

CONTENIDO DE ACEITE Y PROTEÍNA EN SEMILLAS DE CACAHUATE (*Arachis hypogaea* L.) DURANTE SU DESARROLLO

¹Ubaldo Chi Bacab, ²E. Luna Flores, ³S. Sánchez Domínguez, ⁴P. Pérez Herrera.

México

RESUMEN

Se determinó el contenido total de aceite y proteína de semillas de cacahuate (*Arachis Hypogaea* L.) de la variedad Ranferi Díaz, que fueron cosechados en fechas diferentes durante su desarrollo. La primera cosecha se realizó cuando las semillas estaban en la etapa inicial de desarrollo, y posteriormente se fueron cosechando semanalmente hasta la madurez, y una última cosecha 20 días después de la madurez fisiológica.

La acumulación del aceite y proteína, es demasiado rápido, con un contenido total inicial de 38.5 % y 26.28 % respectivamente. En términos generales conforme avanzaba el desarrollo de las semillas, el porcentaje de proteína fue disminuyendo; mientras que el de aceite fue aumentando ligeramente, teniendo altibajos durante todo el desarrollo.

El período más óptimo de cosecha es a partir del 6 de octubre, hasta el 11 de noviembre, porque es cuando se tienen los porcentajes de acumulación más altos de aceite y proteína (51.7 % y 28.81 %) y las semillas están bien formadas. La siembra debe ser alrededor del 15 de junio, fecha óptima de siembra.

Palabras clave: *Arachis Hypogaea* L, porcentaje, acumulación, semilla de cacahuate, aceite, proteína, madurez fisiológica, cosecha, siembra.

¹ Ingeniero agrónomo, egresado en la generación 2003, UACH.

² Profesor del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 128. DGETA , Miacatlán, Morelos.

³ Profesor-investigador, Departamento de Fitotecnia, UCh. Chapingo.

⁴ Investigadora del Laboratorio de Frijol y Oleaginosas del Cevamex, INIFAP. Edo. De México.

THE OIL CONTENT AND PROTEINS IN THE PEANUT SEEDS (*Arachis hypogaea*

L.) DURING THEIR DEVELOPMENT

¹Ubaldo Chi Bacab, ² E. Luna Flores, ³S. Sánchez Domínguez, ⁴P. Pérez Herrera.

SUMMARY

The total oil content and proteins was measured in the peanut seeds (*Arachis hypogaea* L.) of the Ranferi Díaz, variety which were harvested at different times during their development. The first crop was carried out when seeds were on their initial stage of development, subsequently seeds were harvested weekly until maturity, getting the last crop about twenty days after physiological maturity.

The oil and protein accumulation is too quickly with a total initial content of 38.5 % and 26.28 % respectively. In general terms as development of seeds was advancing, the percentage of protein decreased whereas the percentage of oil was increased lightly with ups and downs during the whole development.

The most ideal period of crop is from October 6 until November 11 because is when there are the highest percentages of oil and protein accumulation (51.7% and 28.81%) and the seeds are well formed. The sowing must be about June 15, ideal date of sowing.

Key words: *Arachis hypogaea* L, percentage, accumulation, peanut seed, oil, protein, physiological maturity, crop, sowing.

¹ Ingeniero agrónomo, egresado en la generación 2003, UCh.

² Profesor del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 128. DGETA , Miacatlán, Morelos.

³ Profesor-investigador, Departamento de Fitotecnia, UACH. Chapingo.

⁴ Investigadora del Laboratorio de Frijol y Oleaginosas del Cevamex, INIFAP. Edo. De México.

INTRODUCCIÓN

En México, el cacahuete se cultiva en 26 estados, en una superficie de alrededor de 90 mil hectáreas, con una producción nacional anual del orden de 130 mil toneladas. Por su importancia destacan los estados de Oaxaca, Puebla, Chihuahua, Sinaloa, Chiapas, Guerrero y Morelos. Estos estados contribuyen actualmente con más del 80% de la producción nacional.

