

EMPLEO DE HARINA DE FRIJOL BLANCO EN PANIFICACIÓN

*Marta Álvarez**, *Minardo Ochoa*, *Gwendolyne Hernández*, *Margarita Nuñez de Villavicencio*,
Barbarita Rosas y *Edilberto Gutiérrez*

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia
Carretera al Guatao, km 3 ½, C.P. 19 200, La Habana, Cuba
E-mail: marta@iiaa.edu.cu

RESUMEN

Se obtuvo y caracterizó una harina de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris* L.) de la variedad Güira 50. El frijol se limpió, lavó, secó al sol y se molió en un molino de martillo con chapa de orificios de 0,5 mm. La harina de frijol y la de trigo se caracterizaron respecto a la granulación y composición centesimal. Para determinar el nivel máximo de sustitución de harina de trigo en la elaboración de panes de corteza suave y dura se aplicó un diseño de mezcla sustituyendo entre 0 y 30 % de harina de trigo. Con los niveles del diseño se determinaron las características farinográficas de las mezclas de harinas. A los panes se les determinó el volumen específico, altura y diámetro; los atributos sensoriales de desarrollo, uniformidad del color de la corteza, poros, humedad, olor y sabor diferente y se determinó la calidad global. Con el aumento del contenido de la harina de frijol en las masas se aumentó significativamente ($p \leq 0,05$) la absorción farinográfica, el tiempo de desarrollo y el debilitamiento y se disminuyó la estabilidad de las masas. Se logró obtener un pan de calidad aceptable con un máximo de sustitución del 9 % de harina de trigo por la de frijol en el pan de corteza suave y hasta 9,6 % en el de corteza dura.

Palabras clave: harina de frijol, composición centesimal, propiedades farinográficas, pan, evaluación sensorial.

***Marta Beatriz Álvarez González:** *Licenciada en Alimentos (IFAL, 1973). Investigadora Auxiliar. Doctora en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (Universidad Politécnica de Valencia, 2002). Investigadora del Grupo de Molinería, Panadería y Laboratorio de Cereales del IIIA. Presidenta del Comité Técnico de Normalización de "Cereales, legumbres y productos derivados". Trabaja en: evaluación de diferentes materias primas y aditivos en productos horneados y en el aumento de su calidad nutricional, determinaciones de durabilidad de harinas y productos horneados en diferentes condiciones de almacenamiento y en la caracterización de harinas de trigo y sus mezclas con otras harinas.*

ABSTRACT

Use of white bean flour in baking

White bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.) of the variety Güira 50 was obtained and characterized. The beans were cleaned, washed, sun dried and ground in a hammer mill with plate holes of 0.5 mm. Bean and wheat flours were characterized regarding to the granulation and proximate composition. To determine the maximum level of substitution of wheat flour in the baking of hard and soft crust breads an experimental design of mixtures was applied replacing between 0 and 30% of wheat flour. With the levels of the design farinographic characteristics of flour mixtures were determined. Specific volume, height and diameter; sensory attributes of development, crust color uniformity, pores, moisture, different odor and flavor and overall quality of the breads were determined. With the rise of the bean flour in the dough the farinograph absorption, the dough development time and the degree of softening increased significantly ($p \leq 0.05$), but the stability of the dough dropped. An acceptable quality was obtained with a maximum substitution of 9% of wheat flour with bean flour in soft crust bread and 9.6% in the hard crust bread.

Keywords: bean flour, proximate composition, farinograph properties, bread, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

En los países donde no se cultiva el trigo la sustitución parcial de su harina por otras elaboradas a partir de cultivos autóctonos puede contribuir a la reducción de importaciones, incentivar la producción agrícola, avanzar en la soberanía alimentaria y en ocasiones mejorar el valor nutritivo de los alimentos (1). Las legumbres por su relativamente bajo precio, facilidad de almacenamiento y valor nutricional (fuente de fibra y proteínas) son muy convenientes para elaborar harinas y

sustituir parcialmente la harina de trigo en panificación. Se han hecho estudios que indican que el consumo de legumbres parece disminuir el nivel de colesterol en sangre, el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad y cáncer (2).

