

EMPLEO DE LA PREMEZCLA FORTIFICADA DE MAÍZ Y SOYA EN LA ELABORACIÓN DE PAN

*Gwendolyne Hernández**, *Marta Álvarez*, *Margarita Nuñez de Villavicencio* y *Barbarita Rosas*

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia.

Carretera al Guatao km 3½, La Habana 19200, Cuba.

E-mail: wendy@iia.edu.cu

RESUMEN

Se analizó la influencia de la sustitución parcial de harina de trigo por una premezcla fortificada de harinas de maíz y soya (CSB) y la adición de grasa, sobre los atributos físicos y sensoriales del pan de molde y se desarrollaron fórmulas de buena calidad con el empleo óptimo del CSB. Se utilizó un diseño de experimento mixto con un D-Óptimo para las mezclas de harina de trigo y CSB con niveles de sustitución de harina de trigo en la mezcla entre 10 y 35 % y un diseño factorial para los niveles de grasa de 0, 3 y 6 %. Se elaboraron los panes según el diseño de experimento. Se obtuvo un modelo matemático para cada variable de respuesta analizada. Se realizó la optimización de los resultados y se seleccionó la mejor variante. Se definió como la fórmula de pan óptima la que contenía un 87 % de harina, 13 % de CSB y 4,5 % de grasa.

Palabras clave: pan, harina, maíz, soya.

ABSTRACT

Use of the fortified corn and soy premix in bread making

The influence of the partial substitution of wheat flour by the fortified premix of corn-soy meals blended (CSB), and the addition of fat, upon the physical and sensorial attributes of a tin bread were analyzed. Formulas of good quality bread were developed with optimum employment of the CSB. An experiment design mixed with a D-Optimal was used for wheat flour/CSB mixtures with substitution levels of wheat flour between 10 and 35 % and a factorial design for the fat levels of 0, 3 and 6%. The breads were made following the experiment design. A mathematical model for each variable response analyzed was obtained. The optimization of the results was performed and it was chosen as optimum levels for bread making a 87 % of flour, 13 % of CSB and 4,5 % of fat.

Keywords: bread, flour, corn, soy, CSB.

INTRODUCCIÓN

El CSB (del inglés corn soy blend) es una mezcla de harinas parcialmente precocidas de maíz y soja (70 y 30 % respectivamente) fortificada con vitaminas A, B y C y los minerales hierro, calcio y zinc. Este producto, llamado en Cuba comercialmente Fortachón, se utiliza en las cinco provincias orientales del país para prevenir y controlar la anemia y contribuir a cubrir las carencias nutricionales de los niños entre 6 meses y 5 años.

El pan es considerado un alimento básico en la alimentación humana, su proceso de elaboración permite realizar sustituciones parciales de la harina de trigo por diferentes sucedáneos como arroz, soya y maíz (1-3) con el fin de mejorar los hábitos alimentarios de la

**Gwendolyne Hernández Rodríguez: Ingeniera Química (ISPJAE, 2007). Máster en Ciencias y Tecnología de los Alimentos (UH, 2015), Especialista de la Dirección de Cereales, pertenece al grupo de Investigación de Molinería Panadería.*

población y también a disminuir los costos de producción. No obstante, se conoce que el nivel de sustitución influye directamente sobre los atributos físicos y sensoriales del pan (3, 4). El CSB usualmente se emplea como ingrediente en recetas de atoles, pudines, croquetas y otros platos, sin embargo, facilitaría su consumo si se pudiera incorporar dicha mezcla a productos horneados que pudieran elaborarse en las panaderías.

Los objetivos de este trabajo fueron analizar la influencia que tendría sobre los atributos físicos y sensoriales del pan de molde la sustitución parcial de harina de trigo por CSB y la adición de grasa, así como desarrollar fórmulas de pan de buena calidad con un empleo óptimo del CSB.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de los panes se utilizó una harina de trigo fuerte producida por la Industrial Molinera de La Habana con: 13,6 % de humedad; 11,0 % de proteínas; 31,7 % de gluten húmedo; 11,3 % de gluten seco y 0,62 % de cenizas, óptima para procesos de panificación (5) y la premezcla CSB proveniente del Complejo Lácteo de Bayamo con: 5,20 % de humedad (6); 14,33 % de proteínas (7) y 2,06 % de cenizas (8) que cumplía con las especificaciones de calidad reportadas por la literatura (9).

