

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE DE VARIEDADES CRIOLLAS DE *Arachis hypogaea* L.

PHYSICAL CHEMISTRY EVALUATION OF OIL FROM *Arachis hypogaea* L. CREOLE CULTIVARS

Martínez-Sánchez, J. ^{1*}; Espinosa-Paz, N. ¹; Fernández-González, I. ¹; Martínez-Valencia, B.B. ²;
De la Cruz-Morales, F.R. ³; Cadena-Iñiguez, P. ¹

¹Campo Experimental Centro de Chiapas-INIFAP km 3.0 Carretera Ocozocoautla-Cintalapa, C.P. 29140, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. ²Campo Experimental Rosario Izapa-INIFAP km 18.0 carretera Tapachula-Cacahoatán, C.P. 30870, Tuxtla Chico, Chiapas. ³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Centro Académico Regional Cintalapa. Prolongación de la Av. Benito Juárez, camino al Rancho La Enramada S/N, C.P. 30400, Cintalapa de Figueroa, Chiapas.

*Autor responsable: martínez.jesus@inifap.gob.mx

RESUMEN

En los últimos años se ha incrementado el interés por el uso de variedades criollas de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) en programas de mejoramiento genético y diversas aplicaciones industriales, sin embargo antes de su uso, es necesario documentar sus características agronómico-productivas y calidad del grano. Se evaluó el rendimiento de grano y las características físico-químicas del aceite de cacahuete de ocho variedades criollas (Aguacero, Cristóbal Colón, El Triunfo, Frontera Comalapa, Parral, Ocozocoautla y Villaflores) y cuatro variedades mejoradas (Flourrunner, Ranferi Díaz, RF-214 y Rio Balsas) cultivadas en Chiapas, México. Las características determinadas fueron: porcentaje de aceite, perfil de ácidos grasos, índices de acidez, yodo, saponificación, refracción y peróxidos, la densidad y la viscosidad cinemática. Se registraron diferencias significativas en el rendimiento de grano (0.96-4 t ha⁻¹), el porcentaje de aceite (44%-59%), los ácidos grasos oleico (36%-49%), linoleico (24%-32%), la relación O/L (1.0-1.7) y el ácido palmítico (8.2%-10.5%). En el aceite se registraron diferencias estadísticas en los índices de acidez (3%-6%), yodo (88.8-98.5 cgI₂ K⁻¹), saponificación (95.1-116.4 mgKOH g⁻¹), peróxidos (0.5-3.3 meqO₂ kg⁻¹); y en la viscosidad cinemática (81.7-84.1 mm² s⁻¹). Las variedades locales de Cristóbal Colón, El Triunfo y El Aguacero, destacaron en el contenido total de ácidos grasos insaturados (77%-80%).

Palabras clave: Ácidos grasos, rendimiento, variedades locales, cacahuete.

ABSTRACT

In recent years, interest has increased over the use of Creole cultivars of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in genetic improvement programs and various industrial applications; however, before its use, it is necessary to document its agronomic-productive traits and the grain's quality. The grain yield and physical chemistry characteristics of peanut oil from eight Creole cultivars (Aguacero, Cristóbal Colón, El Triunfo, Frontera Comalapa, Parral, Ocozocoautla and Villaflores) and four improved varieties (Flourrunner, Ranferi Díaz, RF-214 and Rio Balsas), grown in Chiapas, México, were evaluated. The traits determined were: percentage of oil, fatty acids profile, indexes of acidity, iodine, saponification, refraction and peroxides, density, and cinematic viscosity. Significant differences were recorded in grain yield (0.96-4 t ha⁻¹), percentage of oil (44%-59%), oleic fatty acids (36%-49%), linoleic (24%-32%), O/L relation (1.0-1.7), and palmitic acid (8.2%-10.5%). Statistical differences were seen in the oil for acidity indexes (3%-6%), iodine (88.8-98.5 cgI₂ K⁻¹), saponification (95.1-116.4 mg KOH g⁻¹), peroxides (0.5-3.3 meqO₂ kg⁻¹), and cinematic viscosity (81.7-84.1 mm² s⁻¹). The local cultivars Cristóbal Colón, El Triunfo and El Aguacero stood out in the total content of unsaturated fatty acids (77%-80%).

Keywords: fatty acids, yield, local cultivars, peanut.

