidos (8 719 porciones), China (7 490 porciones, la provincia de Taiwán excluida temporalmente), Argentina (2 200 porciones), Indonesia (1 730 porciones), Brasil (1 300 porciones), Senegal (900 porciones), Uganda (900 porciones) y Filipinas (753 porciones) (Wang, 2016). El valle de Huarmey peruano, posee la mayor parte de registro antiguo de *A. hypogaea* L. de aproximadamente 3 500 a 4 500 años atrás. Los pueblos antiguos del noroeste de Perú usaban vainas de maní, lo que revelaba la evidencia del cultivo de maní junto con algunas especies silvestres de *Arachis*. Los restos macrobotánicos fechados por radiocarbono de hace aproximadamente 7 840 años parecen tener semejanza morfológica con una especie salvaje de *Arachis* (Al-Khayri, Jain y Johnson, 2019). La baja diversidad genética en el conjunto genético cultivado y las diferencias de ploidía entre diferentes grupos de genes han sido los 2 factores limitantes que dificultan el uso de métodos de mejoramiento molecular para el maní; por otra parte, los avances en genómica han elevado el estado de los maníes pobres en recursos a rico en genómica (Varshney, Pandey y Puppala, 2017). Asimismo, la escasez de marcadores polimórficos de ADN que se encuentran en este cultivo retrasó la obtención del genoma del maní. Aunque aun se demanda el mapeo genético, la selección asistida por marcadores y el descubrimiento de genes

desarrollando marcadores microsatellite (He et al., 2003). La naturaleza alotetraploide del genoma del maní requiere de ensamblaje con líneas endogámicas recombinantes y tecnologías de secuenciación emergentes para unir el conjunto (Guo et al., 2013). Las técnicas de secuenciación de ADN de segunda generación (NGS) facilitan la mejora de nuevos recursos genómicos del género *Arachis* cuando se estudian genotipos o nuevas regiones del genoma aplicando genotipos de alto rendimiento o el descubrimiento de (SNP) (Pachauri et al., 2018).

Utilizando doble hibridación genómica in situ (GISH) se probaron 7 especies diploides salvajes ($2n=20$), que albergan el genoma A o B de todas las combinaciones de sondas de ADN genómico ensayadas, *A. duranensis* (genoma A) y *A. ipaensis* (genoma B); respalda firmemente la hipótesis de que *A. monticola* es el antecesor salvaje inmediato de *A. hypogaea* (Seijo et al., 2007). Por consiguiente, es una especie tetraploide ($2n=4x=40$) que se considera que es de origen alopoliploide, sus parientes más cercanos son las especies anuales y perennes diploides ($2n=2x=20$) incluidas en la secta *Arachis*. La técnica de (AFLP), determina las relaciones intra e interespecíficas de accesiones y especies, admite clasificaciones taxonómicas anteriores y designaciones de genomas. Según las distancias genéticas y el análisis de conglomerados, las accesiones del genoma-A KG 30029 (*Arachis helodes*) y KSSc 36009 (*Arachis simpsonii*) y el acceso del genoma-B KGBSPSc 30076 (*A. ipaensis*) fueron los más estrechamente relacionadas tanto con *A. hypogaea* como con *A. monticola*, hallazgo que sugiere su participación en la evolución de las especies de maníes tetraploides (Milla, Isleib y Stalker, 2005).

La combinación de *A. duranensis* y *A. ipaensis* reconstituyó más estrechamente el haplotipo marcador de *A. hypogaea*, pero las diferencias permiten otros progenitores o reordenamientos genéticos después de la poliploidización, entonces, de 2 a 30 alelos por locus presentes demuestran la variación de las especies silvestres de *Arachis*, base genética expandible (Burow et al., 2009). En otro ejemplo se evaluó con 21 cebadores aleatorios y 29 (SSR) la variación genética y las interrelaciones entre subespecies y variedades botánicas de maní *A. hypogaea* y sus relaciones filogenéticas entre maní cultivado y especies silvestres del género *Arachis*, cuyos cebadores aleatorios como los de (SSR) revelaron un 42.7 % y 54.4 % de polimorfismo, respectivamente, entre 220 y 124 loci

genéticos amplificados de 13 accesiones (Raina et al., 2001). En otro caso de 70 genotipos seleccionados de (*A. hypogaea* L.), solo 7 (14.6 %) produjeron productos de amplificación polimórficos. La detección del polimorfismo del ADN en el maní cultivado abre la posibilidad de desarrollar su mapa molecular mediante una selección de genotipos (Subramanian et al., 2000). Sin embargo, en el maní cultivado, existe poca variación a nivel del ácido nucleico. Los marcadores (SSR) identificados fueron más efectivos para detectar la variación molecular (Hopkins et al., 1999).

