

# **HARINA DE FRIJOL ENDURECIDO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA PREPARACION DE PAN<sup>1</sup>**

*M.G. Vásquez Carrillo<sup>2</sup>, M.L. Ortega Delgado<sup>3</sup> y E. Estrada Lugo<sup>4</sup>*

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y  
Agropecuarias, Centro de Investigaciones Agrícolas  
de la Mesa Central (INIFAP-CIFAP)**

**y**

**Universidad Autónoma de Chapingo,  
Chapingo, México**

## **RESUMEN**

Con el propósito de utilizar el frijol endurecido, se propuso la búsqueda del método indicado para obtener harinas de frijol, determinar su valor nutritivo y elaborar panes con mezclas de harina de frijol y trigo de buena calidad industrial, nutricional, y sensorial. Se elaboraron dos tipos de harina, ensayándose cuatro temperaturas de remojo (22, 30, 40 y 50°C) y dos métodos de separación de testa (húmedo y seco). A nivel de laboratorio, la separación de testa en seco proporcionó los mejores rendimientos harineros ( $\bar{x} = 85.8\%$ ) y el más alto contenido proteínico ( $\bar{x} = 23.7\%$ ). La comparación entre las temperaturas de remojo de 30 y 50°C. respecto al rendimiento de harina no fueron significativas ( $\alpha = 0.05$ ). A nivel de planta piloto, con el remojo a 50°C los rendimientos harineros fueron de 58.0% para la separación de testa en húmedo ( $H_1$ ) y 74.0% para la separación en seco ( $H_2$ ), con porcentajes de proteína de 22.6% y 23.0% para  $H_2$ . Para elaborar el pan de caja se adicionaron 5, 10 y 15% de harinas  $H_1$  y  $H_2$  a la de trigo, encontrando que la mezcla con 5.0% de  $H_1$  presentaba una buena calidad panadera, proteínica y sensorial, semejante al pan control, de trigo. Las dietas a base de pan elaboradas con harina de frijol rindieron mayores ganancias de peso del

---

Manuscrito modificado recibido: 30-4-90.

- 1 El presente trabajo fue parcialmente financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CONACYT), Proyecto PVT/AG/NAL 84/2613, y forma parte de la investigación que como requisito parcial para obtener el Título de Maestro en Ciencias, realizó en 1985-87, la primera autora, Licda. Vásquez Carrillo.
- 2 Laboratorio de Tecnología de Alimentos y Sorgo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central (INIFAP-CIFAP), Edo. de México, Apartado Postal 10, Chapingo, México.
- 3 Director de Investigación, Centro de Botánica del Colegio de Postgraduados.
- 4 Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma de Chapingo.

hámster dorado, que la caseína misma. Se evidenció la importancia del tratamiento térmico, ya que, al adicionar a las dietas harina sin tratamiento previo, los animales perdieron peso y murieron, desenlace que se evita con un calentamiento de las harinas, durante cuatro horas a 140°C.

## INTRODUCCION

Se ha comprobado que el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se endurece cuando su almacenamiento se prolonga, lo que en función del consumo, se traduce en tiempos prolongados de cocción, sabores indeseables, y detrimento del valor nutricional y comercial. Elías (1), indicó que los factores que más influyen en el rendimiento son: la humedad relativa del ambiente y el tiempo de almacenamiento. Molina, de la Fuente y Bressani (2), informaron que el almacenamiento afecta la calidad proteínica del frijol por cambios estructurales de la misma, encontrándose una alta correlación entre las proteínas lignificadas y la dureza del grano cocido ( $r = 0.91$ ). Plantearon la posibilidad de que durante el almacenamiento, parte de la proteína del grano forme grandes complejos con los fenoles, afectando negativamente el tiempo de cocción.

Jackson y Varriano-Marston (3), encontraron asimismo, que el frijol endurecido por almacenamiento y remojo previamente, presenta curvas de cocimiento semejantes a las del frijol fresco. Por otra parte, Aykroyd y Doughty (4), señalaron que la eliminación de la testa aumenta la digestibilidad, acorta el tiempo de cocción, y mejora el sabor del frijol.