INTRODUCCIÓN

En México, el cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) es un cultivo que se establece anualmente en más de 59,250 ha y se produce alrededor de 98,590 t⁻¹ de grano con una media de 1.71 t ha⁻¹. En el estado de Chiapas, se establece en alrededor de 7,440 ha para una producción promedio de 13,968 t⁻¹ y una media de rendimiento de 1.89 t ha⁻¹, principalmente en los Distritos de Desarrollo Rural ubicados en Tuxtla Gutiérrez (62.57%), Villaflores (25.15%) y Comitán (12.28%), constituyendo una rica fuente de proteínas, aceite y minerales (Grosso y Gúzman, 1993); ya que es consumido tostado, garapiñado, hervido, tabletas, atoles, etcétera. Las variedades locales ("criollas") son un recurso fitogenético que han demostrado mayor plasticidad genética y adaptación a condiciones ecológicas específicas, diversos usos tradicionales y reducen la dependencia de semillas en sectores de alta vulnerabilidad climática (Chavez-Servia *et al.*, 2011). Algunos estudios han demostrado que diferentes recolectas de cacahuate compiten en rendimiento de grano, contenido de aceite y composición nutrimental con variedades mejoradas (Campos *et al.*, 2009), sin embargo, diferencias en la composición química sugieren que cada variedad puede tener diferentes usos (extracción de aceite, mantequillas, pastas, cosméticos); y bajo este contexto, se evaluó el rendimiento de grano y características físico-químicas del aceite de cacahuate de diferentes variedades criollas del estado de Chiapas, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una recolecta de variedades criollas en ocho localidades de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) Comitán, Tuxtla Gutiérrez y Villaflores: Frontera Comalapa del DDR Comitán, Ocozocoautla de Espinosa, El Aguacero, El Parral, El Triunfo, Cristóbal Colón y Suchiapa del DDR Tuxtla Gutiérrez y Villaflores. En estas regiones los productores siembran en suelos arenosos que se conocen coloquialmente como "carne tierra", "yucuela" y/o "cascajosos", propiciando un mejor desarrollo del fruto y facilidad en las labores de cosecha (López y Garrido, 1992). El procedimiento para obtener las muestras consistió en ubicar localidades con mayor producción de cacahuate (SIAP, 2011), así como, agricultores con mayor disponibilidad de semilla y con más de cinco años de selección de germoplasma. Para cada localidad se obtuvo una variante biológica con 5 kg y en total se recolectaron ocho. Se utilizó además variedades mejoradas que ya se están sembrando en Chiapas tales como, Ranferi Díaz, RF-214, Rio Balsas y Flourunner.

Evaluación agronómica

El experimento se sembró, bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en el Campo Experimental Centro de Chiapas (CECECH) del INIFAP, en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. En un suelo plano de textura arenosa. La parcela experimental constó de cuatro surcos de cinco metros de longitud a una separación de 60 cm y 40 cm entre matas de dos plantas, la parcela útil fueron los dos surcos centrales. Para la nutrición, se empleó fertilización N40-P40-K00, sin registro de incidencia de plagas. A la cosecha, se hizo la estimación del rendimiento ajustando el porcentaje de 14% humedad del grano.

Determinación de porcentaje y calidad de aceite

Se tomó una muestra de 1 kg⁻¹ de grano de cada variedad para realizar la evaluación físico-química del aceite con tres repeticiones por muestra bajo un diseño experimental completamente al azar. El porcentaje de aceite se determinó por el método soxhlet o solventes (AOAC, 1995), el perfil de ácidos grasos se determinó por cromatografía de gases utilizando un detector FID bajo el procedimiento reportado por la norma Europea CE. No 796/2002. Los índices de acidez, yodo, peróxidos y saponificación se determinaron usando las metodologías de las normas mexicanas: NMX-F-101-1987, NMX-F-408-S-1981, NMX-F-154-SCFI-2010 y NMX-F-174-S-1981, respectivamente. Para obtener los parámetros de viscosidad cinemática y densidad relativa del aceite, se utilizó un viscosímetro SVM 3000/62 ANTON PAAR y se hizo la lectura a 20 °C. Finalmente para determinar el índice de refracción, se utilizó un refractómetro Kruss Optronic DR6000-T. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey, utilizando el programa estadístico SAS 9.1[®].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los análisis de varianza se detectaron diferencias estadísticas en el rendimiento de grano, el porcentaje de aceite, los ácidos grasos oleico (O), linoleico (L), la relación O/L y ácido palmítico. En relación a las características físico-químicas, se registraron diferencias estadísticas en los índices de acidez, yodo, saponificación, peróxidos y en la viscosidad cinemática (Cuadro 1). Por tanto se atribuyó variabilidad en la productividad y la calidad de aceite de las variedades evaluadas.