En los últimos años, las importaciones de cacahuete como materia prima y como subproducto han crecido; lo que significa que la producción nacional no es suficiente para satisfacer las necesidades de la población. En el 2000 se importaron 111,955 toneladas de cacahuete y para el 2001 se importaron 112,506 toneladas (FAO, 2002).

La presente investigación, pretende aportar conocimientos y elementos de utilidad, ya que en la actualidad hay pocas investigaciones relacionadas con la evaluación de aceites y proteínas en cacahuete; es por tal razón, que el objetivo de esta investigación fue determinar la dinámica de acumulación de aceite y proteína total, en semilla de cacahuete de la variedad Ranferi Díaz, cosechado en diferentes etapas de su desarrollo; colateralmente determinar la fecha óptima de cosecha según el fin para el que se requiera la semilla.

MATERIALES Y METODOS

Campo

El material analizado en este trabajo fue de la Variedad Ranferi Díaz, con hábito de crecimiento erecto, cultivado en el Ejido de San Marcos Cuauchichinola, Estado de Morelos. El ciclo del cultivo está comprendido entre el 15 de Junio al 15 de Octubre y la cosecha de las muestras se realizaron los días: 18-08-01, 25-08-01, 01-09-01, 08-09-01, 15-09-01, 22-09-01, 29-09-01, 06-10-01, 13-10-01, 20-10-01 y 11-11-01; cosechando cada 8 días, y la ultima cosecha (onceavo) se realizó 20 días después de la fecha óptima, cuando los granos de cacahuete se han pasado de la madurez fisiológica, esto con el fin de comparar el contenido de aceite y proteína en cada fecha de cosecha.

Laboratorio

Los trabajos se desarrollaron en el Laboratorio de Análisis de Calidad de Frijol del INIFAP, ubicado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo. Se obtuvieron en total 11 muestras, cada una en diferente fecha de cosecha y diferente etapa de desarrollo del grano; dichas muestras pasaron por un proceso de descascarillado y limpieza.

Limpieza y descascarillado

Esta actividad consistió en eliminar todas las impurezas y la cascarilla de las vainas, dejando libre y limpias las semillas.

Secado

Las muestras se secaron en una estufa por 48 horas a 50 °C, y la muestra correspondiente a cada uno de los tratamientos equivalente a 30 ml se les determinó el peso y contenido de aceite por el método de Resonancia Magnética Nuclear.

Determinación del contenido de aceite por Resonancia Magnética Nuclear

El contenido de aceite se determinó obteniendo la lectura del equipo de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) de un volumen equivalente a 30 ml de muestra, al cual se le determinó el peso en una balanza digital con sensibilidad de 0.01 g. El equipo se calibró con agua relajada a una lectura de 100 y para calcular el porcentaje de aceite en la muestra se utilizó el peso de un volumen aproximado de 50 ml de aceite de cacahuete extraído con solvente y su lectura de RMN. (El análisis se realizó por cuadruplicado).

$$\% \text{ DE ACEITE} = \frac{\text{LRMN (muestra)}}{\text{Peso de la muestra}} \times \frac{\text{Peso aceite testigo}}{\text{LRMN aceite testigo}} \times 100$$

LRMN = Lectura de la Resonancia Magnética Nuclear.

Molienda

Las semillas utilizadas en el procedimiento anterior se sometieron a molienda de 6 – 8 gramos de semillas de cacahuete en un molino de aspas Steinlite, con el fin de reducir el tamaño de partícula.

Digestión

Una muestra de 50 mg se colocó en el tubo de digestión, se le agregó 600 mg de catalizador (mezcla reactivo de selenio), 2.5 ml de ácido sulfúrico y se sometió a digestión a temperatura de 360 °C durante 1 hora. La solución de digestión se aforó a 75 ml con agua destilada, una vez que ésta alcanzó la temperatura ambiental.