Ante la constante existencia de considerables volúmenes de frijol endurecido (Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial) (5), surgió este trabajo con la finalidad de proponer alternativas de uso para el frijol subutilizado. Los objetivos fueron: encontrar un método para obtener harinas de frijol endurecido; determinar su valor nutritivo y el de los panes elaborados con ella; y encontrar la mezcla óptima entre las harinas de frijol y trigo para la elaboración de pan de caja, de buena calidad industrial, nutricional, y sensorial. Finalmente las hipótesis del trabajo postulan que en el aprovechamiento de la proteína del frijol endurecido, desempeñan un papel importante: el método de separación de testa, y la temperatura de remojo.

## MATERIAL Y METODOS

Se trabajó con frijol endurecido, denominado "fuera de norma" de apariencia y olor normales, procedentes de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO).

Para caracterizar esta materia prima, se hicieron determinaciones de:

*Germinación* — Bajo condiciones de invernadero, se sembraron 100 semillas de frijol, depositándose cuatro por maceta, con lo que se evaluó el porcentaje de germinación del frijol duro. Las semillas de estas plantas (frijol fresco) se emplearon como testigo de comparación.

*Tiempo de cocción* — Se evaluó sensorialmente (6). En una parrilla de fibra cruda, se colocaron vasos de precipitados con 400 ml de agua y al llegar a ebullición, se les agregaron 200 g de frijol. Una vez que empezaron a hervir, se sacaron 10 granos cada 20 minutos, oprimiendo cada uno de ellos entre los

dedos índice y pulgar. Conforme la ebullición continúa, la textura del cotiledón cambia de una sensación granular áspera a una granular suave. Cuando los 10 granos muestreados están completamente suaves, se tiene el tiempo de cocción.

**Dureza** — Esta se determinó en 10 g de frijol crudo en una perladora Strong Scott, con cepillo de filamento de alambre, durante un minuto. Luego el total de la muestra se pasa por una malla de alambre de 64 hilos/cm<sup>2</sup> pesándose lo que no pasa (P) y sustituyendo en:

$$\% \text{ Dureza} = 5P$$

**Obtención de harina** — Se remojaron cuatro lotes de frijol endurecido y limpio a temperatura ambiente ( $\pm 22^\circ\text{C}$ ), a 30, 40 y 50°C, respectivamente, durante 24 horas. Cada una de estas partidas se subdividió para eliminar en una de ellas la testa por vía húmeda (realizándose en un pelador de papa) sin marca, y la otra por vía seca, usándose un descascarador de arroz McGill. El agua se eliminó en deshidratador a 50°C, 24 hr; los dos tipos de cotiledón secos y sin testa se molieron en un molino Stein Mill de laboratorio para obtener las harinas, evaluándose rendimientos a nivel laboratorio y calidad proteínica con un diseño experimental de parcelas subdivididas con seis repeticiones.

En la planta piloto se empleó el remojo a 50°C para elaborar dos tipos de harina: con separación de testa en húmedo (H<sub>1</sub>) y con separación en seco (H<sub>2</sub>), que se usaron en proporciones de 5, 10 y 15% en la prueba de panificación, la cual se efectuó siguiendo la metodología de la American Association of Cereal Chemists (AACC) (7). Se usó un diseño estadístico completamente al azar, y contrastes. Los resultados de las pruebas sensoriales se procesaron estadísticamente con un análisis factorial de correspondencias, el cual se describe como una generalización del enfoque original de Pearson (1901), en el que se propone encontrar líneas y planos con ajuste más cercano a una nube de puntos en el espacio euclidiano (8-10). Se evaluaron olor, color y sabor con las modalidades: malo, regular, bueno y excelente.

**Análisis de harinas** — Las determinaciones de proteína se llevaron a cabo por el método de Technicon Np. 321-74 descrito por Larry y Charles (11), y para las de triptofano y lisina se usaron los procedimientos enzimáticos descritos por Villegas (12). Los aminogramas de las harinas H<sub>1</sub> y H<sub>2</sub> se realizaron en un aparato Beckman Modelo 120 C, por cromatografía de intercambio iónico, después de una hidrólisis ácida con HCl, 6N por 24 hr a 110°C (13). En el caso de los aminoácidos azufrados, se hizo una oxidación previa (14).