Cuadro 1. Variables relacionadas con el rendimiento de grano y calidad del aceite de 12 variedades locales de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas en Chiapas, México.

Variable	Cuadrado medio	Promedio	CV
Rendimiento de grano (t/ha)	5.0*	3.0	29.2
Porcentaje de aceite (%)	22.7**	53.9	25.4
Ácido oléico (O) C:18:1N9C	22.0*	45.3	4.0
Ácido linoléico (L) C:18:2N6C	14.8*	29.4	7.6
Relación O/L	0.1**	1.6	7.9
Ácido Gadoléico C:20:1	0.1ns	0.9	11.7
Ácido palmítico C:16	1.0*	9.1	5.7
Ácido margárico C:17	0.3ns	0.7	32.6
Ácido esteárico C:18	0.2ns	2.1	16.1
Ácido araquídico C:20	3.5ns	3.8	22.1
Ácido behénico C:22	2.2ns	4.9	26.6
Ácido lignocérico C:24	2.3ns	3.8	24.9
Acidez (%)	0.1**	0.4	6.3
Índice de yodo	34.2**	93.7	2.2
Índice de refracción	7.9ns	1.4	3.6
Índice de saponificación	122.4**	102.9	2.2
Índice de peróxidos	1.4**	1.3	15.3
Viscosidad cinemática	0.7**	83.3	0.4

* y ** significativo a nivel de $P < 0.05$ y $P < 0.01$, respectivamente. CV=coeficiente de variación. Fuente: Elaboración propia a partir de los análisis de laboratorio.

Cuadro 2. Rendimiento de grano y aceite de diferentes variedades de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas en Chiapas, México.

Variedad de cacahuete	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Aceite (%)
RF-214	4.0 ^a *	55.3 ^a
Rio Balsas	3.4 ^a	53.7 ^a
Ranferi Díaz	3.3 ^a	56.2 ^a
Florunner	3.7 ^a	55.3 ^a
V**. Ocozocoautla	3.4 ^a	55.4 ^a
V. Parral	2.8 ^a	54.3 ^a
V. El Triunfo	3.0 ^a	58.9 ^a
V. Aguacero	3.8 ^a	56.6 ^a
V. Cristóbal Colón	3.7 ^a	57.9 ^a
V. Villaflores	0.96 ^b	55.4 ^a
V. Frontera Comalapa	0.96 ^b	44.2 ^b
V. Suchiapa	3.3 ^a	44.3 ^b

*Medias con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes. **C=variedad local. Fuente: Elaboración propia a partir de los trabajos de campo.

en productividad con las variedades mejoradas. El rango de porcentaje de aceite fue entre 44.2% y 58.9% (Cuadro 2) que se encuentra en los valores reportados para el aceite de cacahuete (Asibuo *et al.*, 2008; Venkatachalam y Sathe, 2006), las variedades de Frontera Comalapa y Suchiapa tuvieron los valores más bajos y fueron estadísticamente diferentes. Para fines industriales se requieren variedades de cacahuete con más de 45% de aceite (Gaitán, 2011). Los porcentajes de aceite de las mejores variedades de este estudio, son similares a los reportados para genotipos sobresalientes en esta característica en China (Wang *et al.*, 2011) y superan los valores reportados para recolectas procedentes de Guanajuato, Guerrero, Morelos y Puebla en México, así como, para otras de Estados Unidos de América y Argentina (Campoy, 1998).

