FORTIFICACION DEL PAN CON HARINA DE FREJOLES (*Phaseolus vulgaris* L.). I. ASPECTOS FARINOLOGICOS Y DE PANIFICACION[1]

Héctor Wulf[2], *Claudio Cafati*[2] *y Enrique Yáñez*[3]

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
e Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA)
Universidad de Chile
Santiago, Chile

RESUMEN

Se preparó harina de frejoles (frijoles) *(Phaseolus vulgaris, cv Tórtola)*, con el objeto de utilizarla en el enriquecimiento de pan, sustituyendo 2, 4, 6, 8 y 10% de harina de trigo por harina de frejoles. En primer término se prepararon mezclas de harina de trigo y frejoles para estudiar las propiedades farinológicas de estas combinaciones. Luego se prepararon panes que contenían harina de frejoles en las proporciones señaladas, midiéndose los parámetros propios de este producto. Las propiedades farinológicas — absorción de agua, desarrollo de la masa, decaimiento y valor W— acusaron deterioro en los niveles de 6, 8 y 10%. La panificación experimental demostró que la absorción de agua, tiempo de mezcla, peso y volumen del producto, color y textura de la miga no experimentaron variaciones importantes en los niveles de sustitución de 2, 4 y 6%; sin embargo, en las concentraciones de 8 y 10% se observó un deterioro significativo.

INTRODUCCION

El pan es uno de los alimentos básicos de grandes conglomerados humanos en muchos países del mundo. Sin embargo, su ingrediente fundamental —que es la harina de trigo— tiene un contenido de proteína

Manuscrito modificado recibido: 15–2–90.

1 Esta investigación fue financiada por la Subvención No. 127/83 de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), Chile.

2 Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Estación Experimental La Platina, Santiago, Chile.

3 Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Casilla 15138, Santiago 11, Chile.

relativamente bajo, cuya composición de aminoácidos es deficitaria en lisina y otros aminoácidos esenciales (1). Afortunadamente, la proteína de este cereal es complementaria con la de las leguminosas, que tienen una concentración adecuada de lisina, pero que son deficientes en aminoácidos azufrados. Por esta razón, se han hecho numerosos intentos por corregir el balance de aminoácidos de la proteína del pan y mejorar el valor proteínico de este alimento mediante su complementación con harinas de leguminosas tales como soya y garbanzos (2, 3).

Una combinación menos explorada en panificación es la de harina de trigo con harina de frejoles que, de acuerdo con los datos de composición química de estos últimos (4), debería también dar resultados satisfactorios desde el punto de vista de la calidad proteínica del pan.

No obstante, es necesario considerar que el agregado de materiales extraños, generalmente ocasiona deterioro de las características farinológicas de la harina de trigo, que es necesario investigar. Así pues, el objetivo del presente estudio fue evaluar en qué forma la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de frejol, podría modificar los principales parámetros físico-mecánicos de la harina de trigo y la calidad panadera de ésta. La evaluación se hizo mediante ensayos farinológicos que permiten determinar las variables de las características físico-mecánicas de las harinas en la formación y manejo de la masa, y ensayos de panificación experimental que permiten valorar aspectos del proceso de panificación y del producto final, el pan.

MATERIAL Y METODOS

Materiales

La harina de trigo usada en esta investigación fue un producto comercial con un grado de extracción de 78o/o que corresponde a una harina dura.

La harina de frejol (frijol) *(Phaseolus vulgaris)* se elaboró a partir de granos de la variedad Tórtola, color café claro. El procedimiento empleado fue el siguiente:

Limpieza – Se eliminaron las impurezas y granos partidos y dañados.

Lavado – Los frejoles se lavaron durante 6 horas en agua corriente.

Secado – Los granos lavados se secaron mediante una corriente de aire a temperatura ambiente hasta lograr un porcentaje de humedad de 14o/o.

Triturado – Para facilitar su molienda los granos se trituraron en un molino Buhler de Laboratorio, Modelo MLU 200.

Molienda – Los granos triturados se molieron en un molino experimental Buhler, Modelo MLU 202, que consta de tres pasajes de cilindros rayados y de tres cilindros lisos.