En las pruebas de ganancia de peso con hámster dorado (*Mesocricetus auratus*), el componente básico fue la purina, que es un preparado comercial a base de cereales, pasta de oleaginosas, harina de origen animal, alfalfa deshidratada, y melaza de caña de azúcar. Su composición es como sigue: proteína 23.0%, grasa 2.5%, fibra 6.0%, cenizas 8.0%, calcio 1.0%, fósforo 0.6%, humedad 12.00% y extracto libre de nitrógeno, 48.5%. Seguidamente, se diseñaron las siguientes dietas isoproteínicas (10.0%).

Se utilizó pan de caja elaborado con las dos harinas H<sub>1</sub> y H<sub>2</sub> adicionados en 5, 10 y 15%, y el pan testigo de trigo (siete dietas). Las harinas de frijol H<sub>1</sub> y H<sub>2</sub> tal como se adicionaron al pan y la H<sub>2</sub>, pero sometida a un calentamiento durante cuatro horas a 140°C en un horno giratorio (tres dietas), así como los controles de purina, caseína y almidón.

Se emplearon hámsteres macho de 21 días de nacidos, cuyos pesos variaron de 90 a 100 g. Se alojaron en jaulas metálicas bajo condiciones ambientales adecuadas, evaluándose cada dieta con seis animales, los que se pesaban cada tercer día, de manera individual. A los 28 días de prueba se sacrificaron por fractura en la nuca, y se hizo la necropsia. El análisis estadístico de los pesos se efectuó con un modelo de factorial anidado (15).

## RESULTADOS Y DISCUSION

El frijol endurecido tuvo un 60.0% de germinación, con plantas poco vigorosas, y rendimiento de semilla de 5.8 g por planta. El frijol endurecido requirió cinco horas para su cocimiento correcto mientras que el recién cosechado sólo necesitó 55 minutos. La dureza del frijol investigado fue de 69.9% con un color más oscuro que el fresco.

La cantidad de impurezas del frijol endurecido fue de 8.2%. Las semillas limpias y tratadas a las cuatro temperaturas de remojo (22, 30, 40 y 50°C) dieron rendimientos harineros de 73.7 a 76.1%, y de 85.5 a 86.0% para la separación de testa por métodos húmedo y seco, respectivamente. Del análisis estadístico se deduce que la eliminación de la testa, en seco, es más ventajosa, y que las temperaturas de remojo analizadas no producen diferencias significativas. En la Tabla 1 se observa que las cantidades de testa eliminadas son

TABLA 1

### RENDIMIENTOS HARINEROS Y SUBPRODUCTOS DE LA MOLIENDA DEL FRIJOL ENDURECIDO, ASÍ COMO CONTENIDO DE PROTEÍNA, TRIPTOFANO Y LISINA EN HARINA

Separación de testa	Temp. de remojo C°	Rendimientos <sup>1</sup> %			Proteína <sup>2</sup> %	Trip <sup>3</sup> %	Lis <sup>3</sup> %
		Harinero	Testa	Mermas			
Húmedo	22	75.7 <sup>b</sup>	7.9 <sup>b</sup>	16.4 <sup>b</sup>	20.84 <sup>b</sup>	1.80	7.32
	30	76.1 <sup>b</sup>	7.5 <sup>b</sup>	16.4 <sup>b</sup>	21.30 <sup>e</sup>	1.82	7.17
	40	75.2 <sup>b</sup>	7.6 <sup>b</sup>	17.2 <sup>a</sup>	21.70 <sup>d</sup>	1.84	6.68
	50	73.9 <sup>b</sup>	7.8 <sup>b</sup>	18.2 <sup>a</sup>	22.33 <sup>c</sup>	1.71	6.14
	$\bar{x}$	75.0	7.7	17.1	21.54	1.79	6.81
Seco	22	85.5 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	3.0 <sup>c</sup>	23.43 <sup>b</sup>	1.76	6.15
	30	85.9 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>	2.7 <sup>c</sup>	23.99 <sup>a</sup>	1.73	6.64
	40	86.0 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	2.2 <sup>c</sup>	23.38 <sup>b</sup>	1.64	5.80
	50	85.7 <sup>a</sup>	11.9 <sup>a</sup>	2.4 <sup>c</sup>	23.96 <sup>a</sup>	1.78	6.95
	$\bar{x}$	85.8	11.6	2.6	23.69	1.72	6.27

