

## PREPARACION Y DETERMINACION DE PROPIEDADES FUNCIONALES DE CONCENTRADOS PROTEICOS DE HABA (*Vicia faba*)

Lina Moderca<sup>\*</sup>, Ana Silvia Bermudez<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Universidad de Córdoba, Montería; <sup>\*\*</sup>Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.

**Keywords:** Protein concentrates, Legumes fractionation, Faba bean flour.

### RESUMEN

Con el propósito de obtener concentrados proteicos de haba, que eventualmente puedan ser empleados en la elaboración de alimentos para consumo humano, se establecieron a nivel de laboratorio, las condiciones para la extracción de las proteínas a partir de harina de haba baja en tegumento.

Los resultados muestran que se obtiene un concentrado con más de 60% de proteína bruta en base seca, al suspender la harina de haba en agua en una relación 1:6 a pH 8 manteniendo el sistema con agitación constante durante 0.5 hora a 40 °C y posteriormente acidificando el sobrenadante con HCl 1N hasta pH 5.5.

El método más aconsejable para el proceso de secado, es el de rodillos de acuerdo con las características químicas, físicas y funcionales del producto.

### ABSTRACT

In order to obtain faba bean protein concentrates that eventually can be used as food ingredients it was established at a laboratory level the protein extraction parameters from a faba bean flour with a low tegument content.

The results show that a concentrate with a least 60% of protein in dry basis is obtained by the suspension of faba bean flour in water (ratio 1:6), pH 8 and stirring at 40 °C for 0.5 hours. The supernatant is acidified with HCl 1N to pH 5.5.

According to the chemical, physical and functional properties the drying process selected must be the dry rolls one.

## INTRODUCCION

El haba (*Vicia faba*) es una leguminosa de clima frío, considerada mundialmente como una buena fuente alimenticia con un contenido proteico, cercano al 30% en grano seco (1). Aún conociendo la buena calidad nutricional de un alimento, su consumo está determinado la mayoría de las veces, por las características sensoriales que éste posea (2,3); fenómeno al cual se le puede atribuir el uso limitado en preparadas tradicionales.

Las transformaciones de las semillas de haba mediante el fraccionamiento, en productos con diferentes usos, podría incrementar su utilización a nivel industrial, a través del desarrollo de tecnologías sencillas con el propósito de un aprovechamiento integral de las mismas.

El proceso de fraccionamiento se puede realizar: por vía seca, en el cual se someten las semillas a sucesivas moliendas, seguidas por una clasificación por aire (4), para obtener dos grupos de partículas de acuerdo a su tamaño y densidad; un concentrado proteico (fracción liviana) y una de almidón (fracción pesada) (5). La rentabilidad de este proceso depende básicamente de la cantidad de material empleado.

También puede ser utilizado el proceso húmedo, el cual incluye una fase de extracción acuosa de las proteínas a un pH y temperatura seleccionados, con agitación constante durante un tiempo determinado (6). La proteína solubilizada en el extracto obtenido se puede recuperar mediante precipitación térmica o isoelectrica a pH 5.5 (7); el coágulo proteico se separa del suero desproteinizado por centrifugación o decantación.

Los concentrados proteicos obtenidos de diversas fuentes como: hojas, leguminosas o cereales, no sólo deben poseer una buena calidad nutricional, sino que deben además presentar una serie de características que les permitan su inclusión en los sistemas alimenticios (8,9). Estas características son las denominadas propiedades funcionales, las cuales indican la posibilidad de que un ingrediente aislado (ej: albúmina) o completo (ej: concentrado) pueda ser incluido en la formulación de un alimento. Entre algunas de ellas se cuenta: la absorción de agua, adsorción de lípidos, propiedades espumantes.

Por lo tanto los objetivos del presente trabajo fueron:

-Establecer los parámetros de extracción (pH, t, harina: agua, carga) para la preparación de concentrados proteicos a partir de harina de haba.

-Seleccionar el método más adecuado de deshidratación en cuanto a contenido proteico y características sensoriales.

-Evaluar las propiedades funcionales de los concentrados obtenidos por los diferentes métodos de deshidratación.

## MATERIALES Y METODOS

### MATERIA PRIMA

Se utilizaron semillas de habas secas (variedad comercial), molidas y tamizadas para obtener una harina baja en tegumento, la cual fue sometida a una nueva molienda para lograr un tamaño de partícula menor, que garantizara un material más homogéneo.

