
Análisis Proximal y Fitoquímico de Cinco Variedades de Maíz del Estado de Campeche (México)

R.M.J. Mex-Álvarez*, P.M. Garma-Quen, N.J. Bolívar-Fernández y M.M. Guillén-Morales

Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche

Proximal and Phytochemical Analysis of Five Maize Varieties from Campeche (Mexico)

Abstract

The proximal and phytochemical analysis of five maize varieties obtained from localities of the municipality of Hopelchen, Campeche (Mexico) was performed to determine the macronutrient composition and the presence of secondary metabolites. The purple maize variety had the highest level of moisture (10.43%) and the lowest fat content (4.07%) and whites maize varieties, both native and hybrid, had the highest level of protein (9.54 and 9.93%) and the lowest percentage of crude fiber (2.97 and 2.58%); the yellow maize had the highest percentage of carbohydrates (75.07%) and crude fiber (7.79%). Also, phytochemical analysis for reducing sugars, polyphenols, amino acids, quinones, essential oils and triterpenes were made; but anthocyanins only were found in purple and red maize extracts.

Key words: maize varieties, nutritional value.

Resumen

Se realizó el análisis proximal y fitoquímico de cinco variedades de maíz cultivados en localidades del municipio de Hopelchén, Estado de Campeche (México) para determinar su composición de macronutrientes y la presencia de metabolitos secundarios en los granos de maíz de las diferentes variedades estudiadas. La variedad de maíz morado tuvo el mayor porcentaje de humedad (10.43%) y el menor contenido de grasa (4.07%) y las variedades de maíz blanco, tanto el criollo como el híbrido, tuvieron el mayor porcentaje de proteína (9.54 y 9.93%) y el menor porcentaje de fibra cruda (2.97 y 2.58%); el maíz amarillo tuvo el mayor porcentaje de carbohidratos (75.07%) y de fibra cruda (7.79%). Asimismo, se determinó la presencia de azúcares reductores, polifenoles, aminoácidos, quinonas, aceites esenciales y triterpenos en los extractos de las cinco variedades de maíz; pero solamente el maíz morado y rojo presentaron antocianidinas.

Palabras claves: variedades de maíz, valor nutricional.

*Autores de correspondencia
Email: rafammex@uacam.mx, tel (01-981)-81-1-98-00

Introducción

El maíz es un cereal originario de México y junto con todos los cereales constituye la principal fuente de alimentación para la humanidad porque aportan más del 50% de la energía consumida en la alimentación humana (López *et al.*, 2007. Sánchez *et al.*, 2007); esto es más relevante en países en vías de desarrollo porque constituyen la fuente de nutrientes requeridos para el crecimiento y desarrollo, por ello el maíz es el cereal de mayor importancia para la alimentación latinoamericana (Coutiño *et al.*, 2008). En México el maíz se consume de diferentes maneras, la más importante para consumo humano directo es la tortilla, aunque también se consume en forma de pinole, atole, tostada, tamal y elote (Salinas-Moreno *et al.*, 2010).

La calidad nutricional del maíz depende de diversos factores como la genética, las condiciones de cultivo y el manejo postcosecha; además la interacción entre el ambiente y el genotipo también influye sobre las características del grano (Salazar-Martínez *et al.*, 2009. Jiménez-Juárez *et al.*, 2015). México es el país que posee la mayor cantidad de variedades de maíz, es decir, la mayor diversidad genética de este cereal; esto implica una diversidad de caracteres morfológicos vegetativos y en la composición química del grano (Hañaraqui-Quispe *et al.*, 2015. Hernández-Martínez *et al.*, 2016). Generalmente la mayor cantidad de maíz producido proviene de las variedades híbridas y se destina a la industria; pero las variedades criollas sirven para la alimentación en zonas marginales porque se emplean para el autoconsumo (Díaz Coronel *et al.*, 2009. Jiménez-Juárez *et al.*, 2012).