1 Molino Stein Mill.

2 BS. N X 6.25 (base seca).

3 g de aa/100 g de proteína.

Los valores con la misma letra no fueron significativos ( $\alpha = 0.05$ ).

mayores en el caso del método de separación en seco; sin embargo, las mermas fueron mínimas, lo cual es deseable y se atribuye al uso del descascarador de arroz, el que resultó muy eficiente para este propósito.

El remojo a 50°C en el método por vía húmeda, conduce a un mejor contenido de proteína ( $\bar{x} = 22.33\%$ ) que cambia al aplicar el método seco ( $\bar{x} = 23.96\%$ ). En este último, no es tan clara la influencia de la temperatura en el contenido proteínico. Estos resultados son muy semejantes a los informados para harina de frijol fresco por Márquez y Lajolo (16). En cuanto a los porcentajes de triptofano y lisina, no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Por la facilidad en su obtención, rendimientos harineros y contenido proteínico, es recomendable la manufactura de harina con la separación de testa, en seco y remojado el frijol a 50°C. No obstante, con este método los polifenoles de la testa podrían emigrar a los cotiledones y formar grandes complejos con la proteína, dificultando el aprovechamiento de ésta. Por este motivo se decidió experimentar en la planta piloto con los dos métodos de separación de testa, obteniéndose rendimientos harineros de 58.0% para la separación de testa en húmedo ( $H_1$ ) y 74.0% para la separación en seco ( $H_2$ ). Se obtuvieron contenidos proteínicos de 22.6% para  $H_1$  y 23.0% para  $H_2$ , observándose en sus aminogramas una magnífica calidad proteínica. Al comparar el contenido de sus aminoácidos esenciales, con los de otras harinas, resultan mejores los de frijoles endurecidos, y libre de testa, remojado a 50°C durante 24 hr con excepción de la lisina, que fue ligeramente menor que en el frijol fresco, pero mayor que en la soya (Tabla 2).

En la prueba de panificación se encontraron diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ ) entre los panes elaborados con  $H_1$  y  $H_2$  en contraste con el pan testigo de trigo.

Al incrementar el porcentaje de los dos tipos de harina de frijol, se observó que el volumen de las hogazas disminuía y la textura y estructura de la miga del pan era más compacta y dura; sin embargo, el pan con 5.0% de  $H_1$  fue superior en volumen y textura de la miga que el pan control de trigo (Tabla 3).

La adición de harina de frijol mejora significativamente ( $\alpha = 0.05$ ) los contenidos proteínicos y de lisina del pan (Tabla 3). El análisis sensorial indicó que el pan con 5.0%  $H_1$  y el testigo fueron los de mejor color y sabor, quedando ubicados en el cuadrante que contiene la asignación de excelente, siendo los de mejor color, olor y sabor (Figura 1). Las mezclas con 10.0 y 15.0% de  $H_1$  resultaron ser aceptables.

Los resultados de ganancia ponderal (con hámster dorado) indicaron que es mejor la harina con separación de testa en húmedo. Cualquiera de las hogazas de pan con harina de frijol permite ganancias de peso mayores a los controles de trigo, purina y caseína.