Continuando, se ha desarrollado un mapa de vinculación (RFLP) del maní donde revelan polimorfismos entre los padres de nuestra población cartográfica. De los 132 marcadores analizados para la segregación, 117 se distribuyen entre 11 grupos de enlace, cubriendo una distancia total del mapa de aproximadamente 1 063 cM (Halward, Stalker y Kochert, 1993). La variabilidad de (RFLP) en 8 cultivares de maní de EE.UU., representan los 4 tipos de mercado (Virginia, *runner*, ssp. *hypogaea* var. *hypogaea*; Spanish, ssp. *fastigiata* var. *vulgaris*; Valencia, ssp. *fastigiata* var. *fastigiata*) (Figura 6) y en 14 accesiones de especies de *A. silvestres*. Los patrones (RFLP) de los alotetraploides eran más complejos que los diploides, distinguiéndose así los 2 genomas constituyentes, sobre la base del intercambio de bandas (RFLP), *A. ipaensis*, *A. duranensis* y *A. spegazzinii*, están más estrechamente relacionadas con las especies progenitoras diploides de los alotetraploides (Kochert et al., 1991).



Figura 6. Tipos de maní (Ayón, 2010).

El plasma germinal de maní se compone de las especies alotetraploides cultivadas (*A. hypogaea* L.) y una gran cantidad de especies silvestres, que son casi todas diploides. En todos los casos, se encontró un

nivel muy bajo de variabilidad, mientras que hubo una variabilidad abundante entre las especies diploides silvestres (Halward et al., 1991). Concretamente, el maní es un alotetraploide con subgenomas estrechamente relacionados de un tamaño total de 2.7 Gb. Una identidad de ADN del genoma de *A. ipaensis* y el subgenoma B del maní cultivado y la evidencia biogeográfica concluye que *A. ipaensis* es descendiente directo de la misma población que contribuyó el subgenoma B (Figura 7) (Bertioli et al., 2016).

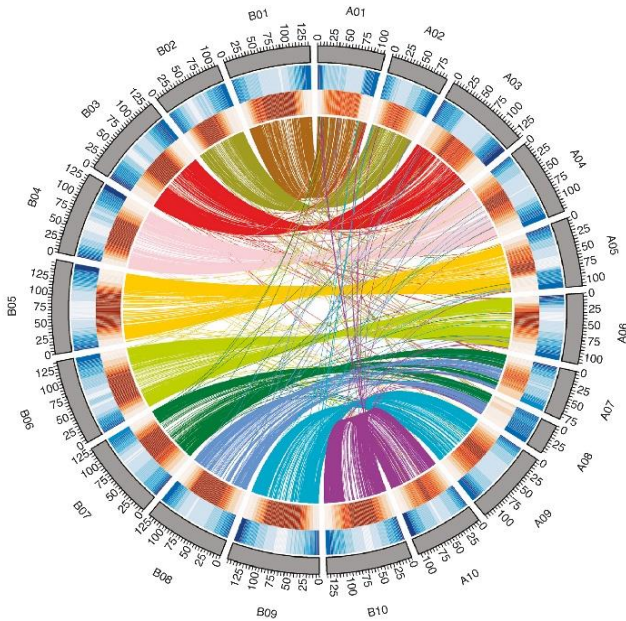


Figura 7. Diagrama de circo que representa las relaciones de pseudomoléculas cromosómicas de *A. duranensis* y *A. ipaensis*. El color azul representa la densidad de los genes, y el color marrón representa la densidad de los elementos Ty3-gypsy y los retrotransposones LTR no autónomos. La escala de las barras grises está en megabases (Bertioli et al., 2016).