Cernido – La harina obtenida se cernió a través de una malla 40 mesh para eliminar residuos ocasionales de las capas periféricas. El producto final acusó una apariencia similar a las harinas panificables, de color marfil cremoso y de granulometría similar a la de las harinas comerciales. El rendimiento en harina de frejol fue de 88.5o/o.

Métodos

Farinograma — Se determinó con el farinógrafo de Brabender, usando una amasadora de 50 gramos y considerando los siguientes parámetros, cada uno con cuatro repeticiones.

Absorción de agua — Es la cantidad de agua requerida para centrar la curva farinográfica en 500 UB (Unidades Brabender). Se expresa en términos de porcentaje.

Desarrollo de la masa — Este desarrollo es el tiempo que transcurre desde el inicio del ensayo hasta que la curva muestra el primer signo de decaimiento. Se expresa en minutos y segundos.

Decaimiento — Este es la distancia desde el punto medio del extremo final de la curva farinográfica a la línea media del gráfico. Se expresa en Unidades Brabender (UB).

Valor W — Llamado también cifra valorimétrica, es un valor empírico de las propiedades físico-mecánicas de la harina medidas en el farinograma con el valorímetro de Brabender.

Panificación Experimental

Se empleó el método de panificación directa (5) que, a la vez, es el método oficial para Chile (N. Ch. 88. Of. 77) (6).

La fórmula base del pan tipo "molde" se incluye en la Tabla 1. En cada ensayo se trabajó con muestras duplicadas de 100 g de harina. La masa se formó utilizando una mezcladora Complete Dough Mixer (National Manufacturing Co.). Luego, se fermentó durante 180 minutos en una cámara de fermentación a 30°C y 86°/o de humedad relativa.

Seguidamente, se laminó, se colocó en un molde por 55 minutos a 30°C y se horneó a 226°C por 25 minutos en un horno marca Destath Oven. El pan se pesó a los 60 minutos después de horneado, y se determinó el volumen en un volumenómetro por desplazamiento de semillas pequeñas.

Al día siguiente se evaluaron en forma visual, el color y la textura de la miga, en relación a un pan testigo hecho con una harina especial muy blanca proveniente de trigo duro (5).

Diseño y Análisis Estadístico

Se aplicó un diseño estadístico completamente al azar, con cuatro repeticiones. El cálculo estadístico incluyó análisis de varianza y el test de rango múltiple de Duncan (7).

RESULTADOS Y DISCUSION

Farinografía

Los resultados de los farinogramas se dan a conocer en la Tabla 2.

TABLA 1

FORMULA BASE DE PAN TIPO MOLDE[1]

Ingredientes	
Harina de trigo	100 g
Manteca vegetal hidrogenada	3 g
Leche desgrasada	4 g
Suspensión de levadura fresca al 2o/o	10 ml
Solución sal-azúcar (1, 5 y 4o/o, respectivamente)	10 ml
Agua hasta una consistencia adecuada	

1 Para la elaboración de los panes con los diferentes porcentajes se sustituyó la harina de trigo por harina de frejoles.

TABLA 2

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS DE LAS DIFERENTES MEZCLAS DE HARINA DE TRIGO-HARINA DE FREJOLES[1]

Harina de frejoles o/o	Absorción de agua o/o	Desarrollo min—seg	Decaimiento UB	Valor W
0	62.75 A	8 m. 30 s. C	40 A	77 A
2	63.40 B	9 m. 7 s. B	37 A	76.5 A
4	63.45 BC	9 m. 30 s. A	40 A	73 B
6	63.80 BC	7 m. 45 s. D	50 B	71 B
8	64.00 C	7 m. 30 s. D	50 B	70 C
10	67.00 D	7 m. 30 s. D	52 B	68.5 C

1 Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según la prueba de rango múltiple de Duncan.

El porcentaje de absorción de agua de la harina de trigo (control) fue 62.75, cifra que se elevó progresivamente con la incorporación de niveles crecientes de harina de frejoles hasta alcanzar 67o/o ($P < 0.05$) en la mezcla que contenía 10o/o de harina de frejoles. Este resultado es interesante porque sugiere un aumento en el rendimiento industrial del pan.