### SELECCION DE CONDICIONES DE EXTRACCION

Para la extracción de las proteínas por vía húmeda se siguió básicamente la línea tecnológica desarrollada por Caro (7), para lo cual se preparan suspensiones de harina-agua en diferente relación y se ajusta el pH a 7.0. Las suspensiones se mantienen a una temperatura de 40 °C en agitación constante con un sistema de aspas a 300 rpm durante 0.5 h -1h (diagrama No 1). Al finalizar el período de extracción se dejan las mezclas en reposo, se retira el sobrenadante y el residuo amiláceo se lava dos veces con agua, dejando cada vez 0.5h en las mismas condiciones de temperatura y agitación. Los sobrenadantes de los lavados y el extracto proteico se recolectan en el mismo recipiente.

### RECUPERACION DE LA PROTEINA EXTRAIDA

El extracto es adicificado con HCl 1N hasta pH 5.5, al cual se precipitan la mayoría de las proteínas. El coágulo proteico se separa del suero, por decantación y se lava con agua en las mismas condiciones de temperatura y agitación, (diagrama 1)

La eficiencia de la extracción y recuperación de las proteínas se cuantifica determinando el contenido proteico por el método de Kjeldahl (10).

### SELECCION DEL METODO DESECADO DEL CONCENTRADO PROTEICO

El coágulo proteico se deshidrata por diferentes sistemas: aire caliente a 60 °C, (estufa MLW con circulación), liofilización (Liofilizador LABCONCO a -40 °C y 400 micrones de Hg) y rodillos paralelos (calentados con vapor de agua a 40 psi), con un tiempo de residencia de 30" aproximadamente y una velocidad de alimentación de 70 mL de concentrado por minuto.

Los productos secos se molieron en un molino para grano de café y se almacenaron a temperatura ambiente (16 °C - 20 °C), en bolsas de polietileno.

## CARACTERISTICAS QUIMICAS

### HUMEDAD:

A los concentrados proteícos y residuos amiláceos obtenidos, se les determina el contenido de humedad, en estufa de aire caliente a 100 °C hasta peso constante (10).

### PROTEINA CRUDA:

El contenido de proteína de los concentrados proteícos, almidón y suero desproteínizado, se evalúa mediante la determinación de nitrógeno por el método de Kjeldahl, utilizando como factor 6.25, (10).

### SÓLIDOS TOTALES:

Se toma una alícuota de 5 ml de los sueros desproteínizados y se colocan en estufa a temperatura de 100 °C hasta sequedad.

## CARACTERISTICAS FISICAS

Para evaluar las características de color, olor y textura de los concentrados proteícos, se utiliza una escala hedónica de calificación relativa de 1 a 5, (11) de la siguiente manera: Para el color, se toma el 1 como muy oscuro y el 5 como el más claro. En cuanto al olor varía de desagradable 1, a muy agradable 5. Cuando se refiere a textura 1, corresponde a gruesa heterogénea y a 5 a muy suave homogénea. Se realizó con un grupo de 4 panelistas no entrenados.

## PROPIEDADES FUNCIONALES

### INDICE DE ADSORCIÓN DE LÍPIDOS (I.A.L.):

Representa la cantidad de aceite adsorbida por 100 gramos de concentrado proteíco. Se determina, agregando un exceso de aceite (3 ml) a la muestra (0.5 g) en tubos graduados de centrifuga, se agitan por 1'; luego se colocan a 24 °C durante 30' y posteriormente se centrifugan a 3200 rpm y mide el volumen de aceite excedente, (12).

$$\% \text{ I.A.L.} = \frac{\text{ml de aceite adsorbido}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

### CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (C.R.A.):

Expresa la cantidad de agua retenida por 100 gr de concentrado proteíco. Se cuantifica, colocando 0.5g de muestra en un tubo de centrifuga, agregando un exceso de agua (3 ml). Se agita por un minuto. Los tubos se centrifugan a 3200 rpm, después de haberse mantenido a 24 °C por 30', para medir el volumen de agua no retenida.

$$\% \text{ C.R.A} = \frac{\text{ml de agua retenidos}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

**DENSIDAD APARENTE (D.A):**

Expresa el peso de un determinado volumen ocupado por el concentrado. Se determina colocando 100 ml del concentrado en una probeta previamente tarada, se pesa para conocer el peso de concentrado.

**CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO (C.H):**

Es la medida del grado de hinchamiento que sufre la proteína frente a un exceso de agua a temperatura ambiente (20 °C).

Se colocan 10 ml de muestra y 30 ml de agua en una probeta graduada, se agita por inversión para que el material se humedezca totalmente y se deja en reposo durante 2h., tiempo en el cual se registra el aumento de volumen ocupado por la muestra con respecto al inicial.

$$\% \text{ C.H} = \frac{\text{Volumen final en (ml)}}{\text{Volumen inicial en (ml)}} \times 100$$

**PROPIEDADES ESPUMANTES:**

Las soluciones acuosas de proteínas tienen la capacidad de hacer espumas, en presencia de una gran masa gaseosa, mediante batido o agitación. Estas se pueden evaluar determinando las siguientes características:

**Capacidad de expansión de la espuma (C.E.E).**

Se determinó de acuerdo al método de Chen y Morr (13). Usando albúmina de huevo como referencia.

Se preparan 50 ml de una suspensión de proteína al 5% p/v, la cual se agita con una batidora eléctrica a máxima velocidad durante 6'. Se pesan 50 ml de espuma y la expansión de la espuma se calcula así:

$$\% \text{ C.E.E} = \frac{\text{Peso de dispersión sin batir} - \text{Peso 50 ml espuma}}{\text{Peso de 50 ml de espuma}} \times 100$$

**Densidad de la espuma (D.E).**

Se determina pesando una alícuota de 50 ml de espuma.

$$D.E = \frac{\text{Peso de 50 ml de espuma}}{50 \text{ ml}} \times 100$$

### **Estabilidad de la espuma (E.E).**

Una alícuota de 50 ml de espuma es transferida a un embudo de vidrio sinterizado. El tiempo requerido para que drene la primera gota y la cantidad en peso de líquido drenado durante 30' se tomaron como indicadores de la estabilidad de la espuma.

## **SOLUBILIDAD**

La solubilidad o más propiamente la dispersabilidad del material protéico, representa la capacidad que posee un micela proteica de formar una solución coloidal.

La solubilidad de las proteínas depende del pH, temperatura, fuerza iónica y de la concentración de la solución.

Se expresa como índice de solubilidad de nitrógeno (%LSN) y se cuantifica dispersando el material protéico al 1% p/v en agua a temperatura 20 °C, se ajusta pH con HCl para el rango ácido y para el alcalino con NaOH. Se agitan durante 10', se filtran con papel Watman No 40n (velocidad media de uso general) y se determina nitrógeno en el extracto acuoso.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **PREPARACION DE LA MATERIA PRIMA**

Con este método de preparación se obtuvo una harina baja en tegumento (91% eficiencia en el descascarado) y un rendimiento en el proceso del 78%.