En la evaluación de las harinas, la dieta con  $H_1$ , sin calentamiento, provocó la muerte del 50.0% de los animales; el resto perdió 30.0% de su peso original y gran cantidad de pelo, además de comprobarse la presencia de un exceso de gases en el intestino. Con  $H_2$  sin calentar, los seis roedores sobrevivieron, mostrando menos problemas fisiológicos que los anteriores. No obstante, la ganancia de peso fue baja (Tabla 4) en ambos casos; ello podría atribuirse a la presencia de factores antinutricionales por tratamiento térmico insuficiente. Por este motivo, se evaluó la harina  $H_2$ , pero sometida a 140°C

TABLA 2

COMPARACION DE AMINOGRAMAS DE LAS HARINAS DE FRIJOL ENDURECIDO Y LAS DEL FRIJOL FRESCO Y SOYA<sup>1</sup>

Aminoácidos	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	Navy <sup>2</sup>	Pinto <sup>2</sup>	Desengra- sada de soya <sup>3</sup>	Canario 34 Chiapas <sup>4</sup>
Lisina	7.5	6.9	7.9	8.04	6.01	6.94
Histidina	3.3	3.3	3.02	3.14	2.25	2.25
Amoníaco	1.8	2.1	1.88	1.88	1.93	
Arginina	5.9	5.5	7.49	8.11	7.55	6.86
Acido aspártico	13.1	13.0	14.96	14.42	10.38	13.26
Treonina	5.0	4.9	5.38	4.73	3.66	4.23
Serina	7.1	7.3	6.50	6.12	4.61	4.97
Acido glutámico	16.9	16.5	16.49	17.35	18.42	17.85
Prolina	9.5	8.5	4.67	4.39	5.30	5.14
Glicina	4.5	4.5	4.58	4.40	3.44	3.73
Alanina	5.1	4.9	4.70	4.22	3.60	3.93
Alfa-cisteína	1.4	1.4	2.37	2.39	1.34	
Metionina	1.6	1.6	1.32	2.03	1.37	1.41
Valina	5.9	5.9	4.80	4.74	4.55	5.23
Isoleucina	5.0	4.9	4.24	3.25	4.4	4.64
Leucina	9.8	9.6	8.83	8.74	6.66	7.94
Tirosina	2.9	2.5	3.56	3.50	3.51	3.58
Fenilalanina	7.7	7.3	6.35	6.71	4.46	5.98
Triptofano	1.62	1.78	1.03	0.85	1.17	1.33
% proteína						
(% Nx6.25)	22.6	23.0				

1 g aa/100 g de proteína.

2 Seyam, Banasik y Breen (17).

3 Smith y Circle (18)

4 Ortega Delgado, comunicación personal.

**TABLA 3**  
**PAN DE CAJA, ELABORADO CON HARINAS H<sub>1</sub> Y H<sub>2</sub> DE FRIJOL ENDURECIDO Y TRIGO**

	% Harina		Peso pan g	Volumen cm	Color ΔE <sup>1</sup>	Textura <sup>2</sup>	Proteína <sup>3</sup> %	Tryptofano <sup>4</sup> %	Lisina <sup>4</sup> %
	Frijol	Trigo							
Húmedo H <sub>1</sub>	0	100	157.0 <sup>a</sup>	728.3 <sup>b</sup>	79.6 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	11.6 <sup>d</sup>	1.32 <sup>a</sup>	4.54 <sup>c</sup>
	5	95	152.7 <sup>a</sup>	733.3 <sup>a</sup>	79.6 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	11.9 <sup>c</sup>	1.41 <sup>a</sup>	5.04 <sup>b</sup>
	10	90	155.0 <sup>a</sup>	686.7 <sup>c</sup>	79.0 <sup>a</sup>	8.7 <sup>b</sup>	12.4 <sup>b</sup>	1.45 <sup>a</sup>	4.95 <sup>b</sup>
	15	85	156.7 <sup>a</sup>	626.7 <sup>d</sup>	77.8 <sup>b</sup>	7.3 <sup>c</sup>	13.0 <sup>a</sup>	1.52 <sup>a</sup>	5.06 <sup>b</sup>
Seco H <sub>2</sub>	5	95	155.7 <sup>a</sup>	706.7 <sup>b</sup>	77.5 <sup>b</sup>	9.2 <sup>a</sup>	12.1 <sup>c</sup>	1.40 <sup>a</sup>	5.10 <sup>a</sup>
	10	90	159.3 <sup>a</sup>	698.3 <sup>c</sup>	75.2 <sup>c</sup>	8.3 <sup>b</sup>	12.5 <sup>b</sup>	1.38 <sup>a</sup>	5.10 <sup>a</sup>
	15	85	162.0 <sup>b</sup>	646.7 <sup>c</sup>	71.7 <sup>d</sup>	7.3 <sup>c</sup>	13.1 <sup>a</sup>	1.45 <sup>a</sup>	4.97 <sup>b</sup>

1  $\Delta E = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$ .