Determinación del contenido de proteína con el equipo Technicon Autoanalyzer II

Después de obtener las soluciones de digestión de las muestras, estas se colocaron en el dispositivo automuestreador del equipo Technicon Autoanalyzer II, con este equipo se cuantificó el amonio liberado durante la digestión ácida de la muestra (a 360 °C), a través de un método colorimétrico en el cual se forma una coloración verde-esmeralda por la reacción del amonio, salicilato de sodio, nitroprusiato de sodio e hipoclorito de sodio en un medio buffer alcalino con pH de 12.8 a 13. El compuesto es cuantificado a 660 nm midiendo la altura de los picos obtenidos para cada muestra en el graficador y relacionando dicha lectura con la curva de regresión obtenida a partir de los datos de concentración y absorbancia de la curva de calibración (El análisis se hizo por duplicado).

Con base a la absorbancia registrada para una curva de calibración de sulfato de amonio evaluada previamente, donde los datos obtenidos para la regresión el eje Y corresponde a la concentración de nitrógeno y el eje X a la absorbancia, las lecturas de las muestras son sustituidas en la siguiente fórmula para obtener su porcentaje de proteína.

$$\% \text{ DE PROTEÍNA} = \frac{\left(\frac{\text{lectura de la muestra} - \text{lectura del blanco}}{b} \right) \cdot 6.25 \cdot 75 \cdot 0.1}{1}$$

peso de la muestra (mg)

b = Absorbancia de blanco de reactivo.

m = Valor de la pendiente de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se hizo un análisis de varianza completamente al azar, tomando las once fechas de cosecha del cacahuete como tratamientos. Las variables analizadas fueron porcentajes de aceite y porcentaje de proteína.

CONTENIDO DE ACEITE TOTAL

Como se puede apreciar en el Cuadro 1 para la variedad de cacahuete Ranferi Díaz, se encontró que el contenido de lípidos mostró diferencias altamente significativas, ($\alpha=0.01$), lo que nos quiere decir que hay diferencias de contenido de lípidos entre las fechas o etapas de desarrollo, al menos una es diferente a las demás.

En cuanto al porcentaje total de proteínas obtenido, como se puede ver en el Cuadro 1, es del 44.32 %, porcentaje que está dentro del rango encontrado por Shany (1978) citado por Matheis (1988). También, se tiene un coeficiente de variación de 3.94 % lo cual indica que para esta variable los resultados obtenidos son confiables.

Cuadro 1. Análisis de varianza resumido de la variable lípido y proteína para la variedad de cacahuate Ranferi Díaz.

VARIABLE	CMT	F _c	R ²	CV (%)	PROMEDIO (%)
LÍPIDO	79.61	26.04**	0.88	3.94	44.32
PROTEÍNA	2.47	13.53**	0.92	1.57	27.20

** = altamente significativo $\alpha = 0.01$

CMT = Cuadrado medio de tratamientos.

F_c = F calculada.

R² = Coeficiente de determinación.

CV = Coeficiente de variación.

Contenido del aceite en las diferentes fechas de cosecha

Como se puede apreciar en la Figura 1, el contenido de aceite en forma general en las once fechas de cosecha va de forma ascendente, ya que al inicio del crecimiento del grano que es a partir del 18-08-01 tiene un 38.57 % de aceite y en la última fecha de cosecha que fue el 11-11-01 llegó a acumular un 51.70 % de aceite. Esta rápida acumulación de aceite cuando el grano es aun muy pequeño se ha observado anteriormente en semillas de girasol por Kandil (1986) citado por Rodríguez (1989), quien encontró que aproximadamente el 98 % de acumulación de aceite en la semilla de girasol estuvo dentro de los 28 días después de la floración. Mientras que Rahman (1982) al evaluar el porcentaje de aceite de cacahuate de la variedad Giza 4, encontró que en la quinta semana después de la siembra había una acumulación del 25.3 % de

lípidos y con un peso seco de 0.03 gr/semilla, y para la semana 12 después de la siembra el porcentaje del aceite era de 48.2 % y con un peso seco de 0.59 gr/semilla.

