

OBTENCION DE UN CONCENTRADO PROTEINICO DE GARBANZO (*Cicer arietinum*) POR ULTRAFILTRACION

*José Armando Ulloa¹, Zaferino H. García-Quintero²
y Mauro E. Valencia³*

**Centro de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma de Nayarit
y
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.,
Hermosillo, Sonora, México**

RESUMEN

Se obtuvo un concentrado proteínico de garbanzo (*Cicer arietinum*) a partir de sus extractos acuosos. Los parámetros de extracción de proteínas objeto de estudio fueron la relación harina : agua y el pH. Los sólidos de los extractos acuosos se concentraron en una unidad de ultrafiltración tamaño piloto Romicon HF1/2SSS, equipada con cartuchos de fibra hueca, con membranas de peso molecular nominal de 50,000 daltones. Los sólidos concentrados por ultrafiltración se secaron por aspersion, y el producto obtenido presentó la siguiente composición expresada en g/100 g: proteína, 67.8 con 4.9 g/16 g N de lisina reactiva; lípidos ,17.3; carbohidratos, 10.0;. y cenizas, 4.9 (en base seca). El índice de solubilidad de nitrógeno fue de 93 y el color por Hunter de L=86.8.

INTRODUCCION

Hoy día en muchas partes del mundo las leguminosas son alimentos nutritivos importantes por su aporte de energía y proteínas que complementan a los cereales, elevando con ello el valor nutritivo de las proteínas en las dietas. En México, una de las leguminosas que se cultiva es el garbanzo (*Cicer*

Manuscrito modificado recibido: 19-1-90.

- 1 Jefe del Centro de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma de Nayarit, Apdo. Postal 243, Tepic, Nayarit, México.
- 2 Investigador Asociado del Departamento de Tecnología de Alimentos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Apdo. Postal 1725, Hermosillo, Sonora, México.
- 3 Jefe del Departamento de Nutrición de la Universidad Autónoma de Nayarit.

arietinum); sin embargo, hasta el 69% de la producción se ha llegado a destinar al consumo animal (1).

Generalmente, la apariencia del garbanzo que se destina para alimentación animal incide en su bajo valor económico, comparado con el grano para consumo humano, aunque en ambos casos la composición química es muy semejante. En consideración a lo expuesto, se está desaprovechando una fuente potencialmente importante de proteína que podría ser utilizada incorporándola en forma de concentrados, o aislados proteínicos a alimentos para consumo humano.

Por otra parte, los métodos tradicionales para la obtención de concentrados o aislados proteínicos, todavía presentan desventajas que limitan el valor nutritivo de la proteína y su funcionalidad.

Se ha demostrado que el uso de las técnicas de extracción acuosa y aislamiento por ultrafiltración, producen concentrados y aislados proteínicos con buenos resultados (2-7), de donde cabe destacar las siguientes ventajas: a) tiempos cortos de procesamiento; b) aumentos en la recuperación de proteínas; c) concentrados y aislados proteínicos con mejor solubilidad de nitrógeno, y d) productos con propiedades nutricionales altamente deseables (8).

En base a lo que antecede, el presente trabajo se llevó a cabo con el fin de producir un concentrado proteínico de garbanzo, mediante la utilización de técnicas de extracción acuosa y aislamiento por ultrafiltración.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizó garbanzo de la variedad Surutato, producido en la Costa de Hermosillo, Sonora, México, el cual fue proporcionado por la Sociedad Agrícola Hermosillense, S.A. de C.V. de la ciudad de Hermosillo, Sonora. A partir del grano entero se obtuvo una harina con un tamaño de partícula que pasaba la malla #80, en un molino de martillos.

Las condiciones de extracción de la proteína de la harina de garbanzo estuvieron dadas en función del pH y la relación harina: agua (p/v). Estas pruebas se realizaron a nivel de laboratorio. Por dispersión de 2.0 g de la harina en 30 ml de agua destilada a 25°C, con agitación por 30 minutos, variando el pH de 2 hasta 12 y separando por centrifugación a 1,000xg el material insoluble del extracto acuoso, se determinó el efecto del pH en la extracción de la proteína. De manera similar, se determinó el efecto de la relación harina: agua en la extracción de la proteína, variando los volúmenes de agua utilizada desde 16 ml hasta 40 ml, permaneciendo constantes el pH a 7, la temperatura de extracción a 25°C, y el tiempo de agitación, de 30 minutos. Para ajustar el pH se usó ácido clorhídrico o hidróxido de sodio 0.1 N.

Una vez determinadas las mejores condiciones de extracción a nivel de laboratorio, se obtuvo el extracto a nivel piloto en lotes de 60 litros. En este caso, para separar el material insoluble de los extractos acuosos, se utilizó una centrífuga continua (deslodadora) a 7,500 rpm.