Respecto a la distribución del contenido de ácidos grasos insaturados de las 12 variedades evaluadas, los porcentajes de los ácidos oleico y linoleico de las variedades fluctuó entre 35.9% a 48.6% y 24.2% a 35.6%, respectivamente (Cuadro 3); que coinciden con la norma NMX-F-SCFI-2012. En el ácido oleico (O) la variedad con menor porcentaje y diferente estadísticamente fue la criolla de Parral que registró el valor más alto de ácido linoleico (L), por lo tanto, presentó una relación O/L de 1.0. En cambio, la variedad con menor porcentaje de ácido linoleico fue la variedad mejorada Rio Balsas, registrando la mayor relación O/L. Para el resto de los genotipos esta relación varió entre 1.5 y 1.6. Lo anterior se atribuye a que el ácido oleico presentó mayor concentración que el linoleico en la mayoría de las variedades. Una alta relación

El rendimiento de grano estuvo en el rango de 0.96 y 4.0 t ha⁻¹ (Cuadro 2), las variedades locales de Villaflores y de Frontera Comalapa fueron las de menor rendimiento y diferentes estadísticamente al resto de las variedades, mientras que las de mejor rendimiento en este estudio se catalogaron con una productividad media según Campos *et al.* (2009) superando la media de 1.89 t ha⁻¹ del estado de Chiapas (SIAP, 2014). Estos resultados demuestran que existen variedades "criollas" sobresalientes y que pueden competir

Cuadro 3. Contenido de ácidos grasos insaturados en el aceite de variedades de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas en Chiapas, México.

Variedad de Cacahuate	Ácidos grasos insaturados (%)				
	Oléico C:18:1N9C	Linoléico C:18:2N6C	O/L	Gadoléico C:20:1	Total (%)
RF-214	43.6 ^{a*}	27.7 ^{ab}	1.6 ^a	0.7 ^a	72.0
Rio Balsas	44.4 ^a	24.2 ^b	1.9 ^a	0.4 ^a	69.0
Ranferi Díaz	46.2 ^a	27.7 ^{ab}	1.7 ^a	0.8 ^a	74.7
Florunner	46.1 ^a	29.3 ^{ab}	1.6 ^a	1.3 ^a	76.7
V** Ocozocoautla	44.4 ^a	29.2 ^{ab}	1.6 ^a	0.9 ^a	74.5
V. Parral	35.9 ^b	35.6 ^a	1.0 ^b	0.9 ^a	72.4
V. El Triunfo	45.0 ^a	31.0 ^{ab}	1.5 ^{ab}	1.0 ^a	77.0
V. Aguacero	47.3 ^a	29.0 ^{ab}	1.7 ^a	0.9 ^a	77.2
V. Cristóbal Colón	48.6 ^a	30.1 ^{ab}	1.6 ^a	1.2 ^a	79.9
V. Villaflores	46.1 ^a	28.6 ^{ab}	1.6 ^a	0.9 ^a	75.6
V. Frontera Comalapa	48.5 ^a	28.2 ^{ab}	1.7 ^a	0.8 ^a	77.5
V. Suchiapa	46.5 ^a	31.9 ^{ab}	1.5 ^{ab}	1.3 ^a	79.7

*Medias con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes. **C = variedad local.

Fuente: Elaboración propia a partir de los análisis de laboratorio.

de los ácidos oleico/linoleico es una característica deseable para los aceites vegetales comestibles, valores por arriba de 1.5 se consideran adecuados (Branch *et al.*, 1990). Excepto la variedad criolla de Parral, el resto de las variedades superó los valores de la relación O/L reportados para las variedades VA-81-B, NC-2, Col-61-Gto y Col-24-Gro (Campos *et al.*, 2009). Autores como Grosso *et al.* (2002) reportaron valores máximos de 1.4 para genotipos silvestres de *Arachis* sp., en Argentina. En el porcentaje de ácido gadoléico no hubo diferencias estadísticas, resaltando que el valor registrado para la variedad Rio Balsas fue inferior a lo esperado en la norma NMX-F-SCFI-2012. El porcentaje total de ácidos grasos insaturados mostró valores que variaron entre 69% y 79.9%. Los porcentajes más altos de ácidos grasos insaturados totales correspondieron a las variedades locales de Cristóbal Colón, el Aguacero y El Triunfo, con valores similares a los reportados por Campos *et al.* (2009). Estas variedades presentaron valores más altos de ácido linoleico que una variedad local de Chía (*Salvia hispánica*) de Yucatán (29.4% vs 20.3%) pero fueron deficientes en el ácido α -Linolenico (0 vs 68.52%) (Segura *et al.*, 2014).