En México los maíces de grano blanco son demandados para la elaboración de tortillas y los maíces de color amarillo ofrecen una mayor ventaja en la elaboración industrial de botanas por su textura y apariencia, igualmente se emplea en la alimentación avícola por su contenido de beta-caroteno sirven para impartir el color amarillo a la yema del huevo y a la carne (Díaz Coronel *et al.*, 2009). Además de las variedades blancas y amarillas que son las más comunes y empleadas existen múltiples variedades de diferentes colores como el rojo, morado, café, verde, negro y azul; en las variedades pigmentadas se encuentran compuestos polifenólicos como las antocianidinas cuyo interés radica en los beneficios que su consumo aporta a la salud porque son antioxidantes

naturales; el maíz contiene más cantidad de fenoles que el trigo, el arroz o la avena (Jacobo *et al.*, 2011). La calidad de la tortilla está influenciada por las características físicas y químicas del grano y por las condiciones de su elaboración; los granos empleados en la elaboración de la masa deben generar un producto con alta humedad, buena cohesividad y adhesividad especialmente para la industria aunque en zonas rurales los granos de maíz se seleccionan de acuerdo a preferencias particulares y utilizan cal para su nixtamalización, esta tecnología es un proceso térmico alcalino que permite transformar el maíz en la tortilla que es el alimento básico de consumo diario; en zonas tropicales húmedas de México se han encontrado que los maíces cultivados califican adecuadamente para la industria de la masa y la tortilla (Pérez *et al.* 2012. Moreno *et al.*, 2013).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar químicamente, por el contenido de macronutrientes y la presencia de fitoquímicos, los granos de cinco variedades de maíz cultivados en el municipio de Hopelchén del Estado de Campeche, México.

Materiales y método

Se emplearon cinco variedades de maíz cultivadas en el municipio de Hopelchén en el Estado de Campeche, se eliminó las impurezas presentes en las mazorcas y posteriormente se desgranaron manualmente; las muestras se molieron para obtener las harinas que se conservaron en recipientes herméticos y protegidos de la luz hasta su análisis. El análisis proximal se realizó por triplicado a cada muestra de acuerdo al método de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists) para humedad (925.10), cenizas (923.03), grasas (920.39), fibra dietética total (962.09), las proteínas se determinaron por el Método de Kjeldhal de acuerdo al Método Internacional Aprobado de la AACC (American Association of Cereal Chemist) 46.10 (Díaz Domínguez *et al.*, 2011. Borrego-Avila *et al.*, 2016). En el análisis proximal de la AOAC no se incluyen carbohidratos porque su composición se estima por diferencia porcentual; sin embargo se determinó la cantidad de azúcares totales contenidos en las harinas al hidrolizar los polisacáridos contenidos en las muestras y posterior determinación de glucosa por el método de la glucosa oxidasa (Prieto García *et al.*, 2008. Bressani *et al.*, 2014).

A partir de la harina obtenida de los granos de maíz se realizó una extracción con etanol al 70% por maceración en reposo (proporción volumétrica biomasa/ disolvente 1:10) y a temperatura ambiente por 48 horas. El extracto se filtró y se concentró por evaporación al vacío en un rotavapor, con baño de agua a 40° C y posteriormente se terminó de secar con el auxilio de una bomba de vacío. Se preparó una solución de los extractos con una concentración aproximada de 1000 ppm (100 mg de extracto disueltos en 100 mL de etanol al 70%), de esta solución se tomaron alícuotas correspondiente para cada una de las pruebas químicas (Lawal *et al*, 2014. Franco Quino *et al*, 2016). A cada extracto se le determinó la presencia de Polifenoles, Flavonoides, Antocianidinas, Lactonas, Aminoácidos, Quinonas, Esteroides y Triterpenos, Saponinas, Aceites esenciales y Glicósidos Cardiotónicos (Peña Nuñez *et al*, 2008. Vega Torres *et al*, 2009).