El desarrollo de la masa arrojó un incremento significativo del tiempo de desarrollo en los tratamientos de 2 y 4o/o, y una disminución significativa en las dosis de 6, 8 y 10o/o de harina de frejoles ($P < 0.05$). Esto indica que la adición de estos niveles de harina de leguminosa disminuyó la tolerancia del tiempo de fermentación, requiriendo un trabajo industrial más rápido.

El decaimiento del tratamiento control dio un valor de 50 UB, el que no se modificó en forma significativa por la incorporación de 2 y 4o/o de harina de frejol (Tabla 2). En cambio, en las dosis de 6, 8 y 10o/o de sustitución por HF mostró un aumento significativo en este parámetro ($P < 0.05$), indicativo de un deterioro de las características físico-mecánicas de la masa, lo que crea problemas en el manejo de la misma.

El valor W no fue afectado por el reemplazo de 2o/o de harina de trigo, pero disminuyó significativamente ($P < 0.05$) a partir de la dosis de 4o/o, con cada incorporación de harina de frejoles. Este resultado señala una reducción de la calidad global de las características físicas de la masa.

Panificación Experimental

Los resultados se detallan en la Tabla 3, y según puede apreciarse, el porcentaje de absorción de agua no experimentó cambios en las dosis de 2, 4, y 6o/o. En cambio, en los niveles de 8 y 10o/o se observó un descenso significativo ($P < 0.05$) en este parámetro. Este resultado se contrapone con los valores obtenidos en el farinógrafo de Brabender para absorción de agua. Dicho comportamiento se explica porque fue necesario disminuir la incorporación de agua al formar la masa, a fin de evitar la característica de pegajosidad de ésta –que se presentó a partir de la dosis de 6o/o de harina de frejoles– y para permitir un mejor manejo de la masa.

TABLA 3

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE PANIFICACION EXPERIMENTAL[1]

	o/o de harina de frejoles					
	0	2	4	6	8	10
Absorción de agua, o/o	61.75A	61.75A	61.75A	61.80A	61.0B	60.5C
Tiempo de mezcla, min/seg	2	2	2	2	1.50	1.50
Peso del pan, g	144.5A	145A	146AB	145.5BB	147B	147B
Volumen del pan, cm^3	714B	732A	718B	711B	680C	664D
Color de la miga	80A	79B	79B	78C	77.5D	77.5D
Textura de la miga	80A	79B	79B	78C	78.1C	77.5D

1 Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0.05$), según la prueba de rango múltiple de Duncan.
Los valores notificados son promedios de cuatro determinaciones.

El tiempo de mezcla se mantuvo estable en 2 min hasta el tratamiento de 6o/o, para luego descender a 1 min 50 seg en los niveles de 8 y 10o/o de sustitución.

El peso del pan testigo fue de 144.5 g, valor que aumentó significativamente ($P < 0.05$) a partir de la incorporación de 4o/o de HF, alcanzando 147 g en los tratamientos con 8 y 10o/o de harina de frejoles.

El volumen del pan aumentó significativamente ($P < 0.05$) al nivel de 2o/o de reemplazo. En cambio, los valores obtenidos con 4 y 6o/o de HF fueron similares al del testigo ($P > 0.05$), pero en las concentraciones de 8 y 10o/o se observó un descenso importante y significativo ($P < 0.05$) del volumen del pan.

El color de la miga se acentuó significativamente al incorporar la harina de frejol, disminuyendo el puntaje asignado para este parámetro. En los niveles de 8 y 10o/o de sustitución, la coloración adquirió una tonalidad manifiestamente más oscura.

La textura de la miga adquirió más aspereza en todos los niveles de reemplazo por HF ($P < 0.05$). Esta característica fue considerada leve en las dosis de 2 y 4o/o, ligeramente mayor en las dosis de 6 y 8o/o y más áspera al 10o/o.

En suma, los resultados obtenidos en el presente estudio permiten afirmar que el enriquecimiento del pan con harina de frejol *(Phaseulus vulgaris)* var. Tórtola se realiza sin mayores dificultades tecnológicas. Un factor positivo del proceso es la facilidad de molienda del frejol, lo que permite obtener una harina de mayor rendimiento que la harina de trigo, alcanzando un 88o/o de extracción.

