

## Características físico-químicas y perfil de ácidos grasos de dos cultivares de cacahuete de la Mixteca Poblana

### Physico-chemical characteristics and fatty acid profile of two peanut cultivars of the Mixteca Poblana

BRAVO, Ariadna\*†, NAVARRO, Enrique, RINCÓN, Celina y SORIANO, Miriam

Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Prolongación Reforma No. 168, Barrio de Santiago Mihucán, CP. 74450, Izúcar de Matamoros, Puebla.

ID 1<sup>er</sup> Autor: Ariadna, Bravo / ORC ID: 0000-0002-0526-8052, Researcher ID Thomson: S-6766-2018, CVU CONACYT ID: 506413

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Enrique, Navarro / ORC ID: 0000-0002-4827-0670, CVU CONACYT ID: 111145

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Celina, Rincón / ORC ID: 0000-0001-8265-1189, CVU CONACYT ID: 246179

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Miriam, Soriano / ORC ID: 0000-0002-3722-8354, Researcher ID Thomson: S-5743-2018, CVU CONACYT ID: 947039

Recibido 10 de Marzo, 2018; Aceptado 30 de Junio, 2018

#### Resumen

En la región Mixteca Poblana no hay estudios reportados sobre las características y composición del cacahuete cultivado en la zona (principalmente de la variedad *criollo*). El objetivo del presente trabajo fue determinar las características físico-químicas de la semilla de cacahuete, evaluar la calidad del aceite e identificar y cuantificar los ácidos grasos (AG) del aceite. Para ello se analizaron muestras provenientes de Huaquechula (H) y de Tlapanalá (T). Utilizando procedimientos estandarizados los resultados obtenidos fueron (índice, valor para H, valor para T): extracto etéreo, 40.96% ± 23, 39.05% ± 4.19; proteína, 24.98% ± 1.29, 22.96% ± 2.23; cenizas, 2.15% ± 0.16, 2.03% ± 0.14; humedad, 4.20% ± 0.50, 3.8% ± 0.37. La calidad del aceite se determinó mediante tres parámetros: índice de acidez (mgKOH/g), 0.25±0.05, 0.28±0.11; índice de peróxidos (meq O<sub>2</sub>/Kg), 2.87±1.08, 2.42±0.27 e índice de yodo (g de I por 100 g), 97.22±4.56, 99.50±3.25. Las concentraciones promedio de AG (por cromatografía) variaron de 0.26 a 12.97 mg g<sup>-1</sup> y de 0.24 a 36.91 mg g<sup>-1</sup> de aceite para T y H. El AG con mayor porcentaje para ambas regiones fue el oleico, seguido del linoleico, parámetro importante para la estabilidad del aceite.

#### Cacahuete, Aceite, Ácidos Grasos

#### Abstract

In the Mixteca region there is not research about chemical characteristics and composition of the peanut ground in the area (mainly of the *Criollo* variety). The aim of this work was to determine the physical-chemical characteristics of peanut seed, to evaluate the quality of the oil and to identify and quantify the composition of total fatty acids (FA) of the oil. The samples analyzed were harvested in Huaquechula (H) and Tlapanalá (T). Using standardized procedures, the results obtained were: ethereal index, 40.96% ± 23, 39.05% ± 4.19; protein, 24.98% ± 1.29, 22.96% ± 2.23; ashes, 2.15% ± 0.16, 2.03% ± 0.14; humidity, 4.20% ± 0.50, 3.8% ± 0.37. The quality of the oil was determined by three parameters: acidity index (mgKOH / g), 0.25 ± 0.05, 0.28 ± 0.11; peroxide index (meq O<sub>2</sub> / Kg), 2.87 ± 1.08, 2.42 ± 0.27 and iodine index (g of I per 100 g), 97.22 ± 4.56, 99.50 ± 3.25. The concentrations of FA (by chromatography) varied from 0.26 to 12.97 mg g<sup>-1</sup> and from 0.24 to 36.91 mg g<sup>-1</sup> of oil for T and H. The FA with the highest percentage for both regions was oleic, followed by linoleic, important for the stability of the oil.

#### Peanut, Oil, Fatty Acids

**Citación:** BRAVO, Ariadna, NAVARRO, Enrique, RINCÓN, Celina y SORIANO, Miriam. Características físico-químicas y perfil de ácidos grasos de dos cultivares de cacahuete de la Mixteca Poblana. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. 2018, 5-15: 9-18.

\*Correspondencia del Autor (Correo electrónico: ariadna\_bravo\_4@yahoo.com.mx)

†Investigador contribuyendo como primer Autor.

## Introducción

Según la encuesta Nacional de Salud y Nutrición (2016) en México un 25.5 % de la población sufre de enfermedades cardiovasculares, siendo más frecuente en adultos de 60 a 79 años, sin embargo, es un problema que se manifiesta incluso a edades más tempranas y que afecta gravemente la salud (Rodríguez et al., 2014), siendo las principales causas: estilo de vida poco saludables (López et al., 2014) y malos hábitos alimenticios (García et al., 2011; Zapatero et al., 2012; Báez et al., 2014); por lo cual es importante mantener una dieta balanceada constituida por proteínas, minerales, vitaminas, agua, carbohidratos y lípidos (Paz, 2009). Este último componente es una fuente importante de energía concentrada, siendo vital para el desarrollo del ser humano. Las formas más comunes en las que se encuentran los lípidos son las grasas y los aceites.