Para analizar los resultados de las pruebas se usó el programa computacional Statgraphics plus 5.1 ®. para un examen exploratorio, los estadísticos descriptivos con que se reportan los valores son la media y una desviación estándar; se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía seguido de una prueba de comparación de Tukey, con un nivel de confianza del 95%, es decir, $\alpha=0.05$.

Resultados

La caracterización química de las variedades de maíz consistió en el análisis proximal y en la evaluación fitoquímica para determinar los metabolitos primarios y secundarios, respectivamente. Los resultados del análisis proximal se muestran en la tabla 1; en la cual se reporta el valor de cada parámetro, en ella se puede apreciar que la variedad morada de maíz tuvo el mayor porcentaje de humedad (10.43%) y el menor

contenido en grasa (4.07%), las variedades blancas (criolla e híbrida) presentaron un mayor porcentaje de proteínas (9.54 y 9.93, respectivamente) y el menor porcentaje de fibra cruda (2.97 y 2.58, respectivamente).

En general, las variedades blancas y amarilla de maíz son similares en su composición proximal, la variedad morada analizada se diferencia más del resto de las variedades estudiadas, mientras que la variedad roja comparte características intermedias entre la variedad morada y los maíces blancos.

Por otra parte, la evaluación fitoquímica se realizó con los extractos hidroetanólicos de las variedades de maíz recolectadas en campo, en la figura 1 se puede apreciar algunos extractos obtenidos, cuya diversidad de colores y tonalidades corresponden a la de los granos que sirvieron para obtener el extracto.

Los resultados de la prueba fitoquímica se muestran en la tabla 2, en ella se omiten los metabolitos secundarios que dieron negativo en todos los extractos ensayados; según estos datos se aprecia que las variedades morada y roja contienen antocianidinas y compuestos fenólicos; mientras que los extractos de maíces amarillo, blanco e híbrido contuvieron la mayor cantidad de aminoácidos. Los azúcares reductores fueron los metabolitos con mayor presencia en todos los extractos.

Discusión

El maíz es la base de la gastronomía mexicana y representa una fuente de nutrientes importantes sobre todo para las poblaciones más pobres y desprotegidas; en economías de subsistencia, el maíz y el frijol constituyen casi las únicas fuentes de alimentación para los campesinos, por ello se recurre a su diversidad para satisfacer condiciones gastronómicas y socioculturales e incluso necesidad

Tabla 1.- Resultados del Análisis Proximal de las Variedades de Maíz Estudiadas

Parámetro	Morado	Rojo	Amarillo	Bco. Criollo	Bco. Híbrido
Humedad	10.43±1.03 ^b	6.86±1.63 ^a	7.45±1.33 ^a	7.46±1.18 ^a	7.98±1.13 ^a
Cenizas	1.42±0.11 ^b	1.39±0.19 ^{ab}	1.29±0.14 ^a	1.49±0.14 ^b	1.48±0.09 ^b
Grasas	4.07±0.59 ^{ab}	5.40±0.71 ^a	6.36±0.89 ^b	7.67±0.84 ^a	7.73±0.90 ^{ab}
Proteínas	6.76±0.27 ^b	7.45±0.22 ^c	4.27±0.15 ^a	9.54±0.29 ^d	9.93±0.26 ^d
Carbohidratos	74.30±0.81 ^a	72.31±1.14 ^a	75.07±1.00 ^b	70.91±1.05 ^a	70.71±0.67 ^a
Fibra cruda	3.32±0.13 ^b	6.39±0.21 ^c	7.79±0.19 ^d	2.97±0.25 ^a	2.58±0.27 ^a

Resultados expresados en porcentaje como media más/menos desviación estándar (X±SD), letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas.



Figura 1.- Extractos hidroetanólicos obtenidos de los granos de maíz.