2 El óptimo es 10.

3 BS. para trigo N x 5.65; para frijol N x 6.25.

4 g aa/100 g de proteína.

Medias con igual letra = no hay diferencia significativa, con  $\alpha = 0.05$ .

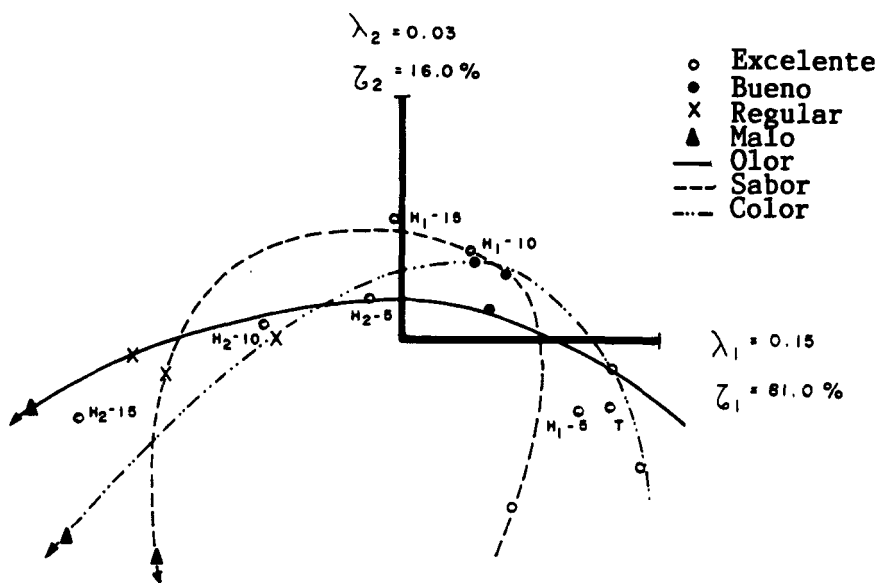


FIGURA 1

**Representación bidimensional mediante el análisis de correspondencia en la prueba sensorial de pan de caja elaborado con mezclas de harina de frijol endurecido y trigo**

durante cuatro horas, observándose el efecto benéfico del calor, ya que con esta dieta se logró una ganancia de peso de 39.8 g. De lo expuesto se deduce que el método de separación de testa influye en la calidad nutricional de la harina, y que las temperaturas de remojo y secado estudiadas no modifican a los componentes antinutricionales (esto es objeto de otra investigación). Lo anterior está acorde con lo informado por varios autores: Aguilera *et al.* (19), Elías, González y Bressani (6), Fukuda, Elías y Bressani (20), y Molina de la Fuente y Bressani (2). En el caso de alimentos procesados no es necesario el tratamiento térmico, como se demostró con las dietas a base de pan de caja en las que la temperatura del horneado y el tiempo de cocción son suficientes para desnaturalizar los factores antinutricionales y permitir el aprovechamiento de la proteína del frijol. Las ganancias de peso fueron mayores para las seis dietas a base de pan, superando los controles (Tabla 4). Esto puede atribuirse a que al adicionar harina de frijol endurecido se complementa la proteína del trigo de manera óptima, ya que con solo 5.0% de H, el incremento de peso fue de 20.0%.