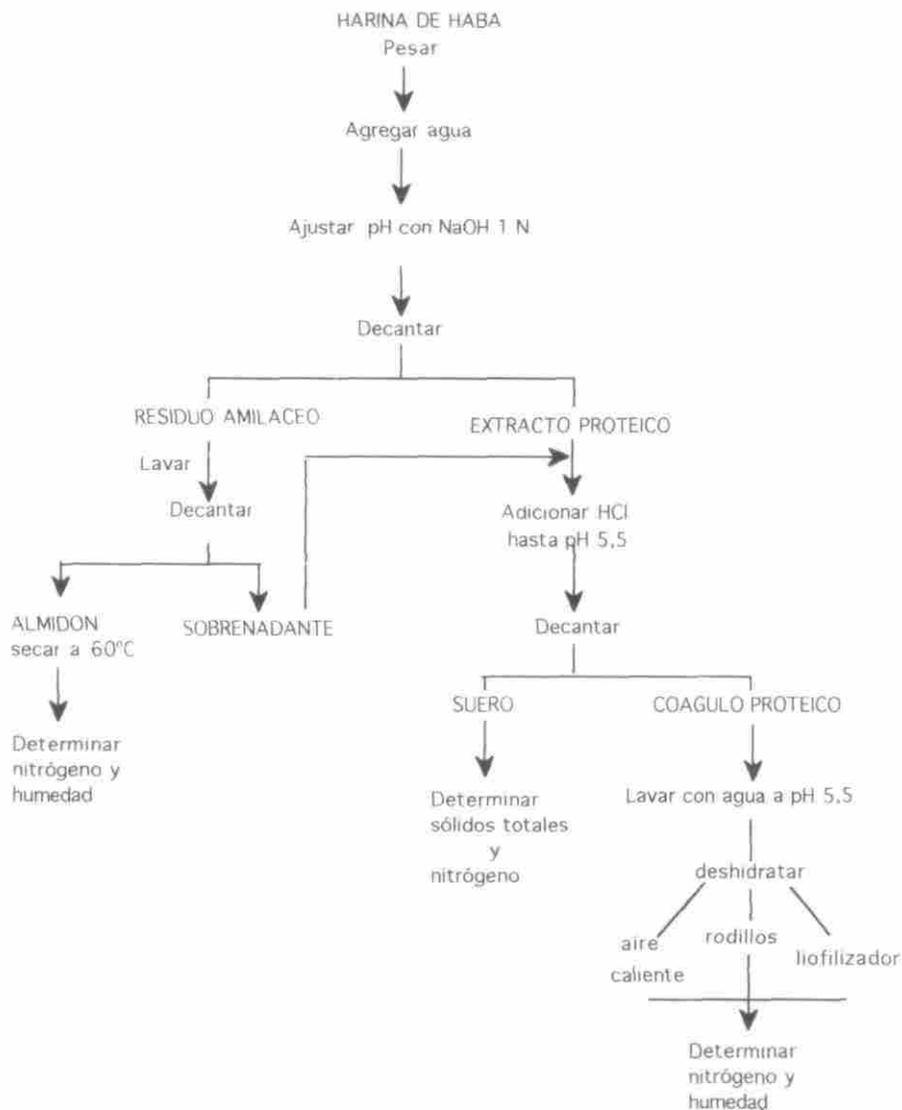
La harina con un contenido de 30% de proteína cruda en base seca y 14% de humedad, presenta un color amarillo con puntos oscuros (residuos de tegumento) y olor característico. El producto así obtenido se empleó como materia prima.

### **SELECCION DE PARAMETROS DE EXTRACCION**

La selección de parámetros de extracción de proteínas de la harina de haba, se realiza en dos fases siguiendo la línea tecnológica descrita en el diagrama 1.

En la primera fase, se evalúa el efecto de la relación: agua, carga y tiempo de tratamiento (tabla 1.). Los resultados muestran que cuando la cantidad de agua de

Diagrama N° 1. LINEA TECNOLÓGICA EMPLEADA PARA LA PREPARACION DE CONCENTRADOS PROTEICOS A PARTIR DE HARINA DE HABA



incrementa en el rango de 1:5 hasta 1:7, es mayor la cantidad de proteína que se solubiliza y por lo tanto el nivel residual en el almidón disminuye, sin embargo cuando la relación de harina agua es superior a dicho rango la cantidad de material residual en la fracción amilácea aumenta, lo cual puede deberse por un lado que al incrementarse el volumen de solvente la fuerza iónica disminuye lo cual probablemente reduce la solubilidad de las proteínas y por otro lado a que la eficiencia del sistema de agitación empleado también disminuye.

Los resultados de la tabla 1 muestran que el tiempo de tratamiento y la carga, no sólo influye sobre el nivel residual de proteína en el almidón sino que se modifica la conformación de la fracción protéica en el medio acuoso, ya que al coagularse las proteínas se obtiene diferentes niveles de estas en el suero.

Teniendo en cuenta dichos resultados, se escogieron como los parámetros más adecuados para el sistema de extracción empleado, una relación harina:agua 1:6, carga de 150 gramos de harina y 0,5 horas de tratamiento.