Tabla 2.- Metabolitos secundarios contenidos en los extractos hidroetanólicos de maíz

Metabolito	Morado	Rojo	Amarillo	Bco. criollo	Bco. híbrido
Azúcares reductores	3	2	2	2	2
Aminas	1	1	2	2	2
Fenoles	1	1	½	½	½
Antocianidinas	2	1	0	0	0
Quinonas	2	2	1	1	½
Terpenos	½	½	1	1	1
Aceites esenciales	2	1	1	1	1

Los números indican la intensidad de la presencia: 0, no se encontró; ½, presencia dudosa; 1, reacción débil; 2, reacción evidente; 3, presencia abundante; 4, presencia muy abundante.

económica porque cada variedad de maíz presenta diferencia de cultivo y resistencia a diversos factores estresantes (Amodu *et al.*, 2014). Los campesinos tradicionales dependen de la agrobiodiversidad del maíz porque les brinda seguridad alimentaria y riqueza sociocultural; pero el comercio de maíz criollo está en desventaja respecto al maíz híbrido (Amata y Nwagu, 2012. Bello *et al.*, 2014). Por ello surge la necesidad de investigar las propiedades nutricionales y biológicas de las variedades de los maíces criollos pues la adquisición de conocimiento científico permitiría ampliar la industria relacionada con ellos y aumentar las expectativas económicas de desarrollo de los grupos campesinos mantenedores de los maíces criollos (Mengistu y Shimelis, 2012. Sánchez-Herrera *et al.*, 2014. Ndukwe *et al.*, 2015). El principal objetivo del análisis proximal es conocer el porcentaje de los macronutrientes o componentes mayoritarios de un alimento para poder describir las características de la variedad y del tipo de la especie estudiada pues las características fisicoquímicas del recurso vegetal varía por la influencia de factores genéticos, climáticos, edafológicos (Romo *et al.*, 2006. Edogbanya, 2016); en el análisis proximal se obtuvo

resultados esperados para maíces en general, reportados previamente en la literatura que describen que el grano está compuesto principalmente por almidón, proteína y aceite y en menor proporción fibra; todas las variedades presentan concentraciones aceptables de metabolitos primarios para considerar al maíz como un alimento básico; contienen un gran porcentaje de carbohidratos principalmente en forma de almidón presente en su grano que sirve como fuente primaria de energía en el metabolismo; además su contenido de humedad es considerable, este parámetro es un indicador de la calidad y manejo del grano y generalmente se acepta un valor no mayor a 14% que es la humedad crítica para todo tipo de cereal (López *et al.*, 2007. Salina-Moreno *et al.*, 2010), todas las variedades cumplieron con este criterio; al contener un porcentaje de humedad bajo esto facilita su conservación porque los granos con menor humedad son menos propensos a deteriorarse aunque pudieran ser más susceptibles al rompimiento. El maíz morado fue la variedad con mayor diferencia respecto a las otras cuatro variedades analizadas, su alto contenido de humedad se puede correlacionar con los altos requerimientos de agua para su cultivo, una

necesidad que limita en gran medida su uso en la agricultura porque lo hace más susceptible a sequías o dependiente a las precipitaciones pluviales y demanda una mayor cantidad de agua por riego (Jacobó *et al*, 2011).

A pesar que no se determinó la concentración de minerales, en todos los casos se observó una cantidad apreciable de cenizas que sirve para estimar la presencia de iones metálicos en el alimento porque representa la materia inorgánica contenida en el grano; pero una cantidad similar de ceniza no implica necesariamente que contengan el mismo tipo de iones minerales (Lune Jiménez, 2007. Olowalana, 2014). La variación de minerales contenidos en los granos de maíz depende del tipo de suelo donde se realizó su cultivo, los fertilizantes que se emplearon y las condiciones ambientales.