También, se encontraron niveles muy bajos de variabilidad de polimorfismos en la longitud de los fragmentos de restricción (RFLP) entre los alotetraploides, que incluyeron los cultivares de EE.UU. y *Arachis monticola*. Sin embargo, las especies silvestres diploides mostraron mayor diversidad (Kochert et al., 1991). Estudios genéticos encuentran la variabilidad y polimorfismos del maní y sus ancestros diploides.

CONCLUSIONES

El maní es consumido en diversas formas desde cocidas a crudas en comidas y bebidas, es nutritivo y contribuye a la salud por sus riquezas nutricionales en

proteínas, aceites, fibras, vitaminas y minerales; elementos esenciales para la alimentación diaria de las diferentes poblaciones en el mundo y en especial en países en vías de desarrollo respecto a la disponibilidad de proteínas. Algunas variedades son aptas para aceite y otras para repostería. Su contenido de resveratrol ayuda en problemas cardiovasculares, neuroprotector, anticancerígeno, antidiabético y como droga antienvjecimiento. Es parte de la economía de varios países. Económicamente, es necesario incrementar la productividad y calidad buscando nuevas variedades resistentes a aflatoxinas a través del genoma o bancos de germoplasma. El maní en algunos casos es causante de alergias.

BIBLIOGRAFÍA

- Akhtar, S; Khalid, N; Ahmed, I; Shahzad, A; Suleria, HAR. 2014. Physicochemical characteristics, functional properties, and nutritional benefits of peanut oil: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 54(12): 1562-1575.
- Al-Khayri, JM; Jain, SM; Johnson, DV. 2019. Advances in plant breeding strategies: nut and beverage crops y Peanut (*Arachis hypogaea* L.) breeding. Primera edición. Cham, Switzerland. Springer Nature Switzerland AG (ed). 573 p. ISBN 978-3-030-23111-8.
- Anyasor, GN; Ogunwenmo, OA; Oyelana, D; Dangana, J. 2009. Chemical analysis of groundnut (*Arachis hypogaea*) oil. *Pakistan Journal of Nutrition* 8:269–272.
- Arya, SS; Salve, AR; Chauhan, S. 2016. Peanuts as functional food: a review. *Journal of Food Science and Technology* 53(1): 31-41.
- Ayón Morante, JS. 2010. Evaluación agronómica de líneas promisorias de maní (*Arachis hypogaea* L.) sembrados en la Zona de Taura Provincia del Guayas. Tesis Ing. Agropecuario Guayaquil, Ecuador. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 72 p.
- Badui, DS. 2006. Química de los alimentos. Cuarta edición. México. Pearson Educación (ed). 716 p. ISBN 970-26-0670-5.
- Bertioli, et al., 2016. The genome sequences of *Arachis duranensis* and *Arachis ipaensis*, the diploid ancestors of cultivated peanut. *Nature Genetics* 48(4):438-446.
- Bertioli et al., 2019. The genome sequence of segmental allotetraploid peanut *Arachis hypogaea*. *Nature Genetics* 51(5): 877-884.
- Burks, AW. 2008. Peanut allergy. *The Lancet* 371(9623): 1538-1546.