En la segunda fase se estudió el efecto del pH en la extracción de las proteínas en las condiciones previamente seleccionadas. Los resultados que se registran en la

**Tabla 1. Efecto de la relación harina - agua y carga, en la distribución por productos de las proteínas de haba, a diferentes tiempos de tratamiento.**

RELACION HARINA-AGUA	TIEMPO (HORAS)	CARGA HARINA (g)	CONTENIDO DE PROTEINAS		
			CONCENT.	ALMIDON	SUERO
1:5	0,5	100	56,6	26,8	14,0
1:6	0,5	100	61,9	23,7	14,2
1:7	0,5	100	63,9	22,3	12,1
1:5	1,0	100	59,5	20,4	14,3
1:6	1,0	100	62,3	21,0	10,5
1:7	1,0	100	65,2	19,3	9,9
1:8	1,0	100	61,8	23,2	3,7
1:10	1,0	100	52,5	26,5	16,2
1:8	1,0	150	58,4	23,0	13,9
1:8	1,0	200	51,3	20,0	17,0
1:8	1,0	150	63,2	20,6	15,2
1:7	1,0	150	56,6	24,5	18,6
1:7	1,0	200	54,1	17,5	14,0
1:6	0,5	150	70,5	21,8	8,7
1:7	0,5	150	59,3	22,4	3,4
**1:7	0,5	100	66,2	15,8	21,7

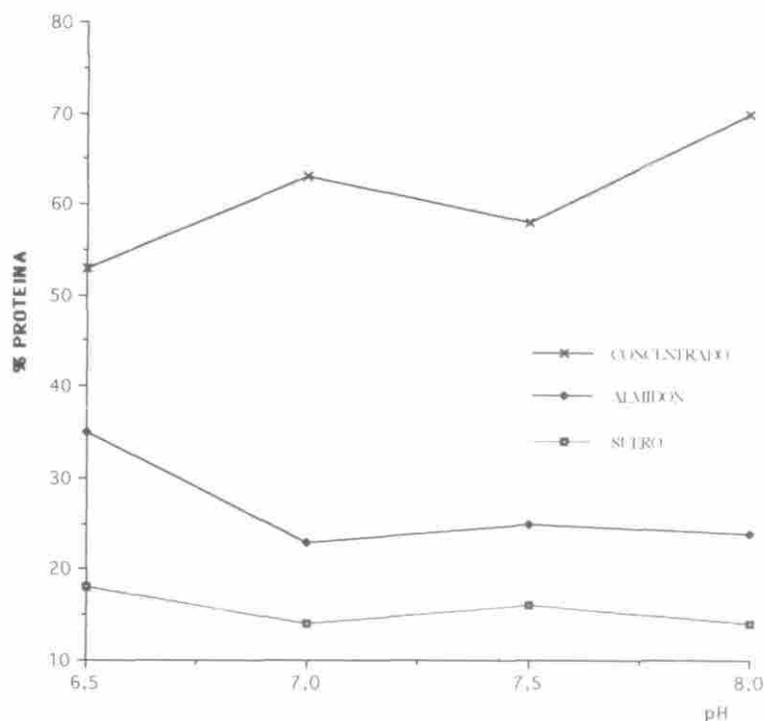
\* Resultados promedio de mínimo tres extracciones realizadas a 40 °C y pH 7, expresado en base seca.

\*\* Extracto a pH 8.

gráfica 1, muestran que es más conveniente realizar la extracción a pH 8, ya que a éstas condiciones no solo se obtiene un almidón con un mínimo de proteínas sino que la mayoría de las proteínas solubilizadas o suspendidas, se coagulan a pH 5,5; por lo que se obtiene un concentrado protéico de un 70% de proteína en base seca. Estos resultados son similares a los obtenidos por los investigadores (Molina, Arqueta y Bressani), (14) quienes encontraron que la eficiencia de la extracción de las proteínas de la *Canavalia ensiformes*, fue mayor cuando utilizaron agua a pHs alcalinos, como solución extractora.

## SELECCION DEL METODO DE SECADO

El efecto del método de deshidratación, sobre las características sensoriales del concentrado protéico y el nivel residual se registran en la tabla 2. Los resultados



\* Extracción realizada con una relación harina-agua 1:6, a 40°C y 0,5 h de tratamiento

GRAFICA 1  
EFECTO DEL pH DE EXTRACCION DE LAS PROTEINAS DE HABA  
SOBRE SU DISTRIBUCION EN LOS PRODUCTOS\*

\* EXTRACCION REALIZADA CON UNA RELACION HARINA-AGUA 1:6, A 40°C Y 0,5H DE TRATAMIENTO

**Tabla 2. Efecto del método de secado sobre el contenido de humedad y las características sensoriales de los concentrados protéicos de haba.**