La distribución porcentual del contenido de los principales ácidos grasos saturados de las 12 variedades de cacahuate cultivadas en Chiapas (Cuadro 4), destacan la presencia del ácido margárico con valores de 0.2% a 1.5%, ya que este ácido graso se encuentra mayoritariamente en las grasas de animales y en pocos casos en aceites

vegetales (Zamarripa *et al.*, 2014); y el mayor valor de ácido palmítico fue para RF-214, mientras que el menor fue para las variedades Ranferi Díaz y El Triunfo, las dos últimas difirieron estadísticamente de la primera. Para los porcentajes de los ácidos grasos margárico, esteárico, araquídico, behénico y lignocérico no hubo diferencias estadísticas entre variedades. Los valores promedio de los ácidos palmítico y esteárico, estuvieron dentro de la norma NMX-F-SCFI-2012; mientras que los valores promedio para los ácidos grasos saturados araquídico y lignocérico estuvieron fuera de rango con promedios arriba del máximo. En relación al ácido behénico, las variedades locales del Aguacero y Cristóbal Colón tuvieron valores dentro del límite máximo (4.5), el resto superó los valores de la NMX-F-SCFI-2012 y los reportados por Ozcan y Seven (2003) y Grosso y Guzmán (1993). Las variedades del Aguacero, Cristóbal Colón y Suchiapa tuvieron los porcentajes más bajos de ácidos grasos saturados totales con 22.8%, 20.1% y 20.3%, respectivamente. Los porcentajes de ácidos grasos saturados totales registrados en el resto de las variedades fueron mayores debido a la presencia del ácido margárico y los altos porcentajes del ácido behénico.

Las características químicas más usadas para la clasificación de los aceites son: el índice de yodo, saponificación, peróxidos y la acidez; por otra parte, las características físicas de mayor empleo son la gravedad específica, el índice de refracción, la densidad y el punto de fusión. Los

Cuadro 4. Contenido de ácidos grasos saturados en el aceite de variedades de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas en Chiapas, México.

Variedad de cacahuate	Ácidos grasos saturados (%)						Total
	Palmitico C:16	Margárico C:17	Esteárico C:18	Araquídico C:20	Behénico C:22	Lignocérico	
RF-214	10.5 ^a	0.0 ^a	2.3 ^a	3.4 ^a	6.4 ^a	5.4 ^a	28.0
Rio Balsas	10.2 ^{ab}	0.7 ^a	2.7 ^a	4.6 ^a	6.9 ^a	5.9 ^a	31.0
Ranferi Díaz	8.2 ^b	1.1 ^a	1.9 ^a	6.3 ^a	4.3 ^a	3.5 ^a	25.3
Florunner	9.2 ^{ab}	0.8 ^a	1.9 ^a	3.7 ^a	4.4 ^a	3.3 ^a	23.3
V**Ocozocoautla	9.0 ^{ab}	1.5 ^a	2.1 ^a	2.5 ^a	5.8 ^a	4.6 ^a	25.5
V. Parral	9.9 ^{ab}	0.0 ^a	2.6 ^a	4.8 ^a	5.9 ^a	4.4 ^a	27.6
V. El Triunfo	8.4 ^b	0.9 ^a	1.7 ^a	5.1 ^a	4.0 ^a	2.9 ^a	23.0
V. Aguacero	9.0 ^{ab}	0.8 ^a	1.9 ^a	3.1 ^a	4.6 ^a	3.4 ^a	22.8
V. Cristóbal Colón	8.8 ^{ab}	0.7 ^a	2.3 ^a	1.7 ^a	3.8 ^a	2.8 ^a	20.1
V. Villaflores	9.3 ^{ab}	0.8 ^a	1.8 ^a	3.9 ^a	4.8 ^a	3.8 ^a	24.4
V. Frontera Comalapa	8.6 ^{ab}	1.0 ^a	1.8 ^a	4.3 ^a	3.9 ^a	2.9 ^a	22.5
V. Suchiapa	8.5 ^{ab}	0.7 ^a	2.2 ^a	2.2 ^a	3.9 ^a	2.8 ^a	20.3

*Medias con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes. **C=variedad local.
Fuente: Elaboración propia a partir de los análisis de laboratorio.