- Burow, MD; Simpson, CE; Faries, MW; Starr, JL; Paterson, AH. 2009. Molecular biogeographic study of recently described B- and A-genome *Arachis* species, also providing new insights into the origins of cultivated peanut. *Genome* 52(2):107-119.
- Candía, YN. 2017. Plan del sector agropecuario y rural con desarrollo integral. La Paz, Bolivia. 266 p.
- Chen, M; Li, X; Yang, Q; Chi, X; Pan, L; Chen, N; Yang, Z; Wang, T; Wang, M; Yu, S. 2014. Dynamic succession of soil bacterial community during continuous cropping of peanut (*Arachis hypogaea* L.) (en línea). *Plos One* 9(7) 1-11. Consultado 18 jun 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101355>.
- Coca Flores, FRV. 2019. Estrategia de comercialización del maní agroecológico en la comunidad de las casas (Municipio Padilla) del pnamí serranía del Iñao, Chuquisaca, Bolivia. Tesis Magister. Sucre, Bolivia. Universidad Andina Simón Bolívar. 106 p.
- Cubas Silva, SRI. 2003. Rendimiento y tamaño de grano de una variedad y cinco líneas de maní (*Arachis hypogaea* L.) en suelo entisol en el fundo "Oasis-Morales". Tesis Ing. Agr. Perú. Universidad Nacional de San Martín Perú. 62 p.
- Espinoza, MJ; Florido, TM; Mariscal, CE. 2016. Maní en Bolivia estudio de mercado. Primera edición. Cochabamba, Bolivia. FDITA-Valles (ed). 52 p.
- Etchevehere, LM; Murchison, A; Nimo, M; Parra, P; Pellegrino, M. 2018. Cadena del maní - Resumen. Buenos Aires, Argentina. 10 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2020. FAO: Perspectivas por sectores principales. Producción de cultivos (en línea). Consultado 29 oct. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s08.htm#TopOfPage>.
- Gao-Di, X; Yu, X; Lin, Z; Chun-Xia, L. 2005. Study on ecosystem services value of food production in China (en línea). *Chinese Journal of Eco-Agriculture* 3. Consultado 28 oct. 2020. Disponible en http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ZGTN200503003.htm.
- Grundy J, Matthews S, Bateman B, Dean T, Arshad SH. 2002. Rising prevalence of allergy to peanut in children: data from 2 sequential cohorts. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 110:784-789.
- Guo, B; Liu, X; Ozias-Akins, P; Zhang, X; Liao, B; Varshney, RK; Nwosu, V; Wilson, RF; Stalker, HT. 2013. The peanut genome consortium and peanut genome sequence: Creating a better future through global food security. *Open Access* (103): 183-184.
- Halward, TM; Stalker, HT; Larue, EA; Kochert, G. 1991. Genetic variation detectable with molecular markers among unadapted germ-plasm resources of cultivated peanut and related wild species. *Genome* 34(6):1013-1020.
- Halward, T; Stalker, HT; Kochert, G. 1993. Development of an RFLP linkage map in diploid peanut species. *Theoretical and Applied Genetics* 87(3):379-384.
- Hasan, MM; Cha, M; Bajpai, VK; Kwang-Hyun, B. 2012. Production of a major stilbene phytoalexin, resveratrol in peanut (*Arachis hypogaea*) and peanut products: a mini review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* 12(3): 209-221.
- Hashim, IB; Koehler, PR; Eitenmiller, RR; Kvien, CK. 1993. Fatty acid composition and tocopherol content of drought stressed florunner peanuts. *Peanut Science*. 20:21-24.
- He, G; Meng, R; Newman, M; Gao, G; Pittman, RN; Prakash, CS. 2003. Microsatellites as DNA markers in cultivated peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Open Access* (3): 1-6.
- Hopkins, MS; Casa, AM; Wang, T; Mitchell, SE; Dean, RE; Kochert, GD; Kresovich, S. 1999. Discovery and Characterization of Polymorphic Simple Sequence Repeats (SSRs) in Peanut. *ACSESS Digital Library* 39(4):1243-1247.
- IBCE.(Instituto Boliviano de Comercio Exterior). 2020. IBCE: Exportaciones de maní (en línea, sitio web). Consultado 30 de Oct. 2020. Disponible en <https://ibce.org.bo/principales-noticias-bolivia/noticias-nacionales-detalle.php?id=80078&idPeriodico=1&fecha=2017-09-07>.
- Jamdar, SN; Rajalakshmi, V; Pednekar, MD; Juan, F; Yardi, V; Arun, S. 2010. Influence of degree of hydrolysis on functional properties, antioxidant activity and ACE inhibitory activity of peanut protein hydrolysate. *Food Chemistry* 121:178-184.
- Kochert, GH; Halward, T; Branch, WD; Simpson, CE.1991. RFLP variability in peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars and wild species. *Theoretical and Applied Genetics* 81(1):565-570.
- Krapovickas, A; Vanni, RO; Pietrarelli, JR; Williams, DE; Simpson, CE. 2009. Las razas de maní de Bolivia. *BONPLANDIA* 18(2): 95-189.
- Krishna, G; Singh, BK; Eun-Ki, K; Morya, VK; Ramteke, PW. 2015. Progress in genetic engineering of