CONCENTRADOS SECADOS POR	HUMEDAD %	PROTEINAS B.S. %	COLOR (*)	OLOR (**)	TEXTURA (***)
RODILLOS	7,2	66,5	4	4	4
ESTUFA	8,7	66,7	1	1	1
LIOFILIZACION	5,4	68,8	3	3	3

(*)	1 Muy oscuro	5 Bastante claro
(**)	1 Muy desagradable	5 Bastante agradable
(***)	1 Guesa Heterogénea	5 Suave homogénea

muestran que el producto deshidratado en estufa (aire caliente), queda con el mayor contenido residual de agua (8.7%), debido probablemente a que con este método se forma una costra sobre la superficie del producto la cual reduce la velocidad de secado, convirtiéndolo en un proceso largo para los materiales con alto contenido de humedad, en donde además ocurre pardeamiento y pérdida de volátiles factores que inciden en el color oscuro y olor desagradable.

La liofilización del concentrado permite obtener un producto con un menor contenido de humedad, debido posiblemente a que en las condiciones del proceso se elimina no solo agua libre sino además parte del agua debilmente ligada, adicionalmente se obtiene un concentrado de mejor calidad ya que se evita el pardeamiento no enzimático y la pérdida de sustancias volátiles mejorándose tanto el sabor como el aroma del producto.

El concentrado deshidratado en rodillos, presenta las mejores características tanto físicas como sensoriales, además es un proceso rápido y relativamente fácil de aplicar.

## EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES

En la tabla 3, se observa que las propiedades funcionales del concentrado protéico de haba depende del método de deshidratación utilizado. Los resultados muestran en general una diferencia significativa entre las propiedades que presenta los productos deshidratados en estufa con relación a los otros métodos empleados.

Las propiedades empumantes del concentrado protéico deshidratado en rodillos, son en conjunto mejores porque a pesar de que la expansión de la espuma es menor que la del producto liofilizado la estabilidad es significativamente mayor.

Tabla 3. Propiedades funcionales de los concentrados proteicos de haba deshidratados por diferentes métodos.

	INDICE DE ADSORCION DE LIPIDOS *	CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO **	CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA *	CAPACIDAD DE EXPANSION DE LA ESPUMA ***	ESTABILIDAD DE LA ESPUMA ****	DENSIDAD DE LA ESPUMA *****	DENSIDAD APARENTE *****
RODILLOS	176	100	220	251	4,00	0,30	0,59
ESTUFA	335	40	180	298	22,00	0,15	0,22
LIOFILIZACION	133	120	173	422	14,40	0,19	0,75

\* mL/100 g de muestra.

\*\* Volumen aumentado en mL / 100g de muestra.

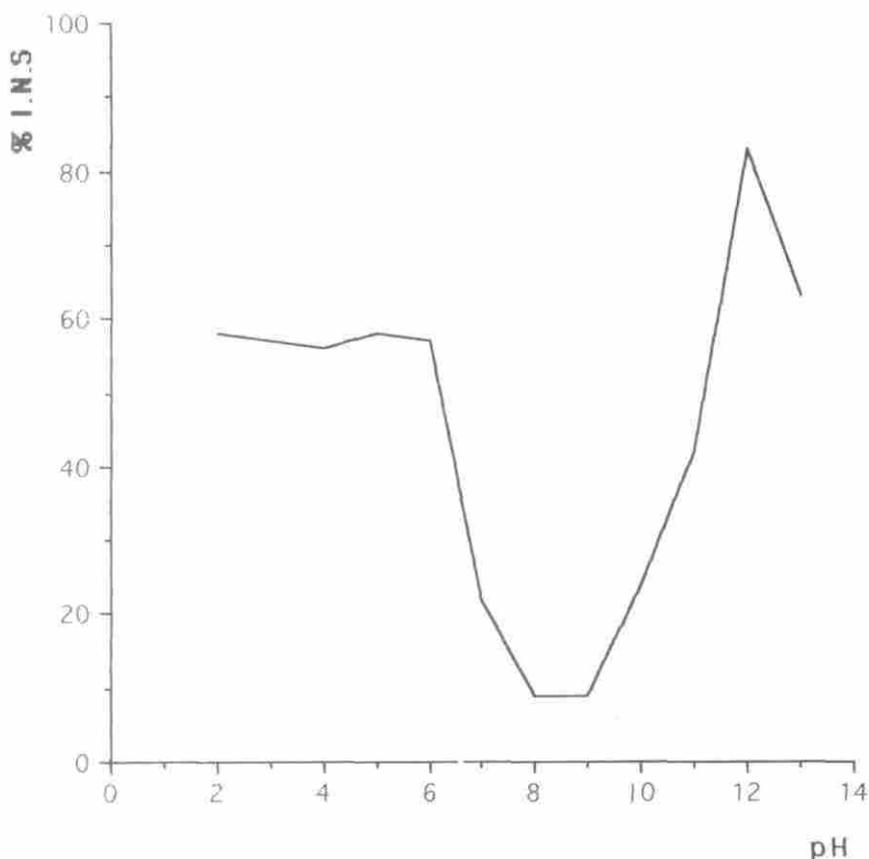
\*\*\* Comparada con albúmina de huevo: 699.