Los aceites provienen fundamentalmente de semillas oleaginosas, que son una importante fuente alimenticia humana por su valor proteico, contenido de aceite y numerosos antioxidantes (Rosales-Martínez, 2014). El cacahuete es un importante miembro de este grupo, mostrando una composición química que lo convierten, al igual que a sus productos en un alimento funcional. Algunas de sus características más relevantes son: un alto contenido en lípidos (50-55 g/100 g<sup>-1</sup>) y proteínas (25-30 g/100 g<sup>-1</sup>), además de una amplia gama de compuestos con importantes propiedades biológicas: fibra (8,5 g 100 g<sup>-1</sup>), tocoferoles (vitamina E, 8,33 mg 100 g<sup>-1</sup>), aminoácidos esenciales, antioxidantes fenólicos y ácidos grasos, que se han asociado con importantes beneficios a la salud, como por ejemplo prevención de enfermedades tumorales y la diabetes tipo 2 (Vessby et al., 2001; Jiang et al., 2002; Jenkins et al., 2008, Sebei et al., 2013; Derbyshire, 2014, Arya et al., 2016).

Los ácidos grasos se consideran indispensables puesto que no pueden ser biosintetizados en el organismo, por esto la importancia de incluirlos en la dieta. Los AG son elementos energéticos del organismo, pues juegan un importante papel modulando el metabolismo, la síntesis y oxidación, por medio de una acción alostérica. La falta de consumo de ácidos grasos provoca graves problemas en la salud externos e internos como daños a los órganos, resequedad de la piel entre otros (Coronado et al., 2006).

En este sentido el cacahuete se destaca por la alta proporción de ácidos grasos insaturados, especialmente oleico, a saturados, como uno de sus beneficios (Chowdury et al., 2015). La Mixteca Poblana está localizada en el sur de México y abarca una superficie de 40 kilómetros cuadrados (Olan et al., 2017). Las actividades económicas de esta región son la extracción y transformación del mármol. Por su parte la agricultura presenta dificultades en su desarrollo debido a que dependen de las condiciones climáticas tales como: escasez de lluvia y sequías que atenúan los rendimientos de las cosechas (SEDESOL, 2013). Los principales cultivos que se desarrollan en la región son hortalizas, maíz, sorgo, caña de azúcar, con un valor de producción de \$17.2, 20.61, y 3.2% respectivamente (SIAP, 2015). Se encuentra como un importante productor de cacahuete dentro del estado de Puebla, el cual, ocupa el cuarto lugar a nivel nacional. El cacahuete ha sido industrializado para la elaboración de pan, dulces, galletas, botanas, aceite, entre otros (Financiera Rural, 2011).

El desconocimiento de los beneficios nutricionales del cacahuete en esta región, ha sido una limitante para garantizar el consumo local, dado que no se han estudiado las características químicas de las variedades de cacahuete de esta zona, el objetivo de este trabajo es identificar y cuantificar los ácidos grasos del aceite extraído de variedades de cacahuete producido en la Mixteca, mediante técnicas analíticas como: cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG/EM).

Los datos obtenidos tendrán relevancia para la caracterización de estas variedades y los estudios relacionados con su resistencia a la sequía, muy relacionada con sus características genéticas (Sánchez et al., 2006). También tendrán impacto en la cosecha, puesto que tanto la época de crecimiento como el momento en que se cosecha tienen influencia en la composición de los ácidos grasos del cacahuete (Gulluoglu et al., 2016; Arioglu et al., 2018). Además, complementarán las particularidades químicas a los productos elaborados del cacahuete destacando sus cualidades nutricionales y coadyuvando al establecimiento de la calidad, la vida útil del cacahuete de la región y la aceptación de sus productos (Lykomitros, 2018).

## Metodología

La investigación se realizó en cinco fases: la primera, consistió en la recepción de las muestras; en seguida se acondicionaron (pelado y descascarillado); posteriormente se llevaron a cabo los análisis bromatológicos de la semilla; en la tercera se realizó la extracción del aceite de manera mecánica; en la cuarta se llevaron a cabo los análisis de calidad de aceite; y en la quinta etapa se realizó la cuantificación e identificación de los ácidos grasos presentes en el aceite de cacahuete por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.

Para la caracterización de la semilla de cacahuete se realizaron los siguientes análisis bromatológicos: humedad, proteína, cenizas y grasa mediante normatividad mexicana NMX. El proceso de extracción de aceite a partir de semillas depende del tipo y estructura de las mismas. El cacahuete tiene un alto contenido en aceite (>20% base seca) por lo que el proceso usado es la aplicación de una fuerza mecánica a fin de romper las paredes celulares del material vegetal de partida. El aceite extraído de esta manera permite la obtención de aceite crudo y la torta del prensado, la cual retiene cantidades significativas de aceite residual. En muchos casos, esta torta es tratada posteriormente con solventes orgánicos para extraer este aceite remanente (Grasso, 2013).

Para esta operación se utilizó un molino de tornillo sin fin, en el que se ejerció presión manual y calor para facilitar la extracción, la temperatura se mantuvo controlada, por lo cual se minimizó la afectación al producto, durante la molienda es importante controlar el tiempo y la temperatura a la que está se desarrolla con el fin de optimizar la calidad del aceite, ya que los tratamientos térmicos drásticos reducen la calidad del aceite extraído y de la proteína (Grasso, 2013).

Se colocaron 100 g de cacahuete previamente pelado y sin cutícula en el molino y se procedió a la extracción, el aceite obtenido se filtró con un embudo y papel filtro N° 41 para eliminar partículas o residuos sólidos, adicionando hexano de grado HPLC, posteriormente se dejó por 2 h en una estufa a 40°C para evaporar el exceso de disolvente.

La calidad del aceite de cacahuete se determinó mediante la medición de tres parámetros: índice de acidez, índice de peróxidos e índice de yodo, de acuerdo a los protocolos analíticos de la AOAC.