Para concentrar los sólidos totales del extracto de garbanzo, se utilizó una unidad de ultrafiltración tamaño piloto, Romicon HF1/2SSS (Romicon, Inc., Woodburn, MA, EUA). Los experimentos se realizaron con cartuchos de fibra

hueca HF26.5-43-PM50, de 109.2 cm de longitud, con un tamaño de poro de 50,000 daltones y provistos con 680 fibras con un área total de 2.5 m². Para establecer las condiciones adecuadas de operación del proceso de ultrafiltración, se efectuó un estudio para determinar el flujo máximo de ultrafiltrado o permeado por unidad de área (1/m²-h) por efecto de la presión transmembrana (promedio de la presión de entrada y salida al sistema). El flujo del ultrafiltrado se midió en un recipiente calibrado en un tiempo de 60 s; la toma del ultrafiltrado se llevo a cabo inmediatamente después de la salida del fluido en los cartuchos. En este estudio, tanto el ultrafiltrado como el concentrado se regresaron al tanque de alimentación, para lograr con ello un estado de equilibrio (9). La temperatura del sistema se mantuvo a 20°C.

Los datos de ultrafiltración se presentan en términos de la relación de concentración de volumen (RCV), donde:

$$RCV = V_o/V_c = V_o/(V_o - V_u) \quad \text{Ec.(1)}$$

y V_o =volumen inicial del extracto, V_u =volumen del ultrafiltrado y V_c =volumen del concentrado. El coeficiente de retención (CR) de un componente i (2) se calculó por la ecuación:

$$CR=[1-(C_{ci}/C_{ui})] \times 100 \quad \text{Ec.(2)}$$

donde C_{ci} = concentración de i en el concentrado y C_{ui} = concentración de i en el ultrafiltrado.

Finalmente, el extracto acuoso concentrado por ultrafiltración, se secó en secador de aspersión Niro Modelo 6331 (Copenhagen, Denmark); las condiciones utilizadas fueron: temperatura de alimentación, 20°C, temperatura del aire de entrada y salida al secador, de 210°C y 90°C, respectivamente. En la Figura 1 se muestra el diagrama de proceso completo para la obtención del concentrado proteínico de garbanzo.

Los sólidos totales, cenizas, fibra cruda, grasa y nitrógeno por Kjeldahl se determinaron mediante los métodos de la AOAC (10). El contenido de proteína se obtuvo al multiplicar el nitrógeno total por 6.25, y la grasa de los extractos acuosos se cuantificó por el método de Gerber (11). El contenido de sodio y calcio en el concentrado proteínico se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica (10); la lisina reactiva se midió de acuerdo a Hurrell, Lerner y Carpenter (12); el perfil de solubilidad de nitrógeno se estableció según Lawhon *et al.* (13), y el índice de solubilidad de nitrógeno, de acuerdo al método de la AOCS (14). El color en términos de L se evaluó usando un medidor de Diferencia de Color Digital Hunter, Modelo D25 P-2, donde L es luminosidad, el negro equivale a 0 y el blanco a 100. La medición del color se hizo en el producto seco (concentrado proteínico).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 2 se muestra el efecto del pH en la extracción de la proteína de la harina de garbanzo. Los valores de pH de la extracción mínima y máxima de la proteína total fueron de 4 y 12 respectivamente. El valor del pH de un extracto acuoso, con una relación harina:agua de 2:30 a condiciones de