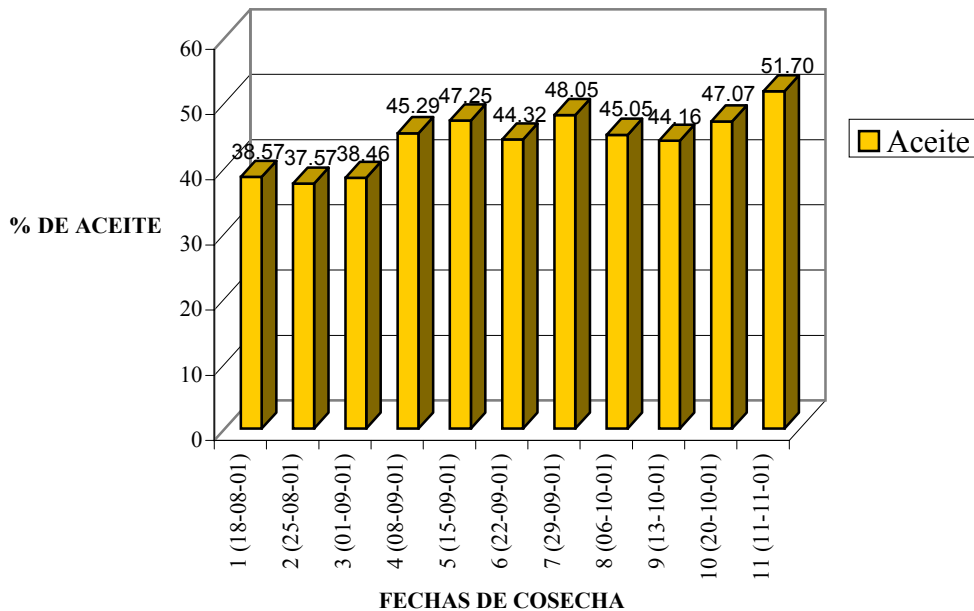


Figura 1. Variación del contenido de aceite en las diferentes fechas de cosecha en semillas de cacahuate de la variedad Ranferi Díaz.

CONTENIDO DE PROTEÍNA TOTAL

La diferencia en el contenido de proteína, resultaron altamente significativas ($\alpha=0.01$), lo que indica que hay diferencias estadísticas en cuanto al contenido de proteína entre fechas de cosecha, y con un coeficiente de variación de 1.57 % lo que dice que el resultado es altamente confiable. En general se obtuvo un promedio de todas las fechas de cosecha de 27.20 % de proteína (Cuadro 1), tal como lo menciona Velázquez (2000), que el contenido promedio de proteína para el cacahuate es de 27

% . Y según Patte y Young (1982), en sus resultados reportan que el contenido de proteína de la semilla de cacahuate es relativamente alta, de 25 % a 34 %.

Contenido de proteína en las diferentes fechas de cosecha

Al igual que en el contenido de aceite, para el contenido de proteína también hay variaciones durante el desarrollo de la semilla, como se puede observar en la Figura 2, el contenido de aceite en las primeras etapas del crecimiento de la semilla ya es relativamente alto con un 26.3 %, siendo superior al porcentaje obtenido por Rahman (1982), que fue de 22.1 % en la primera fecha de cosecha, que fue en la quinta semana después de la siembra; esto puede deberse a los nutrimentos, tales como el nitrógeno y el azufre que en ese momento se encontraban disponibles en el suelo y que favorecieran el proceso de la síntesis de proteína. Así como lo demuestra los resultados obtenidos por Laris (1980) citado por Campoy (1998), que indica que a medida que aumenta la fertilización nitrogenada, se presenta un efecto positivo en el contenido de proteína.