Como parte de la preparación de la muestra para la determinación del perfil de ácidos grasos, esta se esterificó mediante el procedimiento descrito a continuación. Se tomó una alícuota de 0.2 g de aceite y se colocó en un tubo de centrifuga al cual se le adicionaron 4 mL de hexano y 0.2 mL de una solución metanólica de hidróxido de potasio 2 M, se agitó para favorecer la reacción y se dejó reposar durante 30 min, posteriormente se centrifugó por cinco minutos a una velocidad de 2000 rpm. Se utilizó como estándar una mezcla de ésteres metílicos de ácidos grasos, marca Supelco °37 Component FAME MIX. Referencia 47885-U, el cual contiene 38 ésteres metílicos cuyas concentraciones varían entre 197.2 y 399.7  $\mu\text{g mL}^{-1}$ . Previo a la inyección del extracto esterificado, se aforó a 1.0 mL, posteriormente se tomó una alícuota de 180  $\mu\text{L}$  de la dilución y 20  $\mu\text{L}$  de una solución de estándar interno (trifenilamina, acenafteno d10, fenantreno d10, a una concentración de 10  $\text{ng}\mu\text{L}^{-1}$ ) para su inyección.

Se inyectó 1  $\mu\text{L}$  de la mezcla en un cromatografo de gases Clarus S1 68 acoplado a un espectrómetro de masas Clarus SQ68, con una columna capilar ZB5-MS de 30 m x 0.25 mm de I.D. y 0.25  $\mu\text{m}$  de espesor de fase, la temperatura en el inyector fue de 330°C y un programa de temperaturas con las siguientes características: temperatura inicial de 70°C durante un minuto, después una primera rampa de 10°C  $\text{min}^{-1}$  hasta 90°C, una segunda de 5°C  $\text{min}^{-1}$  hasta 220°C, y finalmente una tercera rampa de 10°C  $\text{min}^{-1}$  hasta 300°C permaneciendo 10 minutos a esta temperatura.

Para la cuantificación se preparó una curva de calibración de nueve diluciones a partir de la mezcla de estándares de ésteres metílicos; para monitorear la sensibilidad del equipo se utilizaron tres compuestos como estándares internos: Fenantreno d10, Acenafteno d10 y trifenilamina; la cuantificación de los ácidos fue por el método del estándar interno.

## Resultados

Se empleó un diseño por bloques, para lo cual se clasificaron las muestras en dos bloques, de acuerdo a la comunidad de la cual provenían; ocho de Huaquechula y cuatro de Tlapanalá, los resultados de los análisis fisicoquímicos de la semilla y el aceite obtenidos se analizaron mediante el paquete Statistica Ver 7.0, para los parámetros de calidad del aceite se calcularon la media y desviación estándar para conocer la dispersión de los datos, las características bromatológicas se analizaron con el mismo paquete estadístico, y los perfiles de ácidos grasos fueron analizados mediante gráficos de dispersión y análisis de varianza de una sola vía (con un nivel de confianza del 95% y un valor de  $p=0.05$ ).

### Análisis bromatológico de la semilla

Análisis	Huaquechula (%)	Tlapanalá (%)
Grasa	40.96±4.23	39.05±4.19
Proteína	24.98±1.29	22.96±2.23
Humedad	4.20±0.50	3.8±0.37
Cenizas	2.15±0.16	2.03±0.14

**Tabla 1.** Análisis bromatológicos de la semilla de cacahuete

Las leguminosas son alimentos completos que contienen grandes fuentes de proteínas, fibra, lípidos, vitaminas y minerales. Además, son parte del consumo humano gracias a que presentan propiedades alimenticias que han demostrado beneficios de su consumo para la salud evitando enfermedades tales como diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares, así como el empleo en el desarrollo de productos alimenticios (Sangronis et al., 2004).

La grasa es el mayor componente de la semilla de cacahuete, en la tabla 1, se muestra que el porcentaje de grasa para las muestras de Huaquechula fue de  $40.96 \pm 4.23\%$  y  $39.05 \pm 4.19\%$  para las de Tlapanalá, Martínez (2017) reportó valores de 44.2% y Asibuo (2008) de 43% de acuerdo a esto algunas de las muestras se encuentran en el rango de valores reportados para aceite de cacahuete, Giambastianí y Casanoves (2000) mencionan que el tamaño de la semilla tiene una importancia significativa en la cantidad de aceite del cacahuete.

Además de la disponibilidad de agua en el suelo, estas muestras fueron sembradas en temporal, debido a esto la cantidad de agua no es controlada para un buen manejo de riego lo cual pudo ser un factor que afecta el porcentaje de aceite presente en dichas muestras.

Las muestras presentaron valores de  $4.2 \pm 0.5\%$  y  $3.8 \pm 0.37$  de humedad para Huaquechula y Tlapanalá respectivamente, el porcentaje de proteína presente en las muestras de Huaquechula es de  $24.98 \pm 1.29$  y en las de Tlapanalá de  $22.96 \pm 2.23$ , lo cual indica que se encuentra dentro del rango proteico de fuentes vegetales, el cual, según Borrelli (2014) para cacahuete, oscila entre 22 y 30%.

En cuanto a las cenizas se obtuvieron porcentajes de  $2.15 \pm 0.16\%$  para las muestras de Huaquechula y de  $2.03 \pm 0.14$  para las de Tlapanalá; de acuerdo a lo reportado por Naturland (2010) se encuentra dentro los valores establecidos (2.0 %). En la tabla 8 se muestran los resultados de los análisis bromatológicos de la semilla de cacahuete.