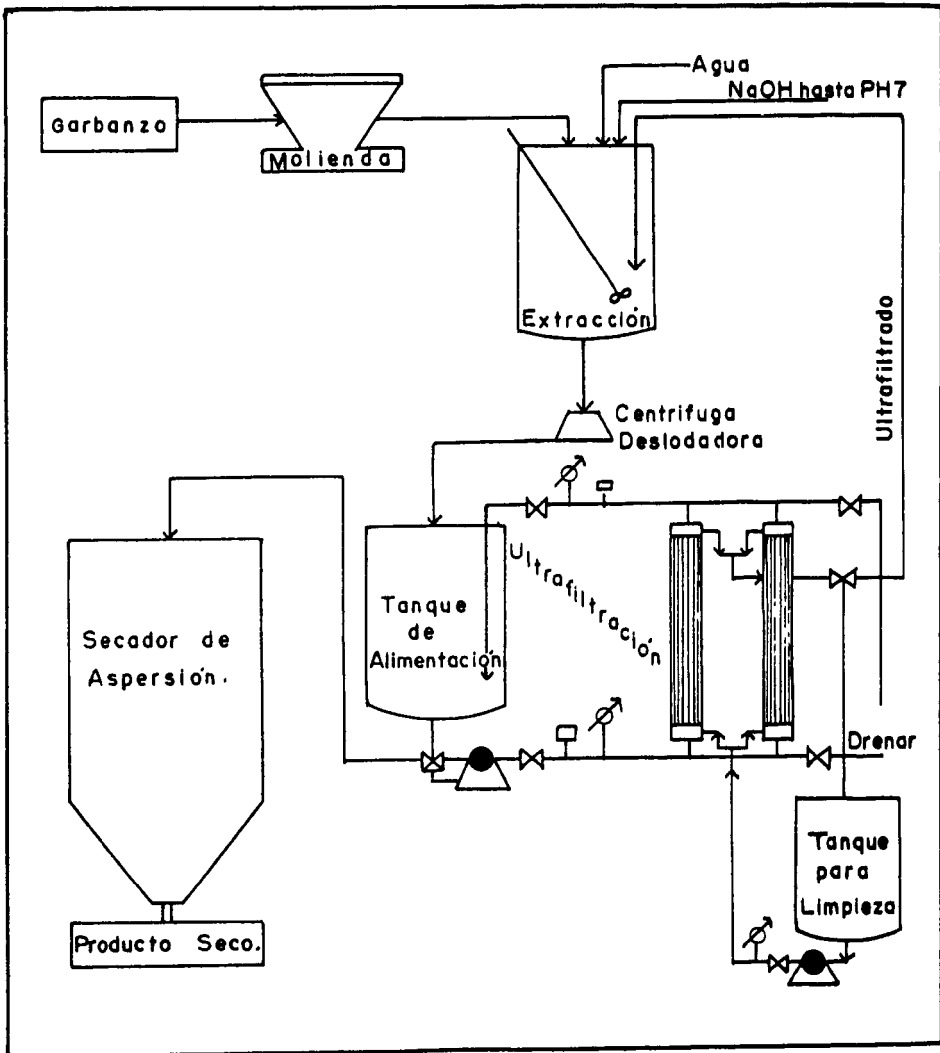


FIGURA 1

Diagrama de proceso para la obtención del concentrado proteínico de garbanzo

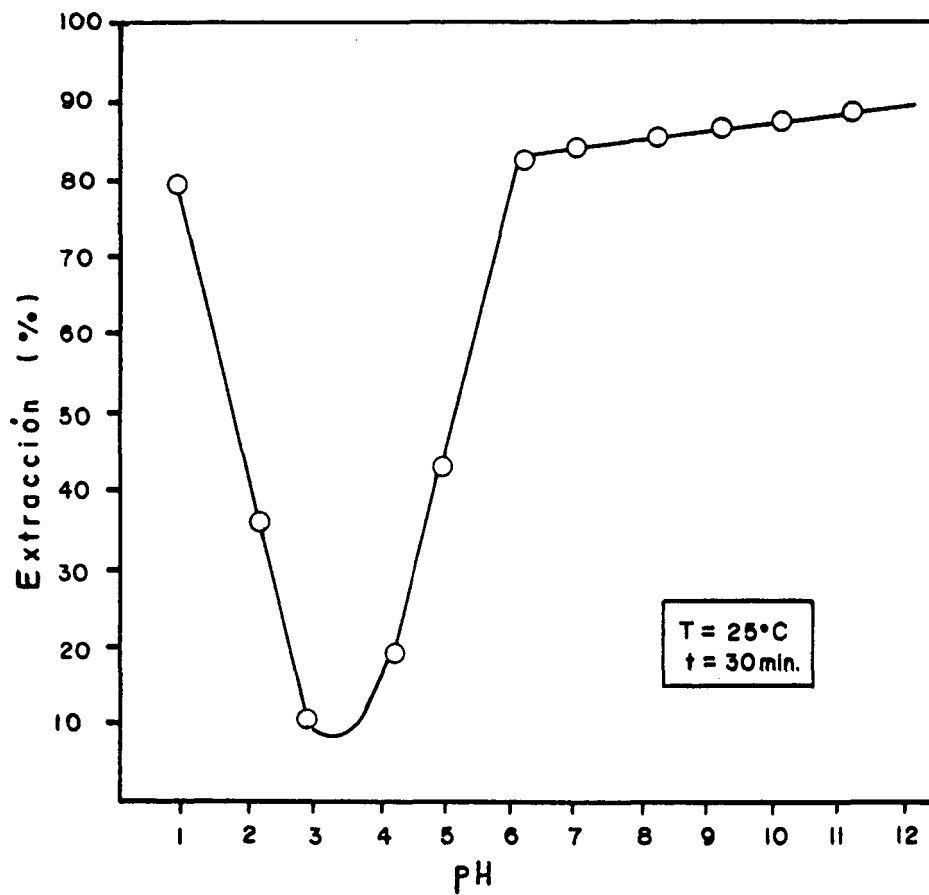


FIGURA 2

Efecto del pH en la extracción de la proteína

temperatura y tiempo de extracción de 25°C y 30 minutos, respectivamente, fue de 6.65, con lo que se logra obtener una extracción del 65% de proteína. Realizando extracciones a un pH de 7 y de 12, se tuvo una recuperación de proteína del 85 y 90%, respectivamente. Se considera, por lo tanto, que la extracción de proteína para obtener el concentrado proteínico se debe efectuar a un pH de 7, ya que la recuperación adicional del 5% no justifica el gasto excesivo de hidróxido de sodio necesario para ajustar el valor del pH de 7 hasta 12.