- peanut (*Arachis hypogaea* L.) a review. Plant Biotechnology Journal 13(2): 147-162.
- Lee LA, Burks AW. 2006. Food allergies: prevalence, molecular characterization, and treatment/prevention strategies. Annual Review of Nutrition 26:539-65.
- Leff, B; Ramankutty, N; Foley, JA. 2004. Geographic distribution of major crops across the world. Global Biogeochemical Cycles 18(1): 1-27.
- Lusas, EW. 1979. Food uses of peanut protein. Journal of the American Oil Chemists' Society 56(3):425-430.
- MAMB. 2020. Importancia mundial de las oleaginosas (en línea, sitio web). Consultado 25 oct. 2020. Disponible en <https://sites.google.com/site/misitiowebmamb/oleaginosas/importancia-mundial-de-las-oleaginosas>.
- Masis, BA; Vega, SM; Sánchez, VJP. 2013. El resveratrol y sus posibles usos como nueva terapia farmacológica. Revista medica de Costa Rica y Centroamerica 70(608): 679 - 684.
- Milla, SR; Isleib, TG; Stalker, HT. 2005. Taxonomic relationships among *Arachis* sect. *Arachis* species as revealed by AFLP markers. Genome 48(1):1-11.
- Misuna, S; Swatsitang, P; Jogloy, S. 2008. Fatty acids content and antioxidant capacity of peanut. KKU Science Journal 36: 64-74.
- Montero-Torres, J; Zamieskova, L; Pozzo, T; Fernández, E; Romero-Ortega, S; Bezáková, J; Žiarovská, J. 2020. Genomic fingerprints of *Arachis hypogaea* L. Natural germplasm as revealed by iPBS markers. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences 9(5): 955-959.
- Mora-Escobedo, R; Hernandez-Luna, P; Joaquín-Torres, IC; Ortiz-Moreno, A; Robles-Ramírez, MC. 2014. Physicochemical properties and fatty acid profile of eight peanut varieties grown in Mexico. CyTA - Journal of Food 13(2): 300-304.
- Nadathur, SR; Wanasundara, PDJ; Scanlin, L. 2017. Sustainable protein sources. Primera edición. Chennai, India. Elsevier (ed). 430 p. ISBN: 978-0-12-802778-3.
- Natarajan, KR. 1980. Peanut protein ingredients: preparation, properties, and food uses. Advances in food reaseach 26: 215-273.
- Nieto, GVM; Calderón, LGM..2018. Cadena productiva de productos oleaginosos, grasas y aceites estructura, comercio internacional y protección. Primera edición. Bogota, Colombia. DNP (ed) 42 p.
- Omari, R; Tetteh, EK; Baah-Tuahene, S; Karbo, R; Adams, A; Asante, IK. 2020. Aflatoxins and their mangement in Ghana: A situational analysis. Primera edición. Accra, Ghana. Fara research report (ed). 80 p. ISSN: 2550-3359.
- Ozcan, M; Seven, S. 2003. Physical and chemical analysis and fatty acid composition of peanut, peanut oil and peanut butter from COM and NC-7 cultivars. Grasas y Aceites 54:12-18.
- Özcan, MM. 2010. Some nutritional characteristics of kernel and oil of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Journal of Oleo Science 59: 1-5.
- Pachauri, P; Shikarvar, RS; Tiwari, S; Shyam, Ch; Kushwah, A. 2018. Application of next generation sequencing system in groundnut improvement. International Journal of Pure & Applied Bioscience 6(3):616-622.
- Pedelini, R; Monetti, M. 2018. Maní Guía práctica para su cultivo. Primera edición. Córdoba, Argentina. INTA (ed). 20 p. ISSN 1851-4081
- Peralta, CT; Aguilera, IR; Tordecilla, FR; Guzmán, MMA; Ferrer, CP. 2016. Alergia alimentaria a maní: conceptos clínicos, diagnósticos y terapéuticos. Revista del Hospital Clínico de la Universidad de Chile 26:285-292.
- PIEB (Fundación para la Investigación en Bolivia). 2020. PIEB: El maní, se gana más en el comercio que en la producción. (en línea, sitio web). Periódico digital de investigación sobre Bolivia. Consultado 31 de oct. 2020. Disponible en https://www.pieb.com.bo/sipieb_notas.php?idn=10546.
- Pérez, M; García, K. 2015. Manual del cultivo de maní con criterios de sustentabilidad. Primera edición. La Paz, Bolivia. INDÓMITA S.R.L, INTERSNACK (ed). 97 p. ISBN: 978-99974-56-05-2
- Raina, SN; Rani, V; Kojima, T; Ogihara, Y; Singh, KP; Devarumath, RM. 2001. RAPD and ISSR fingerprints as useful genetic markers for analysis of genetic diversity, varietal identification, and phylogenetic relationships in peanut (*Arachis hypogaea*) cultivars and wild species. Genome 44(5):763-772.
- Ramanatha, V. 1987. Origin, distribution and taxonomy of *Arachis* and sources of resistance to groundnut rust (*Puccinia arachidis* Speg.). ResearchGate 1-14.
- Sampson HA. 2002a. Clinical practice. Peanut allergy. New England Journal of Medicine 346:1294-1299.
- Sampson HA. 2004b. Update on food allergy. Journal of Allergy and Clinical Immunology 113:805-819.