### Parámetros de calidad del aceite

En la tabla 2 se muestran los valores promedio de los tres parámetros analizados más menos una desviación estándar. El índice de acidez en las muestras de Huaquechula  $0.25 \pm 0.05$  y  $0.28 \pm 0.11$  mg KOH/g para las de Tlapanalá, la acidez de ambos está muy por debajo del nivel máximo establecido por el *Codex Alimentarius* (tabla 5), Lafont (2011) menciona que el aceite obtenido por prensado presenta valores bajos de acidez lo que indica que es mucho más estable con el tiempo.

Los datos obtenidos de índice de peróxidos en las muestras presentaron valores de  $2.87 \pm 1.08$  y  $2.42 \pm 0.27$  meq O<sub>2</sub>/Kg para las muestras de Huaquechula y Tlapanalá respectivamente, el Codex establece un valor de hasta 15 meqO<sub>2</sub>/kg para aceites vírgenes por lo que se observa que ambos se encuentra dentro del rango establecido, garantizando un largo tiempo de vida útil sin llegar a percibir cambios en sus características organolépticas motivadas a reacciones de oxidación, asociada a la presencia de ácidos insaturados (Belén et al, 2000), ya que estos lípidos están expuestos a la autooxidación que produce la rancidez (Campos, 2013).

En cuanto al índice de yodo del aceite de cacahuate proveniente de las muestras de Huaquechula tienen un rango de  $97.22 \pm 4.56$  cg l/g y las de Tlapanalá tiene un valor de  $99.50 \pm 3.25$  cg l/g, valores que se encuentran dentro de los límites establecido por el *Codex Alimentarius* que permite valores de 86-107 cg l/g. De acuerdo al índice de yodo, los aceites en general se pueden clasificar en: secantes con valores entre 140 y 210 cg l/g, semisecantes entre 100 y 140 cg l/g y no secantes por debajo de 100 cg l/g; dependiendo de esta clasificación, el aceite puede tener diferentes usos en la industria (Lafont et al, 2011).

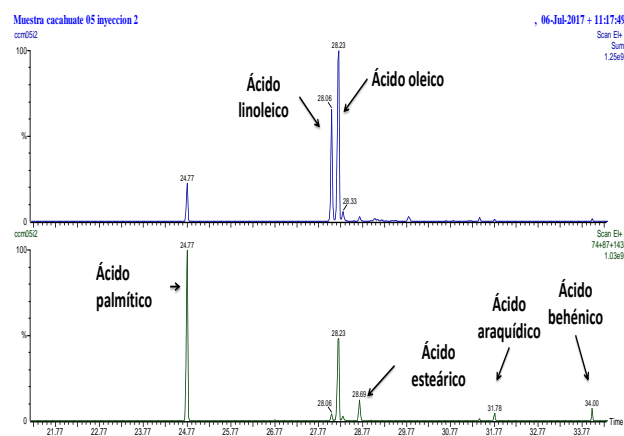
Análisis	Huaquechula	Tlapanalá	Unidades
Índice de acidez	$0.25 \pm 0.05$	$0.28 \pm 0.11$	mgKOH/g
Índice peróxidos	$2.87 \pm 1.08$	$2.42 \pm 0.27$	meq O <sub>2</sub> /Kg
Índice de yodo	$97.22 \pm 4.56$	$99.50 \pm 3.25$	g de I por 100 g

**Tabla 2** Calidad química del aceite de cacahuate

Respecto al índice de yodo, este se encuentra dentro del rango reportado por el Codex (1999), y por encima de los aceites de oliva, inferior a los reportados para semilla de algodón y naranjillas (tabla 4), sin embargo, el valor obtenido es mayor al reportado por Cordero y colaboradores (2009) para aceite de palma ( $74.75 \pm 0.21$ ).

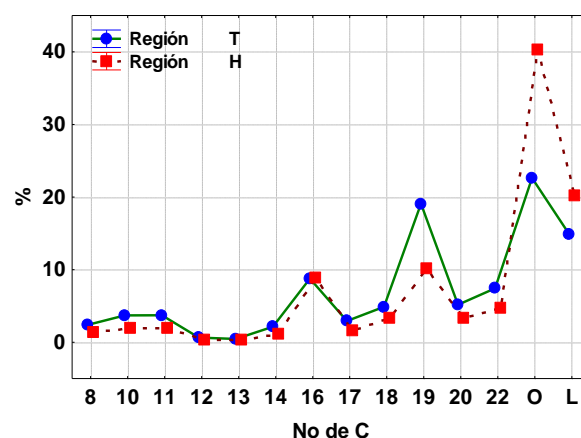
### Perfil de ácidos grasos

El análisis del cromatograma obtenido por CG, muestra un total de 16 ácidos grasos, cuya longitud de la cadena carbonada va de 8 a 23 carbonos, para este trabajo sólo se tomaron en cuenta los ácidos de 16 carbonos en adelante (16, 18, 19, 20 y 23), de los siete ácidos analizados: cuatro son saturados (palmítico (C:16), esteárico (C:18), araquidónico (C:20), y behénico (C:22) y dos insaturados (oleico (C18:1) y linoleico (C18:2)), en la figura 1 se muestra el perfil cromatográfico de los 16 esteres de ácidos grasos, los picos más intensos corresponden al ácido oleico, linoleico y palmítico, con tiempos de retención de 28.23, 28.06 y 24.77 minutos respectivamente.