El frijol blanco o judía (*Phaseolus vulgaris* L.) por su color resulta muy conveniente para hacerlo harina y combinarla con la de trigo para emplearla en panificación. El objetivo de este trabajo fue la obtención y caracterización de la harina de frijol blanco y evaluar su empleo en panificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un lote de 50 kg de frijol blanco de la variedad Güira 50 cultivada en la provincia de Mayabeque, el cual se cernió con malla de 5 mm para separación de las impurezas de menor tamaño; las de mayor tamaño se separaron manualmente y las ligeras se separaron por aventado. Posteriormente se realizó un lavado rápido colocando los granos en una artesa con agua, donde se removieron e inmediatamente se escurrieron y se secaron al sol sobre un patio de hormigón limpio, por dos días, que fue el tiempo requerido para que alcanzaran una humedad inferior a 13 % (medido en un determinador rápido de humedad FARMI 3000). Los granos se molieron en un molino de martillos con chapa perforada de orificios redondos de 0,5 mm. La harina obtenida se homogenizó manualmente.

La harina de trigo empleada fue de producción nacional. Tanto a la harina de frijol como a la de trigo se les determinó: granulometría (3, 4), humedad (5, 6), ceniza (7, 8), proteínas (9), extracto etéreo (10, 11) y carbohidratos por diferencia. A la de trigo se le determinó además su contenido de gluten húmedo (12) y gluten seco (13).

Las pruebas de panificación se realizaron en pan de corteza suave y dura, por el método directo. Se prepararon masas partiendo de 500 g de la mezcla de ambas harinas según el diseño, el resto de los ingredientes se mantuvieron constantes de acuerdo a las fórmulas de la Tabla 1.

Las masas se mezclaron y refinaron por un total de 7 min en una mezcladora Diosna de 2 kg de capacidad, se dividieron en porciones de 65 g, se bolearon, se pusieron a dilatar sobre bandejas engrasadas en una cámara a 32 °C (120 min para el pan de corteza suave y 75 min para el de corteza dura) y se hornearon en un horno de gavetas sin vapor (220 °C para el pan de corteza suave y 170 °C para el de corteza dura). Los panes se dejaron refrescar sobre una rejilla por dos horas antes de realizar los análisis.

Las determinaciones que se realizaron y que se seleccionaron como variables de respuesta fueron: volumen específico (14), altura máxima y diámetro. Las respuestas sensoriales se obtuvieron con cinco jueces entrenados los que analizaron: desarrollo, uniformidad del color de la corteza, poros, humedad, olor y sabor diferentes. Se empleó una escala de 10 cm con intensidad creciente. La calidad integral del producto se evaluó con una escala continua de 10 cm acotada con evaluaciones de pésimo, malo, aceptable, bueno y muy bueno, correspondiendo el valor de 5 cm al mínimo para la aceptación del producto.

Para determinar el nivel máximo de sustitución de harina de trigo por harina de frijol en la panificación se aplicó un diseño de mezcla con harina de trigo (entre 70 y 100 %) y harina de frijol (entre 0 y 30 %) mediante el Design Expert 8.0.5b, Stat Ease Inc., 2010, con un nivel de significación de 0,05 (Ver Tabla 2).

Tabla 1. Fórmulas de los panes

	Corteza suave (% base harina)	Corteza dura (% base harina)
Mezcla de harina de trigo y frijol	100	100
Agua	60	60
Azúcar	4	--
Sal común	2	1
Levadura seca	1	1
Mejorador Haricub	1	1
Grasa vegetal hidrogenada	1	--

Tabla 2. Diseño de mezclas

Corrida	A:harina de trigo	B:harina de frijol
1	92,5	7,5
2	85	15
3	77,5	22,5
4	100	0
5	70	30
6	85	15
7	70	30
8	100	0

Los resultados se procesaron según metodología de superficie de respuesta y se obtuvo un modelo matemático para cada variable de respuesta significativa, se procedió a la optimización numérica de los resultados y se seleccionó la variante más conveniente.

Los mismos niveles del diseño se emplearon para determinar las características farinográficas (15) de las mezclas de harina de trigo y frijol, haciéndose tres réplicas para cada nivel. Los resultados fueron procesados de acuerdo a un análisis de varianza de clasificación simple y en los casos que se encontraron diferencias significativas entre muestras, se compararon las medias por la prueba de rangos múltiples de Duncan con 5 % de probabilidad de error utilizando el paquete Statistica V 8.0 (Stat Soft Inc. 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características fisicoquímicas de las harinas de frijol y trigo se presentan en la Tabla 3. La harina de trigo clasificó como fuerte (16) por su alto contenido de gluten y proteínas sin embargo, la de frijol la superó respecto al contenido de proteínas en 1,8 veces. El frijol blanco crudo según reportes de diferentes fuentes oscila entre

23,36 y 25,3 % (17, 18), mientras que en la harina para panificación normalmente está entre 8 y 12 % (17, 18). Por tanto, la harina de frijol por su composición, resulta un buen ingrediente para aumentar el contenido de proteínas de los alimentos en que se emplee. Además, los perfiles de aminoácidos de las proteínas de las legumbres y de los cereales se complementan, pues la harina de trigo es deficiente en lisina y relativamente rica en aminoácidos sulfurados mientras que las legumbres son ricas en lisina y tienen un bajo contenido en los aminoácidos sulfurados metionina y cisteína (19).