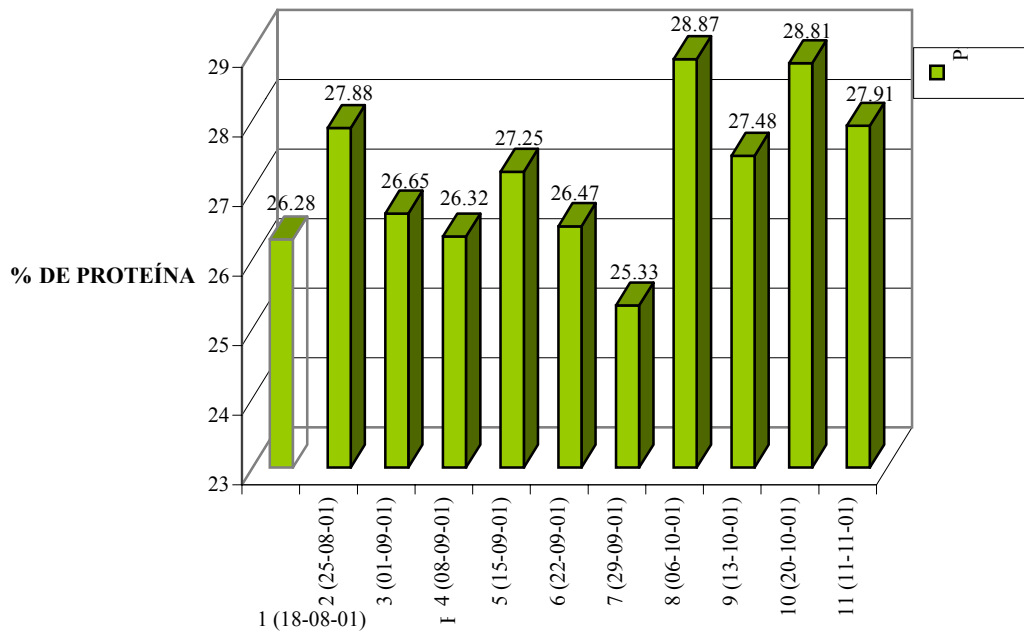


Figura 2. Variación del contenido de proteína en las diferentes fechas de cosecha en semillas de cacahuate de la variedad Ranferi Díaz.

En general, al inicio del desarrollo de las semillas según la Figura 2, el contenido de proteína es alto con un 26.28 % y 27.88 % en las fechas 18-08-01 y 25-08-01, pero conforme se va desarrollando la semilla, el contenido de proteína va disminuyendo, hasta llegar a 25.33 % en la fecha 29-09-01, y en las fechas siguientes de cosecha, cuando las semillas están en las últimas etapas de su desarrollo y hasta en la madurez fisiológica, se nota la que la acumulación de proteína va en aumento alcanzando sus niveles más altos en las fechas del 06-10-01 y 20-10-01. En si se nota que durante todo el período del desarrollo de la semilla de cacahuate el contenido de proteína aumenta, de 26.28% en la primera fecha de cosecha 18-08-01, a 28.810 % en la fecha 20-10-01

que es la fecha óptima de cosecha, y posteriormente una ligera disminución a 27.91 % en la última fecha de cosecha que fue el 11-11-01.

COMPARACIÓN ENTRE EL CONTENIDO TOTAL DE ACEITE Y PROTEÍNA

Al comparar los contenidos de lípido y proteína para cada fecha de cosecha, se tiene que las mejores fechas para cosechar los cacahuates para obtener un alto contenido de aceites y proteínas al mismo tiempo, es a partir del 20 de octubre que fue la fecha óptima de cosecha ya que para ese tiempo las semillas han acumulado un 47.07 % de lípidos y un 28.81 % de proteína, y también se observa que para el 11 de noviembre es factible hacer la cosecha ya que para esta fecha se tiene un contenido de 51.71 % de lípido y un 27.91 % de proteína, aunque la cosecha del 29 de septiembre presenta un alto contenido de aceite (48.05 %); sin embargo, el contenido de proteína es bajo (25.33 %), (Cuadro 2), pero si para comercializar los granos de cacahuete lo que interesa es el contenido de aceite, la cosecha puede hacerse a partir del 29 de septiembre, ya que para estas fechas, el porcentaje mínimo de aceite es de 44.16 % y el máximo es de 51.70%. En cambio si para comercializar los granos de cacahuete lo que interesa fuese el contenido de proteína, entonces se recomienda cosechar el 6 de octubre, ya que a partir de estas fechas, el porcentaje mínimo acumulado de proteína es de 27.48 %, y el máximo acumulado es de 28.87 %. Una posible explicación a las diferencias encontradas en las variaciones de proteína y lípidos en cada fecha, puede ser la manifestada por Norton (1989) citado por Pérez (1997), López (2002); quienes mencionan que la composición química de las oleaginosas varía dependiendo de la posición del fruto y la localización de éste en la planta, así también las mayores