**Figura 1** Perfil de ácidos grasos en extracto esterificado de aceite de cacahuate

En la figura 2 se muestra la composición promedio de los ácidos grasos del aceite de cacahuate. Los ácidos grasos insaturados representaron la mayor fracción. El ácido graso que se identificó en mayor porcentaje para Huaquechula fue el ácido oleico 40.26% y linoleico 20.24% en cuanto a los ácidos grasos saturados presentes fueron el palmítico 8.85%, caprílico 1.31%, capríco 1.96%, undecílico 1.97%, laúrico 0.34%, tridecílico 0.26%, mirístico 1.14%, margárico 2.93%, esteárico 3.33%, araquídico 3.29% y behénico 4.74%.



**Figura 2** Porcentaje de ácidos grasos

Las muestras de Tlapanalá tuvieron 22.63% de ácido oleico y 14.92 de ácido linoleico, 8.77% palmítico, 2.40% caprílico, 3.71% capríco, 3.72% undecanoico, 0.65% laúrico, 0.46% tridecílico, 2.14% mirístico, 4.89%, margárico% 1.61, esteárico, 5.18% araquídico y 7.43% behénico.

Algunos de los ácidos identificados coinciden con los obtenidos por Roque (2013) que menciona que el contenido de ácidos grasos insaturados en sus muestras analizadas cultivadas en Chiapas, son el ácido oleico que se encontró en un rango de 35.9 a 48.6% y para el linoleico entre 24.2 y 35.6%, mientras que para el gadoléico fue menor a 0.4 a 1.3%, en cuanto a los ácidos grasos saturados, destacó la presencia del ácido margárico de 0 a 1.5%, palmítico 8.2 a 10.5%, esteárico 1.7 a 2.7%, araquidónico 1.7 a 6.3%, behémico 3.8 a 6.9% y para el lignocérico de 2.8 a 5.9%.

Martínez *et al.* (2017) mencionan que los ácidos grasos presentes fueron oleico, linoleico, palmítico, margárico, esteárico, araquidónico, behémico y lignocérico; Grosso *et al.* (2002) reportan que los AG identificados en el aceite fueron oleico, linoleico, esteárico, palmítico, araquidónico, eicosanoico, behémico y lignocérico.

El aceite de cacahuate mostró el mayor porcentaje en cuanto a los ácidos grasos insaturados y el menor en los saturados, respecto al valor nutricional, los resultados se consideran benéficos ya que los ácidos grasos saturados se relacionan con problemas cardiovasculares, debido a la presencia de lipoproteínas de baja densidad que transportan el colesterol que puede pegarse a la pared de las arterias, junto con el calcio, bacterias y células, formando unas placas gruesas y rugosas que constituyen lo que se denomina aterosclerosis (Alper y Mates., 2003).

En la figura 3 se observa que las muestras provenientes del municipio de Huaquechula presentaron una mayor concentración de ácidos insaturados en comparación con las muestras de Tlapanalá, Giambastianí y Casanoves (2000) señalan que los ácidos grasos linoleico, oleico, esteárico, araquidónico, eicosanoico y palmítico son afectados significativamente por la disponibilidad de agua en la etapa reproductiva del cultivo, asimismo la temperatura del suelo que tiene un marcado efecto en la composición química y el perfil de ácidos grasos. Por lo que sugiere que mediante el manejo de agua en el período reproductivo del cultivo se puede modificar la composición lipídica de las semillas lo que hace necesaria la implementación de una adecuada estrategia de irrigación para obtener el máximo beneficio desde el punto de vista cuantitativo sin generar una pérdida en el aspecto cualitativo

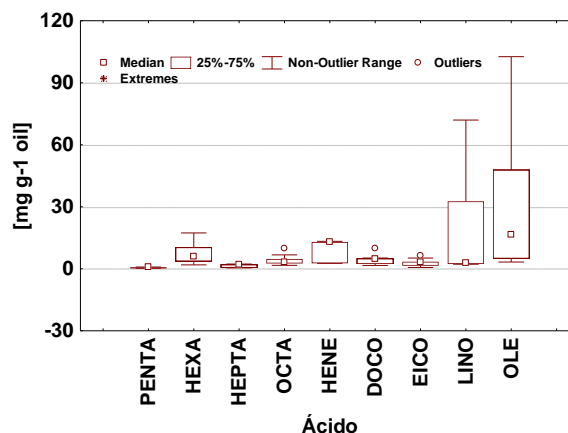


Figura 3 Concentraciones promedio de los ácidos grasos estudiados

La figura 4 muestra la representación gráfica del análisis de varianza, se observa que respecto al factor ácido graso si hubo diferencias significativas ( $p=0.00$ ), pero para el factor comunidad no presentaron diferencias significativas ( $p=0.08$ ), no obstante, las concentraciones de ácidos grasos en las muestras de la comunidad de Huaquechula son superiores a las de Tlapanalá, por lo menos para el ácido oleico y linoleico.