Se utilizó un diseño de experimento mixto para determinar la influencia de la adición del CSB y la grasa sobre la calidad del pan. Se empleó un D-Óptimo para la parte correspondiente a las mezclas de harinas, variando las proporciones de la de trigo en la mezcla de 65 a 90 % y del CSB entre 35 y 10 %. Para la parte correspondiente a la proporción de grasa en la fórmula, que varió entre 0 y 6 %, se empleó un diseño factorial. El resto de los ingredientes de la fórmula se mantuvieron constantes, expresados sus porcentajes sobre la base de 100 % de la mezcla de harinas y fueron 54 % de agua, 6 % de azúcar refinado, 2 % de sal, 1 % de levadura seca activa Lefersa y 1 % de mejorador HARICUB. Las corridas experimentales se realizaron de forma aleatoria de acuerdo a la matriz del diseño (Tabla 1).

Los panes se elaboraron en la planta piloto de cereales con 1,5 kg de harina de trigo en cada corrida experimental. Se realizó el pesaje de las materias primas de acuerdo a la fórmula. El mezclado se realizó en una

mezcladora de brazo en espiral, marca TECNOPAST, de 5 kg de capacidad. La fermentación se llevó a cabo en cámaras con temperatura controlada a 32 °C durante 45 min. La desgasificación se realizó en la misma mezcladora durante 2 min. Se dividió la masa en porciones de 540 g, se boleó y se colocó en moldes previamente engrasados, luego se sometieron a un proceso de dilatación a 36 °C, durante 180 min. Los panes se hornearon sin vapor, en un horno eléctrico de gavetas a 200 °C durante 20 min. y posteriormente las muestras se dejaron enfriar durante 2 h antes de realizar los análisis.

Se pesaron los panes en la balanza técnica y se les determinó el volumen mediante el desplazamiento de semillas (10). Se propusieron como variables de respuesta del diseño: la firmeza medida de forma instrumental mediante ensayos de compresión simple con el analizador de textura TA.HD plus, (11), la altura fue medida con ayuda de un pie de rey y el volumen específico calculado mediante la relación volumen/masa.

Para la evaluación sensorial se utilizó una comisión compuesta por seis catadores adiestrados en la evaluación de este tipo de producto. Se aplicaron escalas continuas estructuradas de 10 cm de longitud con intensidad creciente del descriptor de izquierda a derecha para la evaluación de los atributos color amarillo en la miga, olor a cereal, sabor a cereal, suavidad de la miga y calidad global (12) los cuales también fueron propuestos como variables respuestas en el diseño.

Tabla 1. Matriz del diseño

std	Corridas	Trigo	CSB	Grasa
6	1	77,50	22,50	6,00
5	2	90,00	10,00	6,00
1	3	65,00	35,00	6,00
7	4	77,50	22,50	0,00
4	5	90,00	10,00	3,00
9	6	65,00	35,00	3,00
8	7	90,00	10,00	0,00
11	8	71,25	28,75	4,50
3	9	77,50	22,50	3,00
15	10	90,00	10,00	6,00
13	11	83,75	16,25	4,50
14	12	65,00	35,00	0,00
10	13	71,25	28,75	1,50
17	14	65,00	35,00	6,00

Los resultados de las variables de respuesta fueron procesados mediante la metodología de superficie de respuesta, se obtuvieron los modelos matemáticos para las variables que resultaron significativas, se procedió a la optimización de los resultados y se seleccionó la mejor fórmula.

Tanto para el diseño como para el tratamiento de los resultados se utilizó el programa estadístico Desing Expert 8.0 (Stat-ease, Minnesota).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto para las variables físicas como para los atributos sensoriales, el análisis de varianza de la regresión resultó significativo ($p < 0,0001$). La prueba de falta de ajuste, resultó no significativa en todos los casos para $p \geq 0,05$. Los residuos estandarizados siguieron una distribución normal y no se detectaron observaciones atípicas. En la Tabla 2 aparecen los modelos ajustados para las variables respuestas.

Los valores de firmeza (textura instrumental) se encontraron entre 238,1 kg/cm² y 1124,1 kg/cm². Según se observa, en el modelo estimado para la firmeza, el componente CSB (B) tuvo una mayor influencia. La sustitución parcial de harina de trigo (A) por CSB provocó un aumento en los valores de la firmeza, lo que explica su dependencia lineal positiva. El pan se volvió más firme debido a que las paredes de las celdas de la miga ofrecían mayor resistencia a la compresión. En la ecuación aparece una interacción negativa entre el CSB y la grasa (C), lo cual es ventajoso, ya que prueba

estadísticamente el efecto de atenuación de la firmeza del pan al incluir la grasa en la fórmula, lo que confirma los resultados informados (13).