En la Figura 3 se aprecia que, al inicio, la extracción de proteína se incrementa linealmente con el incremento del volumen de agua utilizada, hasta alcanzar un comportamiento asintótico a partir de la relación harina:agua de 1:12, lográndose con ello una recuperación del 85% de la proteínas total. Esta relación se tomó como adecuada para llevar a cabo las extracciones.

El efecto de presión transmembrana en el flujo del ultrafiltrado se presenta en la Figura 4. El comportamiento, según se aprecia, fue semejante al de otros sistemas biológicos que contienen macromoléculas que son retenidas por las membranas, sólo para la primera zona de la presión transmembrana en donde el flujo se incrementa linealmente con el aumento de la presión transmembrana. En contraste con los resultados de otros trabajos (2,7), el flujo comienza a decrecer drásticamente a partir del punto máximo observado a medida que la presión transmembrana aumenta. Por lo tanto, se consideró una presión transmembrana de operación de 1.20 kgf/cm², como la adecuada para concentrar el extracto acuoso por ultrafiltración.

El comportamiento de concentración de sólidos totales y proteínas, lípidos y cenizas por ultrafiltración, se muestra en las Figuras 5, 6 y 7. Los componentes que se retuvieron en mayor cantidad fueron proteínas y lípidos, y sus concentraciones ascendieron linealmente con la relación de concentración de volumen (RCV), mismo fenómeno que se ha observado en extractos acuosos de soya (15).

Las cenizas se comportaron de manera diferente respecto a los demás componentes de los extractos acuosos, ya que inicialmente su perfil de concentración fue lineal, para luego tomar un curso asintótico. En vista de que las cenizas son solutos de peso molecular pequeño, era de esperar que pasaran libremente a través de membranas; sin embargo, los resultados indican que posiblemente algunos de los minerales se unieron a las proteínas (2, 15).

El coeficiente de retención (CR) para un componente *i* se calculó por la ecuación No.1. Las grasas no se detectaron en ninguna muestra del ultrafiltrado, mientras que las proteínas se encontraron en 0.19% a la relación de concentración de volumen (RCV) de 5, lo que implica un coeficiente de retención (CR) de 96.3. No obstante, es muy probable que la materia nitrogenada detectada en el ultrafiltrado, haya sido de origen no proteínico, con lo cual se tendría un CR muy cercano a 100, tal como se propone en otros trabajos. (2,15).

En la Tabla 1 se detalla la composición química y otras características del concentrado proteínico de garbanzo, obtenido mediante el proceso descrito. El porcentaje del proteína del concentrado, en base seca, fue de 67.8, con 4.9 g/16 g N de lisina reactiva, y, en base libre de grasa, aumentaría a 81.9. El producto es luminoso o claro y tiene un índice de solubilidad de nitrógeno de 93. Su perfil de solubilidad de nitrógeno muestra valores bajos a un pH entre 4 y 5, pero altos a los demás valores de pH (Tabla 2).