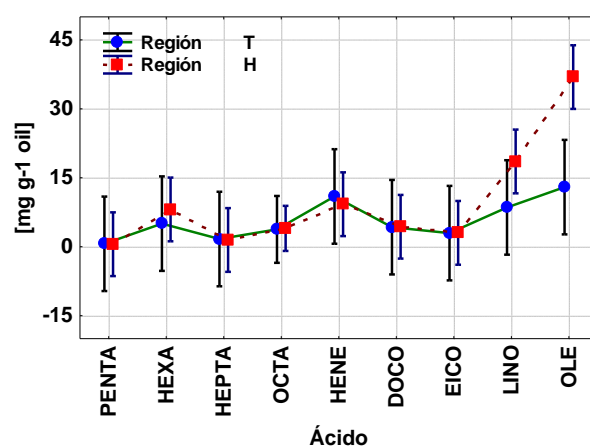
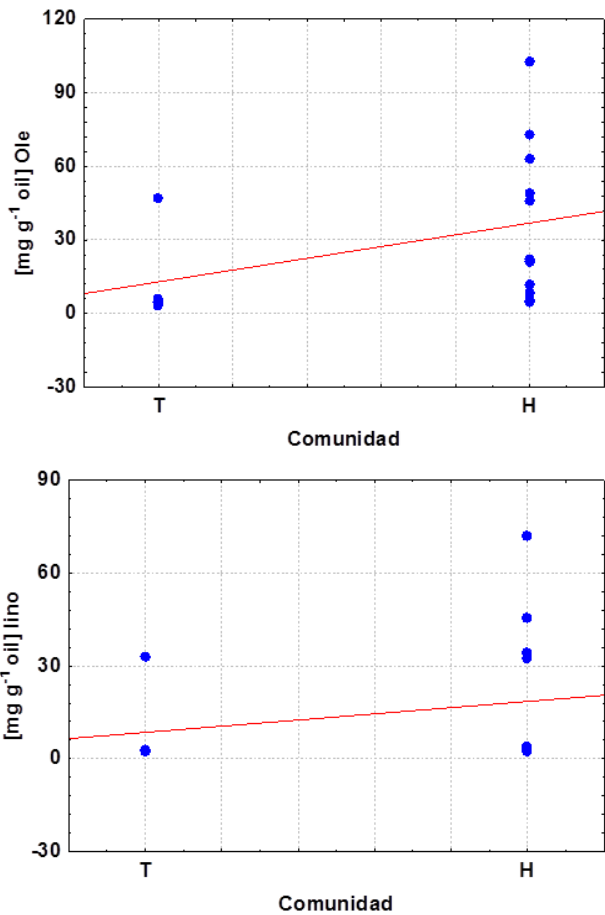


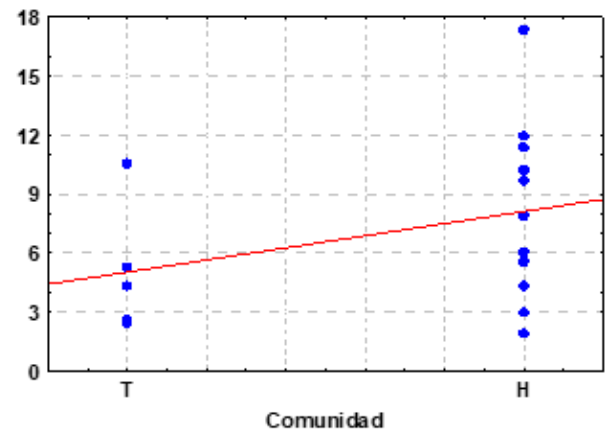
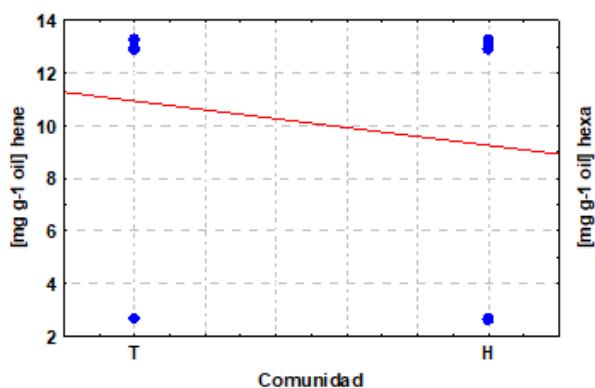
Figura 4 Análisis de varianza por dos factores para identificar diferencias entre concentraciones de ácidos grasos

En la figura 5 se observan los gráficos de dispersión para los ácidos grasos insaturados, comparando las muestras de Huaquechula y Tlapanala, se observa que las concentraciones son muy dispersas en el caso de Huaquechula, lo cual se puede relacionar con las variación en las principales prácticas de cultivo (distintos proveedores), variedades de suelo, el grado de madurez del fruto y el tamaño de la semilla que aumentan la relación de oleico/linoleico en el producto (Giambastiani, 1994), a diferencia de las de Tlapanala en donde los datos son más homogéneos.



**Figura 5** Gráfico de dispersión de las concentraciones de ácidos linoleico y oleico en muestras de las dos comunidades

En la figura 6 se observa un comportamiento similar al de los ácidos insaturados, porque aun cuando es menor la concentración de estos ácidos, la homogeneidad en los resultados obtenidos es mayor en la muestra de Tlapanalá a diferencia de Huaquechula.



**Figura 6** Gráfico de dispersión de las concentraciones de ácidos heneicosanoico (behénico) y hexadecanoico (palmítico) en muestras de las dos comunidades

En cuanto al contenido de los ácidos saturados que se encuentran en el aceite de cacahuate, para el ácido behénico, se encuentra en concentraciones similares en ambas zonas. A diferencia del ácido palmítico que muestra concentraciones menores en las muestras de Tlapanalá en contraste con las de Huaquechula que presentan mayor concentración.

El porcentaje de ácidos grasos también pudo deberse a un aumento de temperatura de suelo durante el cultivo, el estrés hídrico va a acompañado de una mayor temperatura del suelo lo cual favorece al grado de saturación del aceite contenido en las semillas de cacahuate (Giambastiani y Casanoves, 2000)

Se observa que la proporción O/L es mayor en las muestras de Huaquechula que en las de Tlapanalá (2.0 y 1.5 respectivamente). En este sentido esto coloca al cacahuate de Huaquechula junto a los mejores cultivares reportados en México (Campos, 2009, Mora, 2014). La mayor relación O/L se relaciona con un menor carácter alergénico del cacahuate (Derbyshire, 2014).