Los valores del volumen específico (relación entre el volumen y el peso del pan) oscilaron de 2,39 mg/L a 5,63 mg/L y los de la altura de 7 cm a 13,9 cm, mientras que los resultados promedios del volumen específico y la altura de la muestra patrón (100 % de harina de trigo) fueron 5,57 mg/L y 13,9 cm, respectivamente.

Tanto para el volumen específico como para la altura, los resultados de la proporción 90 Harina/10 CSB fueron semejantes al patrón, corroborándose lo planteado por Sabanis y Tsia referente a que la sustitución de un 10 % de harina de trigo por otros sucedáneos como maíz, soya y arroz, no afecta perceptiblemente los indicadores de la calidad del pan (3). En las ecuaciones se aprecia que la proporción de harina de trigo tiene mayor influencia que el CSB sobre estas dos variables respuestas. Se destaca además que la grasa no influyó de forma significativa ($p \leq 0,05$) sobre estas dos variables respuestas.

Al incrementar la dosis de CSB se obtuvieron panes de poca altura y volumen, ya que la red de gluten no fue capaz de expandirse y a su vez retener el dióxido de carbono necesario para provocar el levantamiento de la masa, un volumen mayor del pan es el resultado de una celda de tamaño mayor con una distribución uniforme (14).

El olor a cereal también se vio influenciado por la dosis de CSB. En el modelo se aprecia que los coeficientes más altos corresponden al CSB por lo que a medida

Tabla 2. Modelos matemáticos de las variables de respuesta

VARIABLES DE RESPUESTA	Ecuaciones	R ²
Firmeza	234,19 A + 850,28 B -244,84 BC	0,90
Volumen específico	5,18 A + 2,85 B	0,83
Altura	14,19 A + 8,19 B	0,87
Olor a cereal	2,84 A + 8,24 B - 1,16 BC	0,89
Suavidad de la miga	8,65 A + 4,18 B + 0,85 AC	0,87
Sabor a cereal	3,43 A+ 6,49 B -1,26 BC -11,07 ABC ²	0,93
Color de la miga	5,02 A+ 0,43 B	0,83
Calidad global	9,64 A +5,04 B+0,63 AB	0,93

A: Harina de trigo

B: CSB

C: Grasa

que disminuyó la presencia de harina de trigo en la formulación se dispersó el olor típico a producto recién horneado. No obstante, según se aprecia en la ecuación de regresión existe una interacción negativa entre el CSB y la grasa. Ésta última posee un olor agradable que contrarresta el olor del CSB en el pan.

En la suavidad de la miga, la interacción de la harina de trigo con la grasa favoreció dicho atributo, mientras que al combinarse con el CSB provocó un efecto contrario sobre la misma; volviéndose más densa y áspera al tacto por lo que un nivel intermedio de grasa sería lo recomendable. El incremento de la dosis de CSB dio como resultado un pan de miga cerrada con mayor resistencia a la compresión, coincidiendo con lo reportado por autores de trabajos de sustitución de harina de trigo por sucedáneos (3,15).

En el modelo del atributo sabor a cereal existe una interacción negativa entre la grasa y el CSB, también entre los tres ingredientes estudiados y a medida que disminuye la dosis de harina de trigo en la formulación desaparece el sabor típico a pan fresco, predominando el sabor fuerte a CSB lo cual deteriora la calidad del producto.

En el color de la miga se observó una dependencia lineal positiva a medida que aumentó la dosis de CSB, desapareció el color blanco típico de productos horneados de harina de trigo y se tornó más amarillenta y oscura. Dicho comportamiento se atribuye al color amarillento propio del CSB (16) debido a la presencia mayoritaria del maíz.

En cuanto a la calidad global, la harina de trigo y el CSB influyeron con mayor fuerza en el criterio emitido por los jueces sobre la calidad global del producto.

Aunque existió una interacción positiva entre ambos, la harina (con un mayor coeficiente), incidió en mayor medida sobre la aceptación del producto. La Fig. 1 muestra el gráfico de superficie de respuesta para el modelo. Como se explicó en los modelos anteriores (volumen específico y altura), la harina de trigo posee las proteínas necesarias para elaborar un pan con calidad satisfactoria y a medida que se sustituye parte de la proteína formadora de gluten por otras presentes en cereales que no la contienen, irá en decremento la calidad global.