Todas las variedades de maíz contienen una cantidad apreciable de fibra y una cantidad moderada de grasas, esto coincide con la literatura que considera que generalmente los cereales contienen bajas cantidades de compuestos lipídicos, los cuales principalmente están contenidos en el germen y la capa de aleurona del grano (Ullah *et al*, 2010. Length, 2014). Las grasas se definen bioquímicamente como sustancias insolubles en agua y solubles en compuestos apolares como el éter, este es el principio de la determinación de grasa en el análisis de laboratorio que involucra esta propiedad de solubilidad para su determinación, por ello algunos especialistas en el tema tienden a llamarle extracto etéreo propiamente dicho (Borrego-Ávila *et al*, 2016; pues hay sustancias grasas que incluso no tienen un valor nutricional per se, es decir, no aportan energía metabolizable, ni se acumulan en el tejido, ni causan obesidad e incluso mejoran la salud de los seres humanos al disminuir el nivel de otros lípidos, como el colesterol o los triglicéridos en su organismo, pues en el extracto etéreo se encuentran también pigmentos como la clorofila o los carotenoides que son antioxidantes liposolubles; también están presentes los terpenoides, que son metabolitos secundarios con una multiplicidad de funciones biológicas favorables como antioxidantes, antimicrobianas, hipolipemiantes, anticancerígenas, entre otras (Franco Quino *et al* 2016).

La cantidad de proteína es un parámetro que difiere grandemente entre los cereales e inclusive entre el mismo tipo de cereal dependiendo de la variedad o aun de una cosecha a otra; esto se debe a la

interacción del genotipo y los factores ambientales presentes durante el desarrollo y maduración del grano; la mayor concentración proteínica se encontró en los maíces blancos (criollo e híbrido) que resulta razonable si se admite el hecho que estos maíces son los más empleados en la alimentación, además una de las características que buscan los ostentadores de las prácticas de hibridación o transgénesis es precisamente aumentar el valor nutricional del maíz al incrementar su contenido proteico para fines de alimentación humana y animal (Amasaib *et al*, 2012. Sánchez-Herrera *et al*, 2014); sin embargo debe considerarse que el verdadero valor nutricional de un alimento no radica meramente en su contenido de macronutrientes ni en la cantidad de micronutrientes minerales sino también en todos los componentes que favorezcan el mantenimiento de la salud y de las funciones metabólicas esenciales (Aremu *et al*, 2011. Okechukwu, 2014). Respecto al contenido de carbohidratos se sabe que estas biomoléculas son el mayor componente de los granos de cualquier cereal, todas las variedades de maíz tuvieron un alto porcentaje de carbohidratos, entre 70 y 75%, siendo los maíces morado y amarillos los que presentaron el mayor porcentaje; los carbohidratos son la fuente de energía primaria de un alimento que aporta la mayor cantidad de calorías metabolizable de los cereales y la principal razón de que los cereales sean la fuente de nutrientes requeridos para el crecimiento y desarrollo; también un mayor porcentaje de carbohidratos influirá sobre el sabor del alimento al conferir una mayor dulzura al grano (Rosli, 2013).

Por otra parte, los fitoquímicos son metabolitos secundarios presentes en cantidades mucho menores a las proteínas, grasas y carbohidratos pero que son biológicamente activos con propiedades bioquímicas que previenen o curan determinado tipo de enfermedades (Vega Torres *et al*, 2009. Correa Navarro *et al*, 2015). Las sustancias encontradas en el maíz como terpenos, quinonas o fenoles son un ejemplo de fitoquímicos y representan una posibilidad de adquirir propiedades farmacológicas benéficas para quienes lo consuman, estos productos naturales muchas veces son menospreciados en la industria alimenticia en el momento de realizar sus formulaciones que contienen los macronutrientes pero no fitoquímicos y muchos expertos atribuyen a esta deficiencia el aumento epidemiológico de enfermedades crónicas

degenerativas provocadas por un desequilibrio antioxidante que genera estrés oxidativo, por ello el estado de salud es restablecido, en parte, por diversos fitoquímicos suministrados en la dieta que actúan como antioxidantes exógenos (Jacobo *et al*, 2011. Sánchez-Herrera *et al*, 2014. Hernández-Martínez *et al*, 2016).