**Conclusiones**

El cacahuate proveniente del municipio de Huaquechula tuvo mejor composición nutricional, que el de Tlapanalá. Se analizaron las características químicas del aceite en el cual se obtuvo un índice de yodo por debajo de 100 cg l/g para ambos lugares.

En cuanto a la acidez, ambos presentaron valores bajos, lo que indica que se trata de un aceite recién extraído y cuyo almacenamiento fue el. Los parámetros fisicoquímicos indican que la calidad del aceite es adecuada, con lo que se garantiza la estabilidad y valor nutricional de los productos que se deseen elaborar más adelante. Se identificaron un total de 16 esteres metílicos de ácidos grasos, de los cuales solo los que tienen una cadena carbonada mayor o igual a 15 carbonos, de estos ácidos se obtuvieron concentraciones entre 0.24 y 36.9 mg por g de aceite; los esteres metilados que se encontraron en mayor concentración fueron el oleico y linoleico lo que le confiere ciertas propiedades funcionales al aceite de cacahuate además de los productos que se elaboran a partir de esta oleaginoso.

Los ácidos grasos que se identificaron en mayor porcentaje fueron el ácido oleico/linoleico, característica importante en el aceite de cacahuate, en porcentajes de un 40.26% oleico y 20.24% de linoleico en las muestras de Huaquechula y un 22.63% de oleico y 14.92% de linoleico en las de Tlapanalá, lo que demuestra una mejor calidad del aceite obtenido a partir de las semillas provenientes de Huaquechula. Los datos obtenidos de este trabajo, constituyen un beneficio para los productores, pues les permitirá conocer las características químicas de su cacahuate, de manera que puedan resaltar sus cualidades en cuanto al contenido de ácidos grasos de manera que su producto se comercialice mejor. Además, les permitirá reevaluar las condiciones durante el desarrollo y cosecha del cacahuate de manera que puedan obtener una mejor calidad de la semilla, la cual es primordial para garantizar las características de los alimentos elaborados a partir de ella.

## Referencias

- Alper, C. & Mates, R. (2003). Peanut consumption improves indices of cardiovascular disease risk in healthy adults. *Journal American College of Nutrition* 22, 133-141.
- Arioglu Halis, Bakal Halil, Gulluoglu Leyla, Zaimoglu Onat Bihter, Kurt Cemal. (2018). The effect of harvesting dates on some agronomic and quality characteristics of peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties grown as a main crop in Mediterranean region (Turkey). *Turkish Journal of Field Crops*.
- Arya SS., Salve AR., Chauhan S. 2016. Peanuts as functional food: a review. *J Food Sci Technol.*, 53(1), 31-41.
- Asociación Naturland 1° edición. (2010) Maní (Cacahuate). *Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico*.
- Báez de Ladoux, D., Barreto, S., Rojas, R., Cáceres, G., Sosa, P., Avalos, E., & Cabrera, T. (2014). Factores de riesgo en la infancia y adolescencia de hipertensión arterial primaria. *Pediatría (Asunción)*, 41(2), 121-126.
- Belén, D.R., Bacalao, G., Barreto M., Marcano L., Castellano I y Gutiérrez J. (2000). Características físico-químicas de la grasa de la semilla de mango (*Mangifera indica* L.) cultivar Bocado. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 18, 131-141.
- Borrelli V. (2014). Maní tostado Runner alto oleico cubierto con aceite esencial de romero. *Universidad Fasta*. 2-76
- Campos-Mondragon MG, Calderon De La Barca AM, Duran-Prado A, Campos-Reyes LC, Oliart-Ros RM, Ortega-García J, Medina-Juárez LA, Angulo O., 2009. Nutritional Composition of new peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *Grasas Y Aceites* 60:161-167.
- Campos M. (2013) Aceite de cacahuate, genuina estabilidad y nutrición. *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Revista de divulgación* No.10.
- Chowdhury F.N., Hossain D., Hosen M., Rahman S. 2015. Comparative study on chemical composition of five varieties of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *World J. of Agricultural Science*, 11(5): 247-254.
- Cordero, J., Alemán, W., Torrellas, F., Ruiz, R., Nouel, G., Maciel De Sousa, N y Molina, E. (2009). Características del fruto de la palma yagua (*Attalea burtyracea*) y su potencial para producción de aceites. *Bioagro*, 21(1).
- Coronado M., Vega S., Gutiérrez R., García B., Díaz G. (2006). Los Ácidos Grasos Omega-3 y Omega-6: Nutrición, Bioquímica y Salud. *Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Departamento de Sistemas Biológicos*. 25(3): 72/79. México, D.F.



Derbyshire EJ., 2014. A review of the nutritional composition, organoleptic characteristics and biological effects of the high oleic peanut. *Int J Food Sci Nutr.*, 65(7), 781-790.

Financiera Rural (2011). Recuperado el 20 de junio de 2017, [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADa%20Cacahuate\\_Junio-2011.pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADa%20Cacahuate_Junio-2011.pdf)

García, S. E., Alonso, A. T. V., Alonso, J. L., Sanz, R. Á., Muñoz, S. L., Sanz, J. C., & Costa, M. G. (2011). Patrón epidemiológico de la obesidad en Castilla y León y su relación con otros factores de riesgo de enfermedad cardiovascular. *Revista Española de Cardiología*, 64(1), 63-66.

Giambastiani G y Casanoves F. (2000). Composición lipídica de semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) obtenidas bajo diferentes condiciones de disponibilidad de agua. *Grasas y Aceites*, Vol. 51 (6).