- Sánchez, M; Bravo, A; Soriano, M. 2014. Obtención de carbón activado a partir de cascarilla de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook 13-19.
- Sanders, TH; Vercellotti, JR; Crippen, KL; Hinsch, RT; Rasmussen, GK; Edwards, JH. 1992. Quality factors in exported peanuts from Argentina, China and the United States. Journal of the American Oil Chemists' Society 69: 1032-1035.
- Sarvamangala, Ch; Gowda, MVC; Varshney, RK. 2011. Identification of quantitative trait loci for protein content, oil content and oil quality for groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Field Crops Research, 122(1):49-59.
- Seijo, G; Lavia, GI; Fernández, A; Krapovickas, A; Ducasse, DA; Bertoli, DJ; Moscone, EA. 2007. Genomic relationships between the cultivated peanut (*Arachis hypogaea*, Leguminosae) and its close relatives revealed by double GISH. American Journal of Botany 94(12):1963-1971.
- Shad, MA; Pervez, H; Zafar, ZI; Nawaz, H; Khan, H. 2012. Physicochemical properties, fatty acid profile and antioxidant activity of peanut oil. Pakistan Journal of Botany 44:435-440.
- Sicherer SH, Sampson HA. 2006. Food allergy. Journal of Allergy and Clinical Immunology 117 (2):470-475.
- Singh, B; Singh, U. 1991. Peanut as a source of protein for human foods. Plant Foods for Human Nutrition 41:165-177.
- Steinmetz, V. 2012. Peanut *Arachis hypogaea*. (en línea, sitio web). Consultado 09 jun. 2020. Disponible en http://bioweb.uwlax.edu/bio203/s2012/steinmetz_vero/contact.htm
- Subramanian, V; Gurtu, S; Nageswara, RRC; Nigam, SN. 2000. Identification of DNA polymorphism in cultivated groundnut using random amplified polymorphic DNA (RAPD) assay. Genome 43(3):656-660.
- Torres, AM; Barros, GG; Palacios, SA; Chulze, SN; Battilani, P. 2014. Review on pre- and post-harvest management of peanuts to minimize aflatoxin contamination. Food Research International, 62:11-19.
- Trowell, HC. 1954. Kwashiorkor. Scientific American 191(6):46-51.
- Varshney, RK; Pandey, MK; Puppala, N. 2017. The peanut genome. Primera edición. Cham, Switzerland. Springer (ed). 169 p. ISBN 978-3-319-63933-8.
- Viquez, OM; Konan, KN; Dodo, HW. 2003. Structure and organization of the genomic clone of a major peanut allergen gene, Ara h 1. Molecular Immunology 40(9):565-571.
- Vollmann, J; Rajcan, I. 2009. Oil Crops y Peanut. London New York. Primera edición. Springer (ed). 548 p. ISBN 978-0-387-77593-7.
- Wang, Q. 2016. Peanuts: processing technology and product development. Primera edición. London, United Kingdom. Elsevier (ed). 379 p. ISBN: 978-0-12-809595-9.
- Worthington, RE; Hammons, RO; Allison, JR. 1972. Varietal differences and seasonal effects on fatty acid composition and stability of oil from 82 peanut genotypes. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 20: 727-730.

Artículo recibido en: 20 de agosto 2020

Aceptado en: 25 de noviembre 2020