porcentajes de acidez fluctuaron entre 3% y 6%, similar a lo registrado por Pascual *et al.* (2006). Excepto las variedades del Aguacero y de Frontera Comalapa, la mayoría de las variedades presentaron valores igual o menores a 5%, lo cual significa presencia de altos niveles de ácidos grasos libres que propician la oxidación del aceite (Zamarripa *et al.*, 2014). Las variedades de cacahuate bajo estudio, presentaron valores en rangos de 88.8 a 98.3 (cgl₂/g), 1.5, 95.1 a 116.4 (mg KOH/g) y 0.5 a 3.3 (meqO₂/kg) para los índices de: yodo, refracción, saponificación y peróxidos, respectivamente. El valor más alto de índice de yodo se presentó en la variedad criolla de Parral, que tuvo diferencias estadísticas con las variedades criollas de El Triunfo, Aguacero, Frontera Comalapa y Cristóbal Colón. Lo deseable en los aceites comestibles es que presenten un índice de yodo bajo y una alta relación O/L (Branch *et al.*, 1990), ya que esto se traduce en una mayor estabilidad del aceite en almacenamiento (Hashim *et al.*, 1993). Esta condición la cumplen las variedades criollas de El Triunfo, Aguacero y Cristóbal Colón. En el índice de refracción no hubo diferencias estadísticas entre variedades. El valor promedio para todas las variedades fue de 1.47, ligeramente mayor a lo indicado en la NMX-F-SCFI-2012. Para el índice de saponificación el valor más alto se registró en la variedad local de Villaflores, con diferencias estadísticas respecto al resto de los tratamientos. Sin embargo, los valores promedio de todas las variedades fueron menores a lo indicado en la NMX-F-SCFI-2012. En el índice de peróxidos, la variedad Ranferi

Díaz presentó el porcentaje más alto y diferencias estadísticas con el resto de las variedades. Además, superó el límite máximo para este indicador (NMX-F-SCFI-2012). En este estudio, la densidad relativa del aceite para todas las variedades de cacahuate analizadas fue de 0.91; y los valores de viscosidad cinemática registrados en todas las variedades cultivadas en Chiapas, fluctuaron entre 81.7 a 84.5 a 20 °C. Estos valores son mayores a los reportados por Nouredinni *et al.* (1992). La mayoría de los aceites comestibles presentan valores de viscosidad entre 27 y 40 mm² s⁻¹ (Zamarripa *et al.*, 2014), por lo tanto, los valores promedio encontrados en variedades de cacahuate de Chiapas se consideran altos (Figura 1) (Cuadro 5).

Las variedades locales de Parral, El Triunfo, Cristóbal Colón, Ocozocoautla y el Aguacero fueron similares en rendimiento de grano, porcentaje de aceite y contenido de ácidos grasos insaturados con las variedades mejoradas introducidas a Chiapas, por lo tanto, tienen potencial para proyectos de interés industrial (Gaitán, 2011). Las variedades locales de El Triunfo, Aguacero y Cristóbal Colón son aptas para la elaboración de productos alimenticios con alto contenido de ácidos grasos insaturados, que disminuyen el contenido de lipoproteínas de baja densidad en la sangre, previenen enfermedades coronarias del corazón y el síndrome metabólico (Ros, 2010; Sabaté *et al.*, 2010; Venkatachalam y Sathe, 2006). En las características físicas y químicas del aceite, todas las variedades evaluadas tuvieron un comportamiento



Figura 1. A-B: Almendra de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.). C: Extracción de aceite. D: Cultivo de cacahuete en Chiapas, México.

similar en relación a los valores óptimos indicados en la NMX-F-SCFI-2012. La caracterización de las propiedades físico-químicas de los granos de cacahuete indica usos potenciales de las variedades, no obstante, es necesario complementar los análisis de composición química de las variedades con el contenido de proteínas, minerales, antioxidantes y características bromatológicas.