TABLA 4

**GANANCIA DE PESO EN HAMSTER DORADO (*Mesocricetus auratus*)  
ALIMENTADOS DURANTE 28 DIAS CON DIETAS A BASE DE PAN CON  
HARINA DE FRIJOL ENDURECIDO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Dietas	Duncan <sup>1</sup>	Grupo <sup>2</sup>	Ganancia <sup>3</sup> de peso g
1. 50% purina + 50% Harina <sub>1</sub>	-1.55	a	-14.4
2. 50% purina + 50% Harina <sub>2</sub>	0.35	b	3.3
3. 50% Purina + 50% H <sub>2</sub> tostado	3.61	c	39.8
4. 100% Purina	3.96	cd	43.4
5. 79.3% Purina + 10.7% almidón	4.09	cde	46.6
6. 50% Purina + 50% pan (trigo)	4.53	cde	50.1
7. 50% Purina + 13.5% Cas. 36.5% alm.	4.73	cdef	51.9
8. 50% Purina + 50% pan (15% H <sub>2</sub> )	4.99	cdef	58.7
9. 50% Purina + 50% pan (5% H <sub>2</sub> )	5.00	cdef	56.0
10. 50% Purina + 50% pan (10% H <sub>2</sub> )	5.15	def	56.7
11. 50% Purina + 50% pan (15% H <sub>1</sub> )	5.37	ef	59.1
12. 50% Purina + 50% pan (10% H <sub>1</sub> )	5.53	ef	61.1
13. 50% Purina + 50% pan (5% H <sub>1</sub> )	5.66	f	62.0

1Realizada con las diferencias de peso de una medición a otra.

2Medias con igual letra = no hay diferencia significativa con  $\alpha = 0.05$ .

3Peso final menos peso inicial.

## CONCLUSIONES

El remojo a 50°C y la separación de testa en seco es el mejor método para obtener altos rendimientos harineros y elevado contenido de proteína. Sin embargo, la harina con separación de testa en húmedo proporciona panes más nutritivos y con mejor aceptación por parte del consumidor. Claro está que para hacerla redituable, deberán someterse a ensayo otros métodos de separación de testa en húmedo que proporcionen mayores rendimientos harineros.

La mezcla con 10.0% o menos de harina de frijol, proporciona hogazas de buena calidad panadera, sensorial y nutricional. Estos beneficios se atribuyen al remojo de la semilla y la eliminación de la testa, los cuales mejoran considerablemente las características citadas. En efecto, cuando el frijol se muele sin ningún tratamiento previo, esta operación resulta difícil, pues se obstruyen los ciclones del molino, formándose una pasta compacta que impide la molienda continua; además, las harinas tienen olor y sabor desagradables,

atributos que no se presentan con los tratamientos realizados en esta investigación. Los incrementos de lisina en el pan, muestran una vez más lo benéfico de la combinación cereal-leguminosa, la que también se manifestó en las mayores ganancias de peso de los hámsteres alimentados con esta mezcla.

El deterioro del frijol endurecido se concentra básicamente en tiempos prolongados de cocción. La proteína no es afectada, ya que el valor nutritivo permanece.

## SUMMARY

### HARDENED BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.) FLOUR FOR BREAD MAKING

In order to utilize hardened beans, we proposed to find the method most indicated for the preparation of bean flour to determine their nutritional value, and to make bread of high industrial, nutritional quality, and good sensory characteristics, using blends of bean and wheat flours. Two types of flour were prepared, testing four soaking temperatures (22, 30, 40 and 50°C) and two methods to remove the testa (under moist and dry conditions). At laboratory level, the dry testa removal method gave the best flour yields ( $\bar{x} = 85.8\%$ ) and the highest protein content ( $\bar{x} = 23.7\%$ ). Comparison between soaking temperature at 30 and 50°C was not significant ( $\alpha = 0.05$ ). At pilot plant level, with soaking at 50°C the flour yields were 58.0% for moist testa removal ( $H_1$ ) and 74.0% for dry removal ( $H_2$ ), with a protein content of 22.6% for  $H_1$  and 23.0% for  $H_2$ . The  $H_1$  and  $H_2$  flours were added to wheat flour at 5, 10 and 15% for bread making. The addition of 5.0% gave breads with similar protein content and sensory characteristics to those of the control, wheat. A diet based on bean-flour bread resulted in greater weight gains than that with casein for gold hamsters. The study also demonstrated the importance of heat-treating of the bean flours, because when flour without previous heat treatment was administered, the animals lost weight and died. This effect was overcome by the process of baking the flours at 140°C for four hours.