diferencias se atribuyen al genotipo y al ambiente, los cuales interactúan y provocan un efecto conjunto en los componentes de interés.

Cuadro 2. Porcentaje de lípido y de proteína total para cada fecha de cosecha de semillas de cacahuate de la variedad Ranferi Díaz.

FECHAS DE COSECHA	% DE LÍPIDO	% DE PROTEÍNA
1 (18-08-01)	38.57	26.28
2 (25-08-01)	37.57	27.88
3 (01-09-01)	38.46	26.65
4 (08-09-01)	45.29	26.32
5 (15-09-01)	47.25	27.25
6 (22-09-01)	44.32	26.47
7 (29-09-01)	48.05	25.33
8 (06-10-01)	45.05	28.87
9 (13-10-01)	44.16	27.48
10 (20-10-01)	47.07	28.81
11 (11-11-01)	51.70	27.91

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

* La dinámica de acumulación de aceite para las semillas de cacahuate en la variedad Ranferi Díaz, es demasiado rápida, obteniéndose una acumulación del 38.5 % de aceite en las primeras etapas de desarrollo de la semilla.

* La dinámica de acumulación de proteína, es demasiado rápido, con un contenido total inicial de 26.28 % y conforme avanzaba el desarrollo de las semillas éste porcentaje fue decreciendo, bajando hasta 25.33 % en la fecha 29-09-01, y posteriormente aumentó ligeramente hasta llegar a un contenido final de 27.91 % en la última fecha de cosecha.

* Las fechas de cosecha óptimas son a partir del 06 de octubre hasta el 11 de noviembre, sembrando alrededor del 15 de junio, porque para esas fechas se tienen los niveles más altos y deseables de aceite y proteína que pueden ser aprovechados por la industria para el consumo humano, ya que en ese período las semillas ya tienen el tamaño y madurez deseables para el consumo.

LITERATURA CITADA

- CAMPOY G., E. 1998. Caracterización bromatológica de 36 variedades de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.). Tesis profesional. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. UACH, Chapingo, México. 58 p.
- FAO. 2002. Datos agrícolas de la FAO.
- LÓPEZ B., L. 2002. Cultivos industriales. Edit. Mundi-Prensa. España. 1071 p.
- MATHEIS T., L. 1988. Evaluación de 25 genotipos de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) de hábito de crecimiento erecto y alta precocidad. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. UACH, Chapingo, México. 83 p.
- PATTE, H. E. y C. T. YOUNG. 1982. Peanut Science and Technology. Ed. American peanut research and education society. USA. 655-656 p.
- PÉREZ D., F. 1997. Evaluación del contenido de proteína cruda en genotipos de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) de hábito de crecimiento rastrero y erecto. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. UACH, Chapingo, México. 64 p.
- RODRÍGUEZ V., L. 1989. Selección familiar de girasol (*Helianthus annuus* L.) por contenido de aceite y parámetros fisiotécnicos. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. UACH, Chapingo, México. 46 p.
- RAHMAN, A. A. 1982. Changes in chemical composition of peanut during development and ripening. *Sostanze Grasse* 59:285-286. Italia.
- VELAZQUEZ C., M. 2000. Cultivos oleaginosos: Importancia y situación actual. Departamento de Fitotecnia. Temas didácticos, No. 10. 50 p.