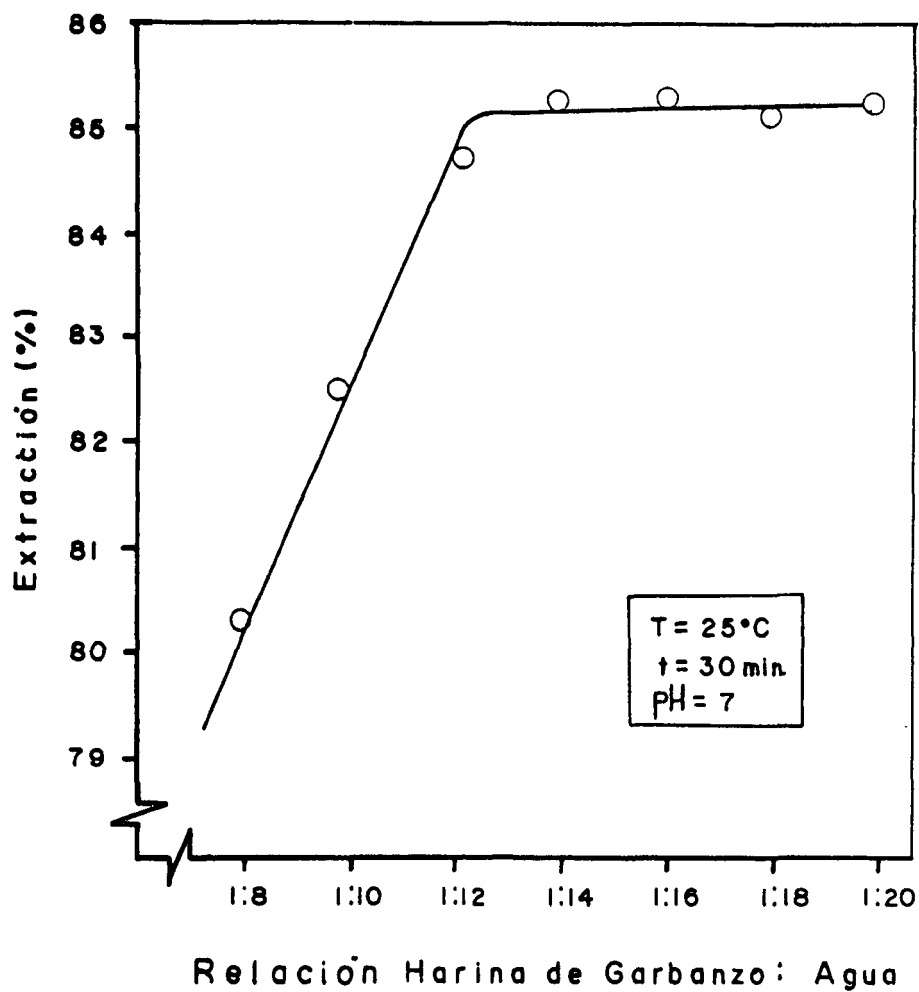


FIGURA 3

Efecto de la relación harina de garbanzo:agua en la