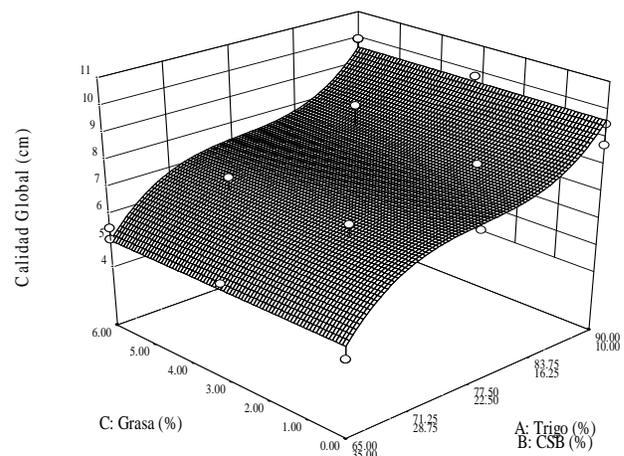


Fig. 1. Superficie de respuesta para la calidad global.

En la Tabla 3 aparecen las restricciones establecidas tanto para los parámetros físicos como para los atributos sensoriales.

La optimización de los resultados arrojó 10 soluciones posibles en las que los niveles de harina oscilaron entre 86,80 % y 87,18 % y por tanto el CSB entre 13,20 % y

Tabla 3. Límites establecidos para la formulación óptima

Variables	Límites	
	Inferior	Superior
Volumen específico (cm ³ /g)	4,0	-
Altura (cm)	13,0	-
Olor a cereal (cm)	2,2	6,0
Suavidad de la miga (cm)	8,0	9,7
Sabor a cereal (cm)	2,9	5,0
Calidad global (cm)	8,0	-

12,82 %, con niveles de grasa entre 4,44 % y 4,96 %. Se propuso como formulación óptima 87 % de harina de trigo, 13 % de CSB con 4,50 % de grasa, donde los valores de la harina de trigo y el CSB aparecen expresados como números enteros lo cual es lo más adecuado para el trabajo en la panadería.

CONCLUSIONES

Se definió un modelo matemático para cada una de las variables estudiadas (firmeza, altura, volumen específico, color de la miga, olor a cereal, sabor a cereal, suavidad de la miga y calidad global). Se desarrollaron fórmulas de pan con diferentes niveles de sustitución de harina de trigo por CSB, y se estimó como fórmula óptima la que contenía 87 % harina de trigo, 13 % de CSB y 4,50 % de grasa.

REFERENCIAS

1. Piel, D.; Álvarez, M.; Castillo, A.; Hernández, G.; González, I. y Falco, S. *Cienc. Tecnol. Alim.* 17(3):54-59, 2007.
2. Henao, S. y Aristizábal, J. *Revista de Ingeniería e Investigación.* 29(1):39-46, 2009.
3. Sabanis, D y Tzia, C. *Food Bioprocess Technology.* 2:68-79, 2009.
4. Gray, J.A. y Bemiller, J.N. *Comprehensive Reviews. Food Science and Food Safety.* 2:1-21, 2003.
5. NC 877. Harina de trigo especificaciones. Cuba, 2012.
6. NC ISO 712. Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia de rutina. Cuba, 2002.
7. AOAC. Protein determination. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist. Minnesota, AOAC, 1976.
8. NC ISO 2171. Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de cenizas. Cuba, 2002.
9. USDA. Commodities Requirements. Corn-Soy Blend for Use in Export Programs [en línea]. Consultado 13 enero 2011 en www.usaid.gov/our_work/humanitarian_assistance
10. TGL 22674. Fachbereich Standard Pruefung Von backwaren. Bestimmung des volumens Alemania, 1981.
11. AACC. 74-09. Standard method of determination of firmness in bread, Estados Unidos, 1995.
12. AACC 74-30. Staleness of Bread - Sensory Perception Test. Estados Unidos, 2001.
13. Magaña, E.; Ramírez, B.; Torres, P.; Sánchez, D. y López, J. *Interciencia.* 36(4):248-255, 2011.
14. Pavlovich, A.; Salazar, M.G.; Cinco, J.; Ortega, R y Gámez, N. *Interciencia.* 34(8):577-582, 2009.
15. Álvarez, M.; Fernández, M.; González, M.; Rodríguez, I. y González, I. *Cienc. Tecnol. Alim.* 17(3):60-66, 2007.
16. Kehlet, U.; Kaestel, P.; Hausner, H.; Bredie, W. y Allesen-Holm, B. *African J. Food Sci.* 5(4):200-207, 2011.