La Figura 1 presenta la distribución del tamaño de partículas de las harinas. El porcentaje sobre malla 200 μm de la harina de trigo (16) no debería exceder el 6,0 % en las harinas de alta extracción y 4,0 % en las de baja extracción. En la harina de trigo utilizada en este trabajo fue de 6,0 %. La harina de frijol resultó más gruesa, un total de 22,78 % sobre esa misma malla. A pesar de esta diferencia en granulación entre las harinas, en las pruebas de observación realizadas previas al trabajo, con el valor extremo de harina de frijol utilizado en el diseño, no se detectó en el pan ninguna textura arenosa, por lo que con ese tamaño de partículas se logró

Tabla 3. Características de las harinas trigo y frijol

Análisis	Harina de trigo	Harina de frijol
Humedad, (%)	13,00	10,47
Cenizas, (%)	0,70	5,31
Proteínas, (%)	13,51	24,87
Extracto etéreo, (%)	1,87	2,85
Gluten húmedo, (%)	34,5	--
Gluten seco, (%)	13,5	--

-- no se determina porque no contiene gluten

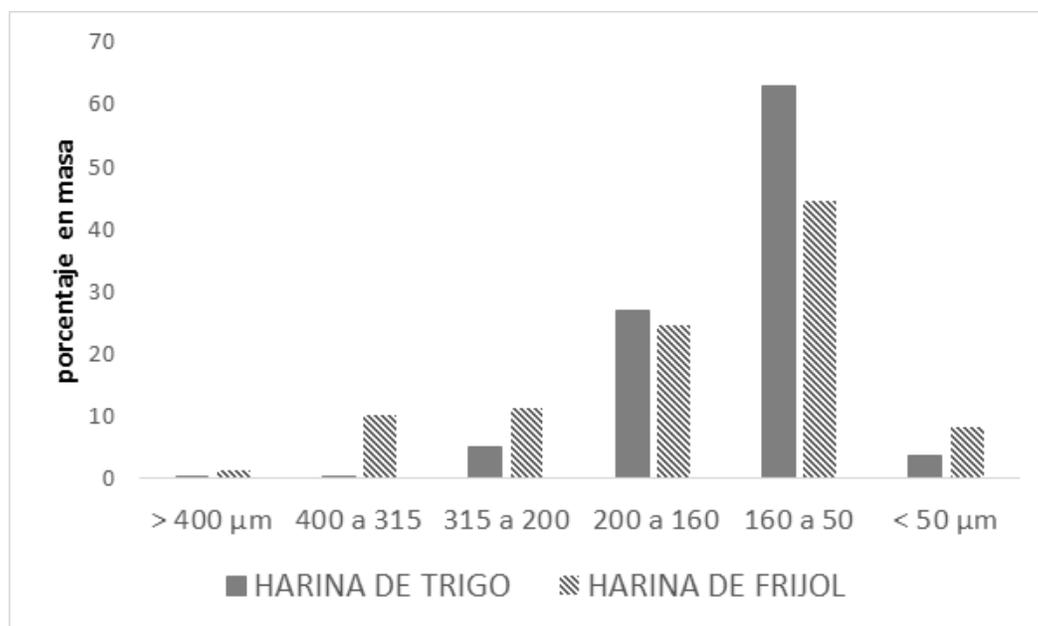


Figura 1. Granulación de las harinas.

una buena hidratación y cocción dentro del proceso de panificación, no siendo imprescindible una disminución del tamaño de partículas.