\*\*\*\* Peso del líquido drenado a los 30' después de batida. Albúmina de huevo: 3.5 g.

\*\*\*\*\* g/mL, densidad de la albúmina de huevo 0.30.

La retención de agua y la capacidad de hinchamiento del producto liofilizado y el deshidratado en rodillos son similares y eventualmente pueden ser empleados como ingredientes en productos horneados, debido a que estas características contribuyen a que el producto no se desmorone y presente buena apariencia durante más tiempo (3).

Teniendo en cuenta, que el concentrado deshidratado en rodillos sería el más apropiado para emplear en la industria de alimentos, se analizó la solubilidad de nitrógeno en un rango de pH de 2 a 13. Los resultados expresados como % I.N.S (ver gráfica. 2) muestran que la mayor solubilidad se logra a pH 12, pero no se podría



\*DESHIDRATADO EN RODILLOS

GRÁFICA 2.  
INDICE DE SOLUBILIDAD DE NITROGENO (INS) DEL CONCENTRADO PROTEICO  
DE HABAS\* EN FUNCION DEL pH

\*DESHIDRATADO EN RODILLOS

utilizar en bebidas debido a que estas alcanzan un pH máximo de 6; además las soluciones a pH por encima de 10 presentan colores oscuros.

### AGRADECIMIENTOS

Al Cindec (Universidad Nacional de Colombia) e IPICS (Uppsala University) por el aporte financiero y a Fenalce quienes aportaron la materia prima.

### BIBLIOGRAFIA

1. Crespo, M. *Centro de investigaciones fitotécnicas de Pairumani-Cochabamba*. Bolivia. **1989**.
2. *Soybeans: chemistry and technology*, Avi publishing co, Inc Westport, Connecticut. **1980**, 1.
3. Charley, H. "*Tecnología de alimentos, procesos físicos y químicos en la preparación de alimentos*", Ed. Limusa, México. Primera Edición, **7**, 163 - 186.
4. Tyler, R. T; Youngs, C. G. and Sosulsky, F.W. *Cereal Chem.* **1981**, 58, 144.
5. Vose, J. R.; Basterrechea, M. J.; Finlayson, P. A. J. and C.G. *Cereal Chem.* **1976**, 53, 6, 928.
6. Colonna, P. D. and Mercier, C. *J. of Food Sci.* **1980**, 45, 1629.
7. Caro, I. "*Obtención de concentrados protéicos a partir de harina de haba (Vicia faba)*". Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Química, Bogotá. **1992**.
8. Cheftel, J. C; J, C, L; Lorena, D. *Proteínas alimentarias*, cap: 2, 4 y 8, Editorial Acribia S.A; Zaragoza. **1989**.
9. Penny, E. Knuckles, George O. Kohleb. *J. Agric. Food Chem.* **1982**, 30, 748
10. A.O.A.C "*Official Methods of analysis of the association of official agricultural Chemist*" Washington, D.C. **1984**.
11. Watts, B. M; Ylimaki, G. L; Jeffery, L. E; Elias, L. G. *Basic sensory methods for food evaluation*. **1989**.

12. A. Riccardi. Proprietá Funzionali Delle Proteine. Progetto finalizzato. "*Ricerca di nuove fonti proteiche e di nuove formulazioni Alimentari*". **1981**, 102.
13. Chen, B. H. Y. and Morr. C. V. *J. of Food Sci.* **1985**, 50, 1139.
14. Molina, M. R.; Argueta, C. E.; Bressani, R. *J. Agr. Food. Chem.* **1974**, 22, 2, 309.