## BIBLIOGRAFIA

1. Elías, L.G. Conocimientos actuales sobre el problema de endurecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Arch. Latinoamer. Nutr., 32: 233-257, 1982.
2. Molina, M.R., G. de la Fuente & R. Bressani. Interrelationship between storage, soaking time, cooking time, nutritive value and other characteristics of the black bean (*Phaseolus vulgaris*). J. Food Sci., 40: 587-591, 1975.
3. Jackson, J.M. & E. Varriano Marston. Hard-to-cook phenomenon in beans: Effect of accelerated storage on water absorption and cooking time. J. Food Sci., 46: 799-803, 1981.
4. Aykroyd, W.R. & J. Doughty. Las Leguminosas en la Alimentación Humana. Colección FAO: Alimentación y Nutrición. Roma, Italia, 1964, 152 p.
5. Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial. El Sistema Agroindustrial y los Sistemas Alimentarios Básicos. Frijol 3. SARH., México, D.F., 1982, 129 p.
6. Elías, L.G., D. González & R. Bressani. Possible effects of seed coat polyphenolics on the nutritional quality of beans protein. J. Food Sci., 44: 524-527, 1979.
7. American Association of Cereal Chemists. Cereal Laboratory Methods. Approved

- Methods of AACC. St. Paul. Mn. The Association, 1974.
8. Benzecri, J.P. *L'Analyse des Données*. Tomo I: La Taxonomie. Tomo II: L'Analyse des Correspondences. París, Ed. Donod, 1973, 613 p.
  9. Benzecri, J.P. & F. Benzecri. *L'Analyse des Données*. Tomo I: L'Analyse des Correspondences, Exposé Elementaire. París, Ed. Donod, 1980, 424 p.
  10. Vargas, Ch. D. *Aplicación del Análisis de Correspondencia en el Estudio de la Interacción Medio Ambiente-Vegetación en Valle de Apatzingán*. Tesis de Esp. en Estadística Aplicada. IIMAS-UNAM, México 1986, 107 p.
  11. Larry, L.W. & W.G. Charles. Total protein nitrogen. Missouri Automated Technicon, BD/AA II method. Presented at the 88th. Annual Meeting of The Association of Official Analytical Chemists, 1974, 50 p.
  12. Villegas, E. & E.T. Mertz. Métodos químicos usados en el CIMMYT para determinar la calidad de la proteína de maíz. *Folleto de Investigación* 20, México, 1971, 14 p.
  13. Moore, S. & W.H. Stein. Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. *J. Biol. Chem.*, 192: 663-681, 1951.
  14. Moore, S. On the determination of cystine as cysteic acid. *J. Biol. Chem.*, 2: 38, 1962.
  15. Anderson, V.L. & R.A. McLean. *Design of Experiments, A Realistic Approach*. New York, N.Y. and Basel, Marcel Dekker, Inc., 1974, 418 p.
  16. Márquez, U.M. & F.M. Lajolo. Composition and digestibility of albumin, globulins and glutelins from *Phaseolus vulgaris*. *J. Agr. Food Chem.*, 29: 1,068-1,074, 1981.
  17. Seyam, A.A., O.J. Banasik & M.D. Breen. Protein isolates from Navy and Pinto beans. Their uses in macaroni products. *J. Agr. Food. Chem.*, 31: 499-502, 1983.
  18. Smith, K.A. & S.J. Circle. *Soybeans: Chemistry and Technology* Vol. 1. **Proteins**. Revised Second Printing. Westport Connecticut, AVI Publishing Company, Inc., 1978, 471 p.
  19. Aguilera, J.M., E.W. Lusas, M.A. Uebersax & M.E. Zabik. Development of food ingredients from Navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by roasting, pin milling and air-classification. *J. Food Sci.*, 47: 1,151-1,154, 1982.
  20. Fukuda, G., L. Elías & R. Bressani. Significado de algunos factores antifisiológicos y nutricionales en la evaluación biológica de diferentes cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* sp.). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 32: 945-960, 1982.