Conclusiones

Los parámetros bromatológicos del maíz morado fueron los que mostraron una mayor diferencia respecto a los valores determinados para las otras variedades; las variedades blancas, criolla e híbrida, presentaron un mayor porcentaje de proteínas y el menor porcentaje de fibra cruda; en general, el alto contenido en carbohidratos y un nivel aceptable de fibra y proteínas determinan el valor nutricional de los maíces, los valores de estos parámetros de las cinco variedades de maíz analizadas están dentro del rango de aceptación; además todas las variedades de maíz mostraron la presencia de triterpenos, polifenoles, aminoácidos y quinonas, las únicas variedades que contuvieron antocianidinas fueron los maíces morado y rojo, esto aumenta su valor como alimento al aportar sustancias antioxidantes que optimizan el equilibrio metabólico del organismo y previenen el estrés oxidativo.

Referencias

- Amasaib, E. O., Elman, A., Mahala, A. G., Elseed, A. M. A. F. 2012. Nutritive Value of Maize (*Zea mays*) and Doleucus (*Lablab purpureus*) as Affected by Phosphorous Fertilization and Intercropping. *Online Journal of Animal and Feed Research* 2(6): 488–492.
- Amata, I. A., Nwagu, K. M., 2012. Comparative Evaluation of the Nutrient Profile of the Seeds of Four Selected Tropical Plants and Maize. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 4:200–204.
- Amodu, J. T., Akpensuen, T. T., Dung, D. D., Tanko, R. J., Musa, A., Abubakar, S. A., Hassan, M. R. 2014. Evaluation of Maize Accessions for Nutrients Composition, Forage and Silage Yields. *Journal of Agricultural Science*, 6: 178–187.
- Aremu, M. O., Olaofe, O., Audu, S. S., Ijalana, D. M. 2011. Biochemical Evaluation of Fermented White Maize (*Zea mays* L.) Blended with Scarlet Runner Bean (*Phaseolus Coccineus* L.) Flour. *The Open Nutraceuticals Journal*, 4: 163–171.
- Bello O.B., Olawuyi O.J., Ige S.A., Mahamood J., Afolabi M.S., Azeez M.A., Abdulmalik Y. 2014. Agro-nutritional variations of quality protein maize. *Journal of Agricultural Sciences*, 59: 101–116.
- Borrego-Avila, D.A., Castilla-Arciniega, M.A., Gómez-González, L., and Chew Madinaveltia, R.G. 2016. Caracterización Bromatológica de Harina de Guamüchil (*Pithecellobium dulce*). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1: 37–40.
- Bressani, R., Rodas, B., Gudiel, E., Lezama, C. 2014. Composición Química y Valor Nutritivo del Maicillo (sorgo) Dulce. *Revista de la Universidad del Valle de Guatemala*, 29: 31–38
- Correa Navarro, Y.M., Palomino García, L.R., Marino Mosquera, O. 2015. Actividad antioxidante y antifúngica de piperaceas de la flora colombiana. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19: 167–181.