CONCLUSIONES

Las variedades estudiadas registraron valores de interés para la industria y programas de mejoramiento genético, el comportamiento de algunas variedades criollas fue similar al de las mejoradas en rendimiento, porcentaje de aceite y perfil de ácidos grasos. Las variedades locales de Cristóbal Colón, El Triunfo y El Aguacero, destacaron en el contenido total de ácidos grasos insaturados. En las variedades estudiadas los valores de los índices de yodo y peróxidos estuvieron dentro de la NMX-F-SCFI-2012, mientras que los valores de los índices de refracción y saponificación estuvieron fuera de ésta.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemist. (16 Ed.), edited by P. Cunniff. AOCS International, Gaithersburg, MD.
- Asibuo J.Y., Agromah R., Safo-Kantanka O., Adu-Dapaah H.K., Ohemerg-Dapaah S., Agyeman A. 2008. Chemical composition of groundnut, *Arachis hypogaea* (L) landraces. Afr. J. Biotechnol. 7 (13), 2203-2208.
- Branch W., Nakayama T. Chinnan M. 1990. Fatty acid variation among U. S. runner peanut cultivars. J. Am. Oil. Chem. Soc. 9, 591-593.
- Campos M.M.G., Calderón A.M.B., Durán A.P.L.C., Campos R., Oliart R.M., Ortega R. J., Medina, J.G. L. A. 2009. Nutritional composition of new peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. Grasas y aceites 60 (2), 161-167.
- Campoy G.E. 1998. Caracterización bromatológica de 36 variedades de cacahuete. Tesis de Licenciatura. Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo.
- CE. No.796/2002. Reglamento de la comisión. Características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo y sus métodos de análisis. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 6 de mayo de 2002.
- Chavez S.J.L.; Carrillo R.A.M.; Vera G., Rodríguez E.G., Lobato O.G.R. 2011. Utilización actual y potencial del jitomate silvestre mexicano. Subsistema Nacional para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, CIIDIR-Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional e Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Oaxaca, México. 72 p.
- Gaitan G.J. 2011. Programa Estratégico de necesidades de la investigación y transferencia de tecnología para el estado de Chiapas. Segunda fase: determinación de temas prioritarios de investigación y transferencia de tecnología en las cadenas agroalimentarias y agroindustriales de Chiapas. Tecnológico de Monterrey, Fundación Produce Chiapas A. C. 92p.

Cuadro 5. Características físico-químicas y calidad del aceite de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) de variedades cultivadas en Chiapas, México.

Variedad	Índices que determinan la calidad del aceite					Densidad relativa	Viscosidad Cinemática (mm ² s ⁻¹)
	Acidez (%)	Yodo (cgl ₂ g ⁻¹)	Refracción	Saponificación (mgKOH g ⁻¹)	Peróxidos (meqO ₂ kg ⁻¹)		
RF-214	4.0 ^c	97.1 ^{ab}	1.47 ^a	95.3 ^f	1.3 ^{bc}	0.91 ^a	83.2 ^{ab}
Rio Balsas	4.0 ^c	97.6 ^{ab}	1.47 ^a	104.6 ^{dc}	0.5 ^d	0.91 ^a	83.2 ^{ab}
Ranferi Díaz	3.0 ^d	95.4 ^{abc}	1.47 ^a	102.0 ^{de}	3.3 ^a	0.91 ^a	83.5 ^{ab}
Florunner	3.0 ^d	94.0 ^{abcd}	1.47 ^a	95.1 ^f	1.0 ^{bcd}	0.91 ^a	84.1 ^a
V** Ocozocoautla	5.0 ^b	97.2 ^{ab}	1.47 ^a	101.0 ^{def}	1.4 ^b	0.91 ^a	83.8 ^{ab}
V. Parral	4.0 ^c	98.3 ^a	1.47 ^a	97.4 ^{ef}	0.8 ^{cd}	0.91 ^a	81.7 ^c
V. El Triunfo	4.0 ^c	89.1 ^d	1.47 ^a	108.1 ^{bc}	1.3 ^{bc}	0.91 ^a	83.4 ^{ab}
V. Aguacero	6.0 ^a	91.9 ^{bcd}	1.47 ^a	109.5 ^{bc}	1.0 ^{bcd}	0.91 ^a	83.5 ^{ab}
V. Cristóbal Colón	4.0 ^c	88.8 ^d	1.47 ^a	101.0 ^{def}	1.0 ^{bcd}	0.91 ^a	82.7 ^{bc}
C. Villaflores	5.0 ^b	92.4 ^{abcd}	1.47 ^a	116.4 ^a	1.3 ^{bc}	0.91 ^a	83.7 ^{ab}
V. Frontera Comalapa	6.0 ^a	90.4 ^{cd}	1.47 ^a	100.8 ^{def}	1.2 ^{bc}	0.91 ^a	83.5 ^{ab}
V. Suchiapa	5.0 ^b	92.3 ^{abcd}	1.47 ^a	101.6 ^{de}	1.2 ^{bc}	0.91 ^a	83.5 ^{ab}

*Medias con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes. **C=variedad local.