En la Tabla 4 aparece la caracterización mediante el farinograma de las mezclas de harina de trigo y frijol propuestas en el diseño. Los resultados concuerdan con lo planteado (20) de que las harinas de legumbres aumentan significativamente ($p \leq 0,05$) la absorción farinográfica, pero disminuyen la estabilidad de las masas. También en este trabajo se encontró una tendencia a aumentar significativamente ($p \leq 0,05$) el tiempo de desarrollo y el debilitamiento al incrementarse la harina

de frijol en la masa. Los aumentos de absorción de agua al incorporar esta harina se atribuyen a su mayor contenido de fibra dietética (17, 18) que en el frijol oscilan entre 15,2 y 24,9 % y en la harina de trigo de 2,4 y 2,8 %. La fibra retiene el agua en el interior de los espacios celulares de la matriz fibrosa por la acción de la tensión superficial -agua atrapada-, así como por interacciones con las macromoléculas que la constituyen a través de puentes de hidrógeno u otro tipo de interacción dipolar-agua ligada (21, 22). Esto aunque pareciera resultar conveniente para aumentar el rendimiento panadero, las masas con harina de frijol al disminuir su estabilidad y debilitamiento durante el mezclado

Tabla 4. Caracterización farinográfica de las mezclas de harina de trigo y frijol

Harina de trigo (%)	Harina de frijol (%)	Absorción de agua (%)	Tiempo de desarrollo (min)	Estabilidad (min)	Debilitamiento (U.F.)
100	0	64,05 c (0,03)	6,25 c (0,25)	13,00 a (0,50)	35,00 e (0,05)
92,5	7,5	65,21b (0,13)	6,27 c (0,45)	12,60 a (0,50)	47,67 d (7,51)
85	15	66,10 a (0,27)	6,40 c (0,50)	9,00 b (0,60)	57,67 c (2,52)
77,5	22,5	66,28 a (0,19)	7,20 b (0,10)	6,57 c (0,15)	65,00 b (0,02)
70	30	66,30 a (0,41)	8,70 a (0,30)	4,97 d (0,35)	87,67 a (2,52)

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$.

no se les pudo añadir más agua en la fórmula que a las que solo contenían harina de trigo porque se tornaban pegajosas y difíciles de manipular después del mezclado.

Al procesar las variables de respuesta siguiendo el diseño de mezcla, se encontró que el análisis de varianza de la regresión fue significativo ($p \leq 0,05$) y no así la prueba de falta de ajuste. El análisis de los residuos no mostraron observaciones atípicas y los residuos estandarizados siguieron la distribución normal con media 0 y desviación típica 1. Las variables de respuesta que no resultaron significativas fueron: poros y humedad, diámetro en pan suave y altura en pan duro. En la Tabla 5 se muestran las ecuaciones y los coeficientes de determinación (R^2).

Como la harina de frijol no forma gluten, que es la red capaz de retener los gases producidos durante la fermentación y que hace crecer la masa, contribuye menos que la harina de trigo en los atributos de volumen específico, altura y desarrollo, lo cual se ve reflejado en los menores coeficientes en las ecuaciones.

La harina de frijol tuvo los mayores coeficientes en los atributos olor y sabor diferentes, ya que aporta el olor y sabor típico de esta legumbre que es diferente al de la harina de trigo. Con relación a la uniformidad del color en la superficie del pan, los panes con harina de frijol se oscurecen en la superficie, la cual deja de ser uniforme porque aparecen manchas marrones fundamentalmente en los abultamientos o ampollas, que aumentan con el contenido de harina de frijol en la mezcla. Esto se atribuye a que como el frijol tiene mayor contenido de compuestos nitrogenados tiene un mayor aporte de aminoácidos para la reacción de Maillard. Por tanto la harina de trigo contribuye con un mayor coeficiente respecto a la uniformidad del color.

Sobre la base de los valores alcanzados para cada variable de respuesta en cada tipo de pan y seleccionando las restricciones que permitieran la elaboración de un producto de calidad aceptable se fijaron las restricciones que aparecen en la Tabla 6.

Tabla 5. Ecuaciones y coeficientes de determinación obtenidos para los panes de corteza suave y dura

Variables de respuesta	Pan de corteza suave		Pan de corteza dura	
	R^2	Modelo Codificado	R^2	Modelo Codificado
Volumen específico (VE)	0,89	VE= 4,10 A + 2,64 B	0,90	VE= 3,37 A + 2,25 B
Altura (h)	0,79	h=5,05 A + 4,04 B		
Diámetro (D)			0,91	D=10,08 A + 9,05 B + 1,73 AB
Desarrollo (DS)	0,85	DS=8,07 A + 3,13 B	0,93	DS=7,09 A + 2,85 B + 5,17 AB
Color uniforme(CU)	0,93	CU=7,92 A + 1,31 B	0,92	CU=9,09 A + 3,84 B
Olor diferente (OD)	0,93	OD=0,68 A + 8,56 B	0,97	OD=1,71 A + 7,04 B
Sabor diferente (SD)	0,89	SD =1,35 A + 9,93 B	0,96	SD =1,10 A + 9,75 B
Calidad (CL)	0,84	CL =7,15 A + 2,74 B	0,99	CL =7,82 A + 1,98 B