extracción de la proteína

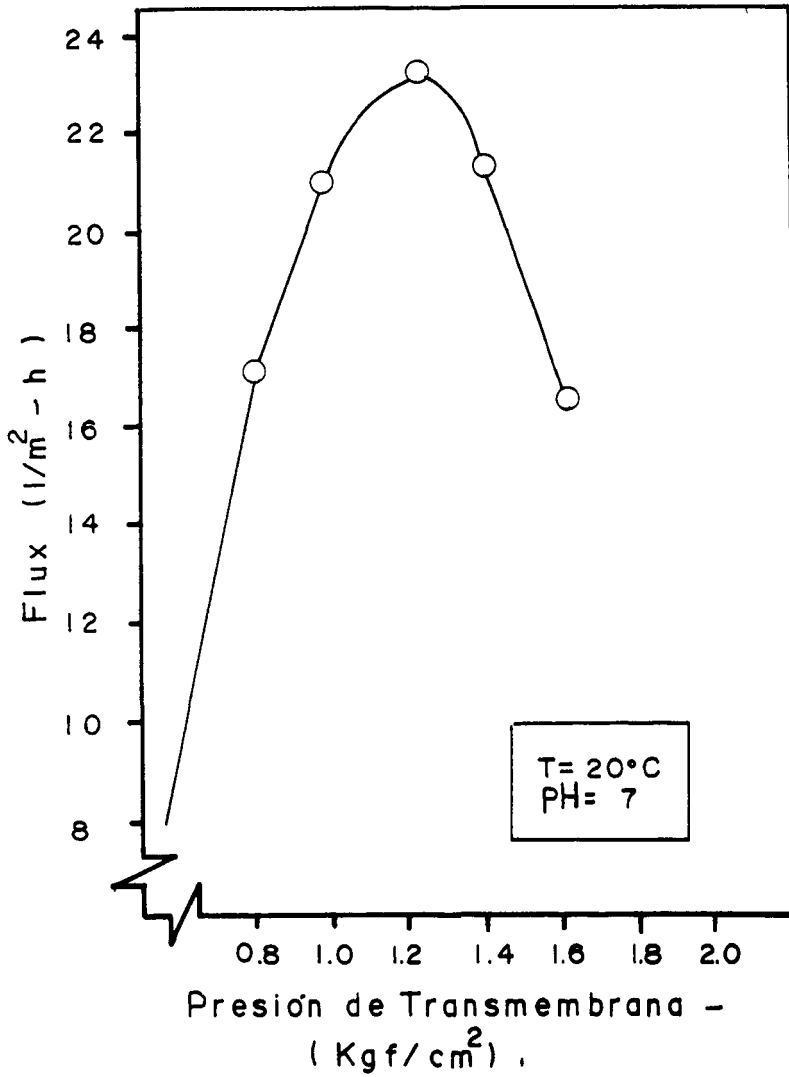
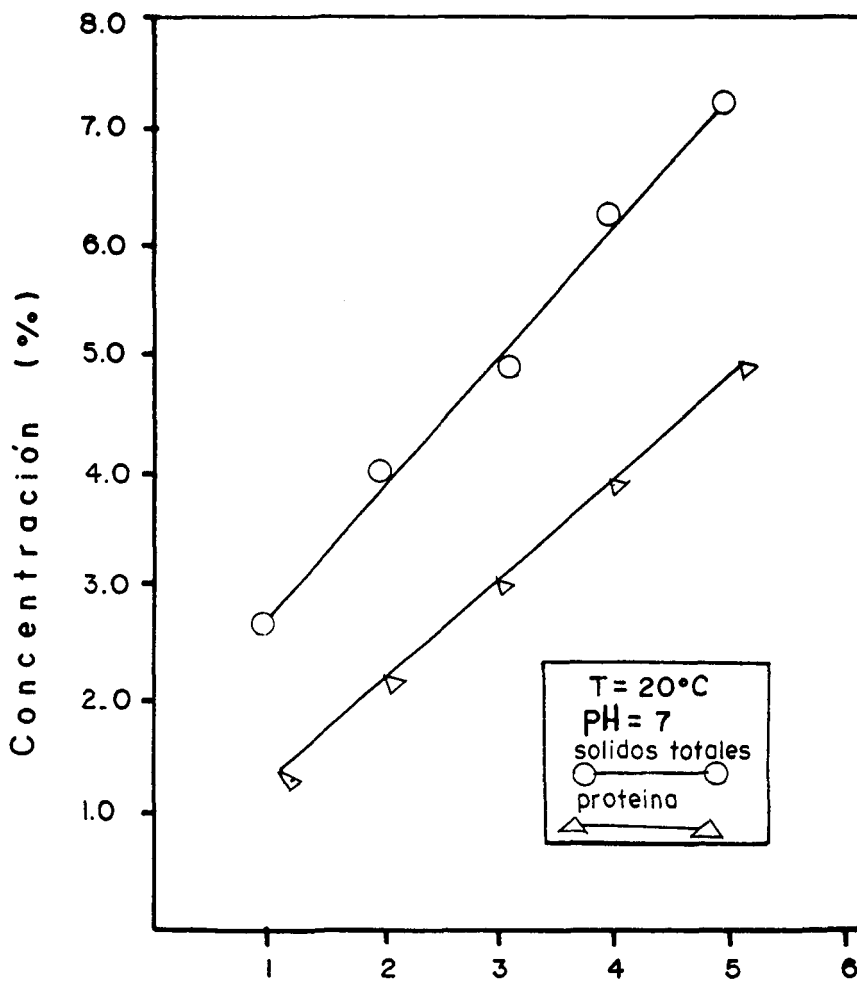