- Coutiño Estrada, B., Vázquez Carrillo, G., Torres Morales, B.M., Salinas Moreno, Y. 2008. Calidad de Grano, Tortillas y Botanas de Dos Variedades de Maíz de la Raza Comiteco. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31: 9–14.
- Díaz Coronel, G.T., Sabando Ávila, F.Q., Zambrano Montes, S., Vásquez Montúfar, G.H. 2009. Evaluación productiva y calidad del grano de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en dos Localidades de la Provincia de los Ríos. *Ciencia y Tecnología*, 2:15–23.
- Díaz Domínguez, K.E., Meza Gordillo, P.I., Caballero Roque, A., Vela Gutiérrez, G., León Gutiérrez, J.M., Bezares Sarmiento, V.R. 2011. Elaboración de producto con base en maíz (*Zea mays*) y Chipilín (*Crotalaria longirostrata*) para Fomentar el Consumo de Hojas Verdes en la Alimentación de Niños. *Lacandonia*, 5: 143–149.
- Edogbanya, P.R.O. 2016. Comparative Study of the Proximate Composition of Edible Parts of *Adansonia digitata* L. Obtained from Zaria, Kaduna State, Nigeria. *Journal of Biology*, 1: 1–6.
- Franco Quino C., Muñoz Espinoza D., Gómez Herreros C., Chau Miranda G., Cueva Piña L., Guardia Ortiz E, Saavedra Yucra S, Arroyo Acevedo J, Herrera Calderón O. 2016. Características fitoquímicas y capacidad antioxidante in vitro de Aloe vera, *Plukenetia volubilis*, *Caiophora carduiifolia*, *Cecropia membranacea*. *Anales de la Facultad de Medicina*, 77: 9–13.
- Hañarqui-Quispe, R., Arroyo, J., Herrera-Calderón, O., Herrera-Morán, H. 2015. Efecto hepatoprotector del extracto hidroetanólico atomizado del maíz morado (*Zea mays* L.) en lesiones hepáticas inducidas en ratas. *Anales de la Facultad de Medicina*, 76:123-128.
- Hernández-Martínez, V., Salinas-Moreno, Y., Ramírez-Díaz, J. L., Vázquez-Carrillo, G., Domínguez-López, A., Ramírez-Romero, G. 2016. Color, Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Blue tortillas from Mexican maize races. *Journal of Food*, 14: 473–481.
- Jacobo, F. Q., Condorena, K. A., Gutiérrez, A. G. 2011. Características Morfológicas y Químicas de 3 Cultivares de Maíz Morado (*Zea mays* L.) en Arequipa-Perú. *Revista Sociedad Química de Perú*, 77: 205–217.
- Jiménez-Juárez, J.A., Arámbula-Villa, G., De la Cruz-Lázaro, E., Aparicio-Trapala, M. A. 2015. Calidad nixtamalera y tortillera de maíces del trópico húmedo de México. *□□□□□□ 9457: 1–7.*
- Jiménez-Juárez, J.A., Arámbula-Villa, G., De la Cruz-Lázaro, E., Aparicio-Trapala, M. A. 2012. Característica del Grano, Masa y Tortilla Producida con Diferentes Genotipos de Maíz del Tropicó Mexicano. *Universidad y Ciencia*, 28: 145–152.
- Lawal, B., Ossai, P.C., Shittu, O.K., Abubakar, A.N. 2014. Evaluation of Phytochemicals, Proximate, Minerals and Anti-Nutritional Composition of Yam Peel, Maize Chaff and Bean Coat. *International Journal of Applied Biological Research*, 6: 21–37.