Los resultados también demuestran que los cambios observados en los parámetros considerados son de escasa importancia en los niveles de sustitución de 2 y 4o/o; sin embargo, tienen un efecto depresor significativo en las características farinológicas de la harina de trigo y en los parámetros de calidad panadera en las dosis de 6, 8 y 10o/o de incorporación de frejoles. La dosis de 6o/o podría ser utilizada, siempre que la harina de trigo empleada sea de alta calidad industrial.

Estas observaciones no son inesperadas, por cuanto es sabido que el gluten de trigo es único entre las proteínas por su capacidad de extenderse y formar una estructura elástica. Ello permite retener las pequeñas burbujas de gas producidas durante la fermentación y el horneo, y a la vez que crezca la masa, dando un producto de buen volumen y con una miga de estructura fina (8). Es natural que los materiales proteínicos utilizados con fines de enriquecimiento, por carecer de gluten, afecten negativamente el volumen del pan cuando se usan en las concentraciones relativamente altas que deben emplearse para lograr los propósitos de fortificación. Esta información se ha generado principalmente en relación al enriquecimiento del pan con harina de soya, habiéndose establecido que el efecto adverso puede corregirse parcialmente usando agentes oxidantes en niveles más altos que los habituales (2). Tsen y Tang (9) han demostrado que es posible obtener resultados similares mediante el empleo de estearoíl-2-lactilato de sodio (SSL), la sal cálcica del estearoíl-2-lactilato y monoglicéridos etoxilados en masas a las que se había incorporado hasta 12o/o de harina de soya desgrasada, con lo que se anuló en gran parte el efecto depresor del volumen del pan causado por el concentrado proteínico. El más efectivo resultó ser el compuesto SSL.

En nuestro estudio no se emplearon estos compuestos, por lo que es posible pensar que su inclusión podría haber corregido, al menos parcialmente, los aspectos negativos producidos por los niveles más altos de sustitución sometidos a estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Srta. Viola Lyon, la excelente labor secretarial de este artículo.

SUMMARY

BREAD FORTIFICATION WITH BEAN *(Phaseolus vulgaris,* L.) FLOUR. I. FARINOLOGICAL AND PANIFICATION ASPECTS

This paper deals with the incorporation of bean flour *(Phaseolus vulgaris,* var. Tórtola) (BF) made at laboratory scale in bread enrichment, by substituting 2, 4, 6, 8 and 10% wheat flour by bean flour. First, wheat and bean flours blends were prepared to study the farinological properties of these combinations. Then, breads containing bean flour in the above-mentioned proportions were made. At the 6, 8 and 10% levels, a deterioration in farinological properties of the blends, such as water absorption, developing time, weakening and W value were evident. Baking tests showed that no significant changes occurred with respect to water absorption, mixing time, weight and volume of breads, and color and texture of crumb in BF levels of 2, 4 and 6%. However, overall qualities of the breads were significantly impaired at the 8 and 10% levels.

BIBLIOGRAFIA

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **Contenido en Aminoácidos de los Alimentos y Datos Biológicos sobre las Proteínas.** 3a. ed. Roma, Italia, FAO, 1981.
2. Marnett, L. F., R. J. Tenney & V. D. Barry. Methods of producing soy-fortified breads. **Cereal Science Today, 18**(2): 38-50, 1973.
3. Estévez, A. M., F. Figuerola, M. Vásquez, E. Castillo & E. Yáñez. Suplemento de harina de trigo con harina de garbanzo *(Cicer arietinum).* II. Composición química y calidad biológica de panes elaborados con mezclas de las mismas. **Arch. Latinoamer. Nutr., 37**: 515-524, 1987.
4. Schmidt-Hebbel, H. & I. Pennacchioti. **Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos.** Santiago, Editorial Universitaria, 1985.
5. American Association of Cereal Chemists. **Approved Method of the AACC.** St. Paul, Minn., The Association, 1983.
6. Instituto Nacional de Normalización (Chile). Harina de trigo para panificación. N. Ch. 88. Of. 77, 1977.
7. Duncan, D. B. Multiple range and multiple F tests. **Biometrics, 11**: 1, 1955.
8. Primo Yúfera, E. **Química Agrícola III. Alimentos. Cereales.** Madrid, Editorial Alhambra, S. A., 1979.
9. Tsen, C. C. & R. T. Tang. K-State process for making high-protein breads. 1. Soy flour bread. **Baker's Dig., 45**(5): 26, 1971.