Giambastiani G. (1994) Cereales y oleaginosas, F.C.A-U.N.C. 5 -7

Grasso F. (2013) Tesis doctoral. Diseño del proceso: Pre tratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna. Universidad Nacional de la Plata. Departamento de ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. 18.

Grosso N.R., Nepote V., Giannuzzo N., y Gzmán C.A. (2002). Composición porcentual de ácidos grasos y esteroides de algunos genotipos de especies silvestres de maní. *The Journal of the Argentine Chemical Society*- Vol. 90 – N° 4/6, 45- 53.

Gulluoglu Leyla, Bakal Halil, Zaimoglu Onat Bihter, EL Sabagh Ayman, Arioglu Halis. (2016). Characterization of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed oil and fatty acids composition under different growing season under mediterranean environment. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 564-571. 10.18006/2016.4(5S).564.571.

Jenkins, D. J., Kendall, C. W., Mckeown-Eyssen, G., et al. (2008). Effect of a low-glycemic index or a high-cereal fiber diet on type 2 diabetes: a randomized trial. *JANA* 300, 2742 – 2753.

Jiang R, Manson J. E., Stampfer, M. J., Liu, S., Willett, W. C. & Hu, F. B. (2002) Nut and peanut butter consumption and risk of type 2 diabetes in women. *JAMA* 288, 2554–2560

Lafont J., Páez M y Portacio A. (2011). Extracción y Caracterización Físicoquímica del Aceite de la Semilla (Almendra) del Marañón (*Anacardium occidentale* L) Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Departamento de Química. Córdoba Colombia. Vol. 22(1),51-58

López R. N., Hurtado D., López G. L., Acosta M. J., Chazzin G., Castillo E., y Márquez J., (2014), Una aproximación a conocer la prevalencia de hipertensión arterial, factores de riesgo cardiovascular y estilo de vida en Venezuela, *Avances Cardiol* 2014;34(2):128-134

Lykomitros D., 2018. Multivariate relationships between instrumental attributes, microstructure, sensory profiles and consumer preference in roasted peanuts (*Arachis spp*). PhD Thesis, Wageningen University. <http://edepot.wur.nl/429302>.

Martínez J., Espinoza N., Fernández I., Martínez B.B., De la cruz F.R y Cadena P. (2017). Evaluación físicoquímica del aceite de variedades criollas de *Arachis Hypogaea* L. INIFAP. 12-18

Rosalva Mora-Escobedo, Patricia Hernández-Luna, Ignacio C. Joaquín-Torres, Alicia Ortiz-Moreno & María del Carmen Robles-Ramírez (2015) Physicochemical properties and fatty acid profile of eight peanut varieties grown in Mexico, *CyTA - Journal of Food*, 13:2, 300-304.

Olán, G. M., Zarate, P. M., Bautista, C. D. R. R., Galindo, M. D. L. L., y Marín, A. P. (2017). Proyectos sustentables desarrollados para la región Mixteca Baja del Estado de Puebla. *Ingeniería solidaria*, 13(22).

Rodríguez D, L., Díaz, M. E., Ruiz A, V., Hernández H., Herrera G, V., y Montero D, M. (2014). Factores de riesgo cardiovascular y su relación con la hipertensión arterial en adolescentes. *Revista Cubana de Medicina*, 53(1), 25-36.

Roque D.K. (2013) Evaluación de variedades de cacahuete (*Arachis hypogaea*. L) por cantidad y calidad de aceite en el grano en la región de Chiapas. Tesis de ingeniería en ciencias agrarias (producción). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Chiapas

Rosales-Martínez, Patricia, Arellano-Cárdenas, Sofía, Dorantes-Álvarez, Lidia, García-Ochoa, Felipe, & López-Cortez, Ma del Socorro. (2014). Comparison Between Antioxidant Activities of Phenolic Extracts from Mexican Peanuts, Peanuts Skins, Nuts and Pistachios. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 58(2), 185-193.

Sánchez Domínguez, Samuel, Muñoz-Orozco, Abel, González-Hernández, Víctor y Martínez Garza, A. (2006). Caracterización y clasificación de germoplasma mexicano de cacahuete. *Agrociencia*, ISSN 1405-3195, Vol. 40, N° 2, 2006, pags. 171-182.

Sangronis. E., Manchado C., Cava R. (2004). Propiedades funcionales de las harinas de leguminosas (*Phaseolus vulgaris* y cajun cajan) germinandas. *Interciencia*, 29, 80-85.

Sebei K, Gnouma A, Herchi W, Sakouhi F, Boukhchina S., 2013. Lipids, proteins, phenolic composition, antioxidant and antibacterial activities of seeds of peanuts (*Arachis hypogaea* l) cultivated in Tunisia. *Biol Res*. 46(3), 257-263.

Secretaría de Desarrollo Social. Microrregiones. (2013). Catálogo de localidades. Recuperado el 7 de julio del 2017, Disponible desde internet: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocalidadMun.aspx?ent=21&mun=169>.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2016; Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Recuperado el 1 de Agosto de 2017, Disponible desde internet: [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap\\_gb/entidad/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/entidad/index.jsp)

Vessby B., Unsitupa M., Hermansen K., Riccardi G., Rivellese A. A., Tapsell L. C., et al. (2001). Substituting dietary saturated for monounsaturated fat impairs insulin sensitivity in healthy men and women: the KANWU Study. *Diabetologia* 44 312–319.

Zapatero, A., Barba, R., González, N., Losa, J. E., Plaza, S., Canora, J., y Marco, J. (2012). Influencia de la obesidad y la desnutrición en la insuficiencia cardiaca aguda. *Revista Española de Cardiología*, 65(5), 421-426.