A: harina de trigo B: harina de frijol

Tabla 6. Restricciones impuestas para cada tipo de pan

Variables de respuesta	Pan de corteza suave	Pan de corteza dura
Volumen específico	3,0 a 4,17	3,0 a 3,57
Altura	4,0 a 5,15	
Diámetro		9,0 a 10,3
Desarrollo	6,5 a 7,8	6,0 a 7,3
Color uniforme	4,0 a 9,35	4,0 a 8,9
Olor diferente	0,4 a 4,0	1,4 a 6,0
Sabor diferente	0,38 a 4,0	0,9 a 6,0
Calidad	5,0 a 7,8	5,0 a 7,7

La solución que permitía emplear el mayor contenido de harina de frijol la incorporaba en 9 % en pan suave pudiendo llegar a 9,6 % en el de corteza dura. Por tanto se pudo sustituir parcialmente un producto importado por uno nacional el cual dada su composición debe aportar al contenido de proteínas del pan.

CONCLUSIONES

Con el frijol blanco (*Phaseolus vulgaris* L.) fue posible la obtención de una harina con un tamaño de partículas adecuado para emplear en panificación. Con el aumento del contenido de la harina de frijol en las masas se incrementó la absorción farinográfica, el tiempo de desarrollo y el debilitamiento y se disminuyó la estabilidad. Se determinó que para obtener panes de calidad aceptable podía sustituirse hasta 9 % de harina de trigo por harina de frijol en el pan de corteza suave y hasta 9,6 % en el de corteza dura.

REFERENCIAS

1. Rosas, G. Módulo III, INCAP/OPS. Notas Técnicas INCAP PP/NT/006 (BVSSAN) [en línea]. Consultado 21 octubre 2015 en http://bvssan.incap.org.gt/local/file/PPNT_006.pdf
2. Geil, P.B.; Anderson. J.W. J. Am. Coll. Nutr. Dec, 13(6):549-58, 1994.
3. NC 74-23:1985. *Ganadería. Alimentación animal. Determinación de la granulometría*. Cuba.
4. NC 86-10:1984. *Cereales. Harinas. Determinación de la granulometría*. Cuba.
5. ISO 24557:2009. *Pulses . Determination of moisture content. Air-oven method*.
6. NC-ISO 712:2002. *Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia de rutina*. Cuba.
7. NC 907:2012. *Ganadería. Alimentación Animal. Determinación del contenido de cenizas*. Cuba.
8. NC-ISO 2171:2002. *Cereales y productos de cereales molidos. Determinación de cenizas totales*. Cuba.
9. NC-ISO 20483:2009. *Cereales y legumbres - Determinación del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de la proteína bruta - Método de Kjeldahl*. Cuba.
10. NC 74- 26:1985. *Ganadería. Alimentación animal. Determinación del extracto etéreo*. Cuba.
11. NC 86-08:1984. *Cereales. Harina. Determinación de la grasa*. Cuba.
12. NC 375:2009. *Harina de trigo. Determinación de gluten húmedo mediante lavado manual. Método de rutina*. Cuba.
13. NC-ISO 21415-4:2009. *Trigo y harina de trigo. Contenido de gluten, parte 4: Determinación de gluten seco a partir de gluten húmedo mediante un método de secado rápido*. Cuba.
14. TGL 22874:1981. *Fachbereichstandard, Prüfung von Backwaren, Bestimmung des Volumen, Mifi*. RDA.
15. NC ISO 5530-1:2002. *Harina de trigo. Características físicas de las masas. Parte 1: Determinación de la absorción de agua y propiedades reológicas usando el farinógrafo*. Cuba.
16. NC 877:2012. *Harina de trigo. Especificaciones*. Cuba.
17. U.S. Department of Agriculture (USDA). Agriculture Handbook No 8-20: *Composition of Foods-Cereal, Grains and Pasta*. Washington, US Government Printing Office, 1989.
18. IIIA. *Tabla de Composición de Alimentos*. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Revisión. 2006.
19. León, A. E. y Rosell, C.M. *De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. Córdoba, Báez Impresiones, 2007.
20. Alani, S. R.; Zabik, M.E. y Uebersax, M.A. Cereal Chemistry. 66(4):348-349, 1989.
21. Lang, C.E.; Neufeld, K.J. y Walter, C.E. Techn. Bull. Amer. Inst. Baking. 12(11):1-6, 1990.
22. Haridas, R.P. y Malini, R.H. Food Sci. Technol. India 28(2):92-97, 1991.