FIGURA 4

Efecto de la presión transmembrana en el flujo del ultrafiltrado



Relación de Concentración de -
Volumen.

FIGURA 5

Perfil de concentración de los sólidos totales y proteínas
por efecto de ultrafiltración

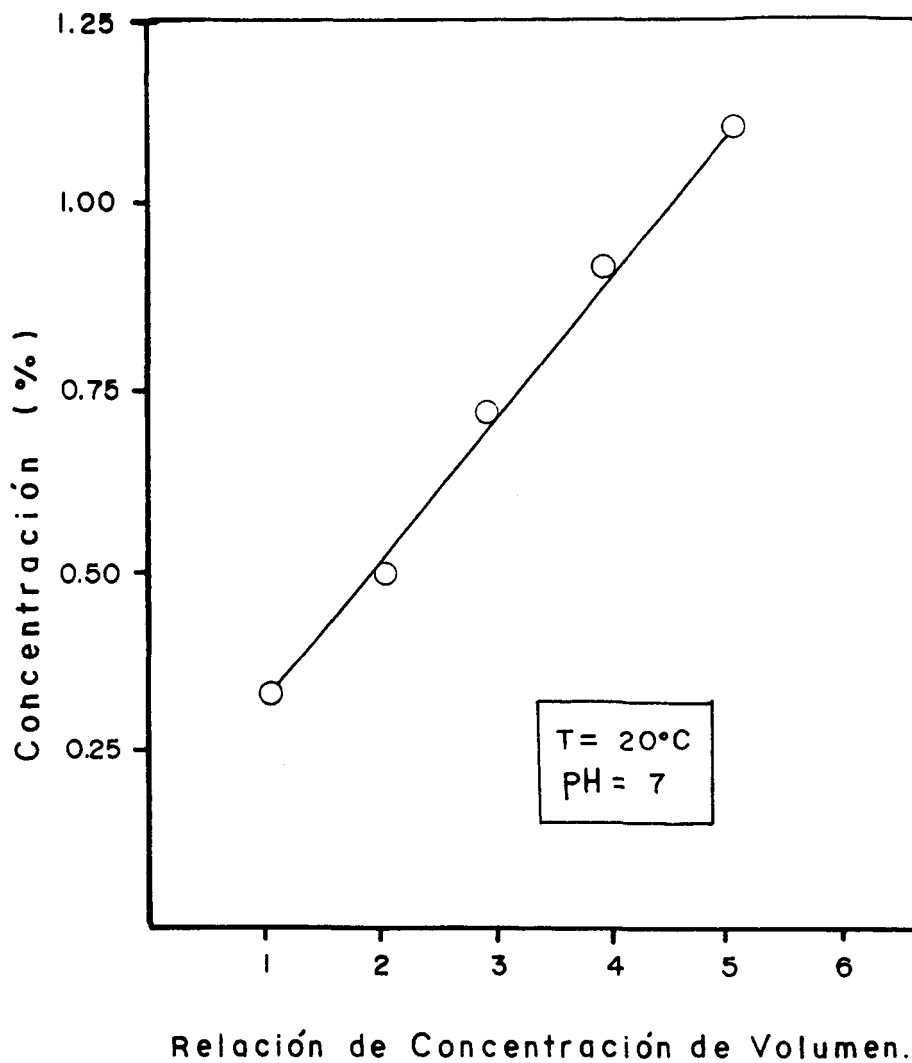


FIGURA 6

Perfil de concentración de grasa por efecto de ultrafiltración

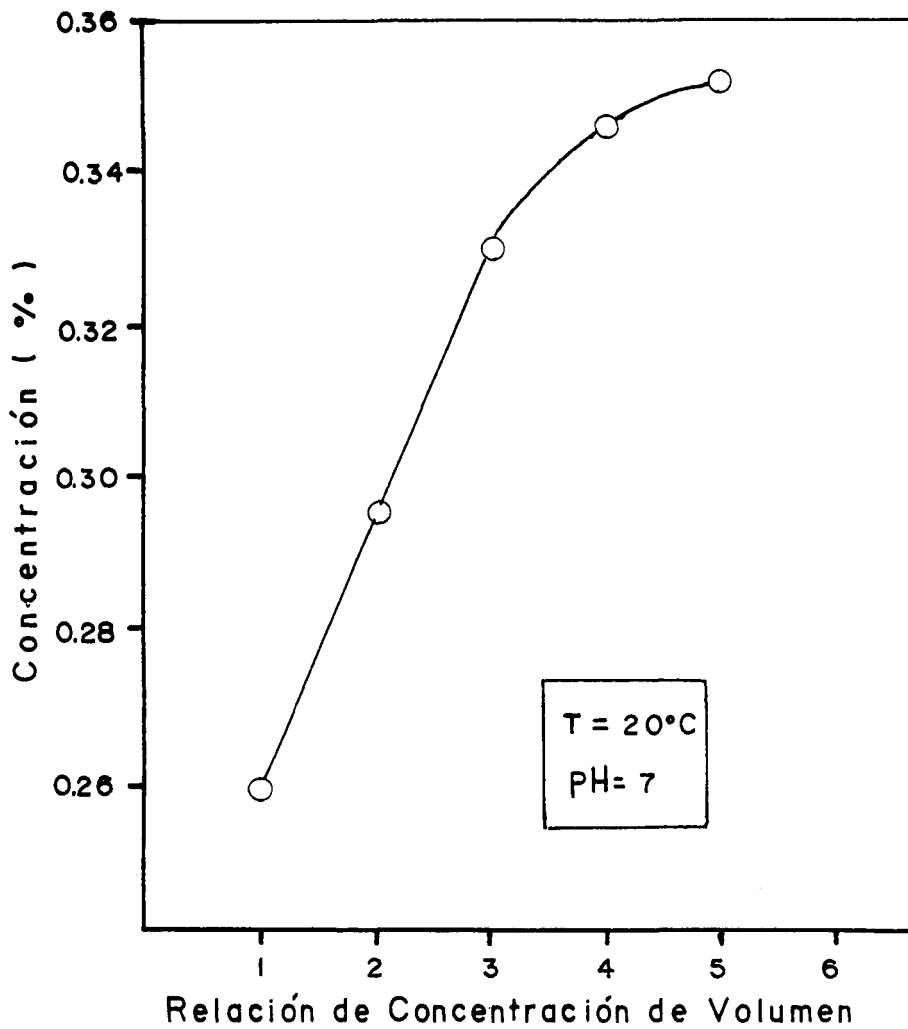


FIGURA 7

Perfil de concentración de cenizas por efecto de ultrafiltración

TABLA 1

**COMPOSICION QUIMICA Y OTRAS CARACTERISTICAS DEL
CONCENTRADO PROTEINICO DE GARBANZO, OBTENIDO
POR ULTRAFILTRACION^a**

Fuente	Garbanzo	Extracto acuoso RCV ^b = 1	Concentrado proteínico
Proteína (g/100 g)	26.2	55.6	67.8
Lisina reactiva (g/100 g)			4.9
Carbohidratos (g/100 g) ^c	59.5	24.5	10.8
Grasa (g/100 g)	6.0	11.4	17.3
Fibra cruda (g/100 g)	5.0	0.0	0.0
Cenizas (g/100 g)	2.8	8.5	4.9
Calcio (mg/100 g)			96.8
Sodio (mg/100 g)			306.8
Indice de solubilidad de nitrógeno			93.0
Color (L)			86.8

a Resultados expresados en base seca.

b Relación de concentración de volumen.

c Valor por diferencia.