- Length, F. (2014). Chemical and nutritional value of maize and maize products obtained from selected markets in Kaduna. *African Journal of Food Science and Technology*, 5: 100–104.
- López P, P., Prieto G, F., Gaytan M, M., Román G, A.D. 2007. Caracterización Físicoquímica de Diferentes Variedades de Cebada Cultivadas en la Región Centro de México. *Revista Chilena de Nutrición*, 34: 71-77.
- Luna Jiménez, A. 2007. Composición y Procesamiento de la Soya para Consumo Humano. *Investigación y Ciencia*, 37: 35-44.
- Mengistu, S., Shimelis, A.E. 2012. Evaluation of the Physico-Chemical Properties of Ethiopian Maize Variety (BH-660) for Dextrose Production. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 12: 6503–6516.
- Moreno, Y. S., Cuevas, F. A., Moncada, C. Y., Villarreal, J. A., Altunar, B., Sosa, E. 2013. Caracterización Física y Composición Química de Razas de Maíz de Grano Azul/Morado de las Regiones Tropicales y Subtropicales de Oaxaca. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36: 23–31.
- Ndukwe, O. K., Edeoga, O., Omosun, G. 2015. Varietal Differences in Some Nutritional Composition of Ten Maize (*Zea mays* L.) Varieties Grown in Nigeria. *International Journal of Academic Research and Reflection*, 3: 1–11.
- Okechukwu, P. C. U. 2014. Effect of Fermentation on Biochemical Properties of Maize (*Zea mays* L.). *World Applied Sciences Journal*, 31: 724–729.
- Oluwalana, I.B. 2014. Comparative Effects of Sprouting on Proximate, Mineral Composition and Functional Properties of White and Yellow Sweet Maize (*Zea mays* var *Saccharata*). *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences*, 5: 111–115.
- Peña Nuñez B.R., Morejón Rodríguez Z., García Hernández A., Morón Rodríguez F. 2008. Estandarización y tamizaje fitoquímico de extractos de frutos de *Punica granatum* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 13.
- Pérez, F., Chacón, Y., Torres, R., Gómez, D., Palma I., Acosta, J. 2012. Estudio del valor nutritivo de hojuelas de maíz bajo una perspectiva interdisciplinaria de las ciencias. *Química Viva*, 11: 129-143.
- Prieto García, F., Flardo Kerstup, S., Román Gutiérrez, A.D., Méndez Marzo, M.A., Pérez Cruz, E. 2008. Caracterización Físicoquímica de Semillas de *Opuntia* (*O. imbricata* sp y *O. matudae* sp) Cultivadas en el Estado de Hidalgo, México. *Investigación, Biodiversidad y Desarrollo*, 27: 76-84.
- Romo, S., Rosero, A., Forero, C.L., and Ceron, E. 2006. Potencial Nutricional de Harinas de Quinoa (*Chenopodium quinoa* W) Variedad Piartal en los Andes Colombianos. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 4: 112-125.
- Rosli, W. 2013. The ability of *Zea mays* ears (Young Corn) powder in enhancing nutritional composition and changing textural properties and sensory acceptability of yeast bread. *International Food Research Journal*, 20: 799–804.
- Salazar-Martínez, J., Guevara-Escobar, A., Malda-Barrera, G., Rivera-Figueroa, C.H., Salinas-Moreno, Y. 2009. Componentes de varianza de caracteres de maíz asociados al nixtamal. *Tecnociencia*, III: 74-83.
- Salinas-Moreno, Y., Aguilar-Modesto, L. 2010. Efecto de la Dureza de Grano de Maíz (*Zea mays* L.) sobre el Rendimiento y Calidad de la Tortilla. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 2: 5-11.
- Sánchez-Herrera M., Martínez-Cano, E., Maldonado-Santoyo, M., Aparicio-Fernández, X. 2014. Comparative study on the nutritional and antioxidant properties of two Mexican corn (*Zea mays*) based meals versus processed cereals. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 64, 116–122.
- Sánchez, F. C., Salinas, M. Y., Vázquez, C. M. G., Velázquez, C. G. A., Aguilar, G. N. 2007. Efecto de las prolaminas del grano de maíz (*Zea mays* L.) sobre la textura de la tortilla. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 57: 295–301.
- Ullah, I., Ali, M., Farooqi, A. 2010. Chemical and Nutritional Properties of Some Maize (*Zea mays* L.) Varieties Grown in NWFP, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9: 1113–1117.
- Vega Torres D., Pereira Cabrera S., Almeida Saavedra M., Morales Torres G. 2009. Tamizaje fitoquímico preliminar de los extractos alcohólico, etéreo y acuoso de las hojas, tallo y flores de la *Ixora coccinea* L. *Química Viva*, 8: 185-191.