Fuente: Elaboración propia a partir de los análisis de laboratorio.

Garrido R.E.R. 2011. Principales plagas y enfermedades del cacahuete en Chiapas. Folleto para productores No. 11. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Centro de Chiapas. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. 44p.

Grosso N.R., Guzmán C.A. 1993. Lipid, protein, ash contents, and fatty acid and sterol composition of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds from Ecuador. *Peanut Sci.* 22, 84-89.

Grosso N.R.; Nepote N., Gianuzzo N., Guzmán C.A. 2002. Composición porcentual de ácidos grasos y de esteroides de algunos genotipos de especies silvestres de maní. *J. Arg. Chem Soc.* 90 (4), 45-53.

Hashim I.B.; Koehler P.E.; Eitenmiller R.R., Kvien C.K. 1993. Fatty acid composition and tocopherol content of drought stressed Flourrunner peanuts. *Peanut Sci.* 20, 21-24.

López L.A., Garrido R.E.R. 1992. Guía para cultivar cacahuete de temporal en el Centro de Chiapas. Folleto para productores No. 6. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Centro de Chiapas. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. 16p.

NMX-F-408-S-1981. Alimentos para humanos-Aceites y grasas vegetales o animales-Determinación del índice de yodo por el método de Hanus.

NMX-F-174-S-1981. Alimentos para humanos-Determinación del índice de saponificación en aceites vegetales o animales. Diario Oficial de la Federación.

NMX-F-101-1987. Alimentos-Aceites y grasas vegetales o animales-Determinación del índice de acidez. Diario Oficial de la Federación.

NMX-F-154-SCFI-2010. Alimentos-Aceites y grasas vegetales o animales-Determinación del valor de peróxido. Diario Oficial de la Federación.

NMX-F-027-SCFI-2012. Alimentos-Aceite comestible puro de cacahuete-Especificaciones. Diario oficial de la Federación.

Ozcan, M & S. Seven. 2003. Physical and chemical analysis and fatty acids composition of peanut, peanut oil, and peanuts butter from COM and NC-7 cultivars. *Grasas y aceites* 54 (1), 12-18.

Pascual, C. G., S. Molina, S., C. Morales, S., K. Valdivia, G. & F. Quispe, J. 2006. Extracción y caracterización de aceite de variedades de maní (*Arachis hypogaea* L.) y elaboración de maní bañado con chocolate. *Mosaico Científico* 3 (1), 27-33.

Ros, E. 2010. Health benefits of nut consumption. *Nutrients* 2, 652-682.

Sabaté, T., K. Oda & E. Ros. 2010. Nut consumption and blood lipid levels. A pooled analysis of 25 intervention trials. *Arch. Intern. Med.* 170 (9), 821-827.

Segura, C. M. R.; N. Ciau, S. G. Rosado, R.; Chel, G.L. y Betancur, A.D. 2014. Physicochemical characterization of chia (*Salvia hispanica*) seed oil from Yucatán, México. *Agric. Sci.* 5 (3), 220-226.

SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. Anuario estadístico de la producción agrícola por estado. 2011. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado> (enero/2011).

SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Anuario estadístico de la producción agrícola. 2010-2013. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/agricultura-produccion-anual> (agosto/2014).

Venkatachalam, M. & S. K. Sathe. 2006. Chemical composition of selected edible nuts seeds. *Agric. Food. Chem.* 54 (13), 4705-4714.

Wang, C. T., Y. Y. Tang, X. Z. Wang, D. X. Chen, F. G. Cui, Y. C. Chi, J. C. Zhang & S. L. Yu. 2011. Evaluation of groundnut genotypes from China for quality traits. *J. SAT. Agric. Res.* 9, 1-9.

Zamarripa, C. A.; Reyes, A.L.R.; Díaz, V.H. F. y Solís, B.J.L. 2014. Estudio de nuevas especies agrícolas con potencial para la producción de bioenergéticos. Libro Técnico (en prensa). Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas. 91p.