TABLA 2

**PERFIL DE SOLUBILIDAD DE NITROGENO DEL CONCENTRADO
PROTEINICO DE GARBANZO**

pH	Nitrógeno soluble (g/100 g)
2	89.2
3	85.1
4	28.7
5	22.3
6	69.8
7	75.6
8	82.9
9	96.5

Finalmente, el presente estudio demuestra que es posible producir un concentrado proteínico de 'garbanzo aplicando las técnicas de extracción acuosa y aislamiento por ultrafiltración, con un contenido de proteína y grasa adecuado, y con propiedades funcionales potencialmente buenas. El concentrado proteínico obtenido representa una alternativa de aprovechamiento de la proteína de garbanzo, que se destina a la alimentación animal, y que podría ser utilizado como fuente de proteína de buena calidad y grasa, en la elaboración de alimentos infantiles tales como fórmulas médicas, papillas, etc., o en la elaboración de otros productos para consumo humano. Sin embargo, cabe señalar que la metodología y procedimientos empleados para la obtención de este concentrado proteínico pueden hacerse extensivos a otros tipos de materias primas. Pero su importancia radicará en el rescate de la proteína de subproductos agroindustriales que la contienen y que podría ser empleada para alimentación humana.

SUMMARY

PRODUCTION OF A CHICK-PEA (*Cicer arietinum*) PROTEIN CONCENTRATE BY ULTRAFILTRATION

A protein concentrate was obtained from chick-pea (*Cicer arietinum*) flour aqueous extract. The factor involved in the recovery of protein were the flour: water ratio, and the pH. The best aqueous extract was subjected to infiltration in a Romicon HF1/2SSS unit equipped with hollow fiber membranes cartridges with a nominal molecular-weight cut-off point of 50,000 daltons. The concentrate was spray-dried and the product obtained had the following composition, expressed in g/100 g: 67.8 protein with 4.9 g/16 g N of reactive lysine; 17.3 fat, 10.0 carbohydrates, and 4.9 ash (dry basis). The nitrogen solubility index was 93 and the color, by Hunter, was L=86.8.

BIBLIOGRAFIA.

1. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. **Estadística Agrícola de los Distritos y Unidades de Riego Año Agrícola 1981. Informe Estadístico No. 113.** Dirección General de Economía Agrícola de la Sub-Secretaría de Agricultura y Operación de la SARH, 1981.
2. Cheryan, M. & J.E. Sheleesser. Performance of a hollow fiber system for ultrafiltration of aqueous extracts of soybean. *Lebens,- Wiss.U.- Technol.*, **11**: 65-69, 1978.
3. Lawhon, J.T., D.W.Hensley, D. Mulsow & K.F.Mattil. Optimization of protein isolated production from soy flour using industrial membranes systems. *J. Food Sci.*, **43**: 361-365, 1978.
4. Lawhon, J. T., D.W.Hensley, M Muzukosh & D. Mulsow. Alternate processes or use in soy protein isolation by industrial ultrafiltration membranes. *J. Food Sci.*, **44**: 213-216, 1979.
5. Lawhon, J.T., L.J. Manak & E.W.Lusas. Ann improved process for isolation of glandless cottonseed protein using industrial membranes systems. *J. Food Sci.*, **45**: 197-180, 1980.
6. Lawhon, J. T , L. J. Manak, K. C. Rhee & E. W. Lusas. Combining aqueous extraction and membrane isolation techniques to recover protein and oil from soybeans. *J. Food*

- Sci., 46: 912-916,1981.
7. Omosaiye, O.M., M. Cheryan & M. E. Mathews. Removal of oligosaccharides from soybean water extracts by ultrafiltration. *J. Food Sci.*, 43: 354-360,1978.
 8. Manak, L.J., J.T. Lawhon & E. W. Lusas. Functionating potential of soy, cottonseed and peanut protein isolates produced by industrial membranes systems. *J. Food Sci.*, 45: 236-238,1979.
 9. Cheryan, M. Mass transfer characteristics of hollow fiber ultrafiltration of soy protein systems. *J. Food Process Eng.*, 1: 269-287, 1977.
 10. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th. ed. Washington, D. C. , The association, 1884.
 11. Lather. A. B. **Standard Methods for Examination of Dairy Products**. New York, American Public Health Association, 1960, p.294.
 12. Hurrell, R. F. , P. Learman & J. Carpenter. Reactive lysine in foodstuff measured by rapid dye-binding procedure. *J. Food Sci.*, 44: 1,121-1,231, 1979.
 13. Lawhon, J. T., L. W. Rooney, C.M. Cater & K. F. Mattil. Evaluation of a protein concentrate produced from glandless cottonseed flour by a wet- extraction process. *J. Food Sci.* , 37: 778-782,1972.
 14. American Oil Chemists' Society. **Official and Tentative Methods of the AOCS**. 3rd. ed. Chicago, Il., The Society, 1971.
 15. Omosaiye, O. & M. Cheryan. Ultrafiltration of soybean water extracts: Processing characteristics and yield. *J. Food Sci.*, 44: 1027-1031,1979.