

# INFLUENCIA DE LAS HARINAS ESPECIALES EN LA CALIDAD DEL PAN DE MOLDE: EVALUACIÓN INSTRUMENTAL

M.J. Gavilán<sup>1</sup>, C. Chaya<sup>2</sup>, G. Rodríguez<sup>1</sup> and M.J. Callejo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Tecnología de Alimentos. <sup>2</sup>Dpto. de Estadística y Métodos de Gestión en Agricultura.  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.  
Universidad Politécnica de Madrid (UPM).  
Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid. Spain.  
mj.callejo@upm.es

## OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia del empleo de harina de maíz y harina de centeno sobre la calidad del pan de molde y su evolución durante la conservación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon harinas comerciales de trigo (Harinera de Salvanés, Madrid, España), maíz (Actividades del Maíz S.A., Guadalajara, España) y 2 harinas de centeno (Harinas Esteban, Valladolid, España) de diferente tasa de extracción (T.E) -C1 con T.E. del 65% y C2, con T.E. del 85%.

### Muestras de pan

El pan control se elaboró con harina de trigo (100T). En los panes con harinas de maíz, las tasas de mezcla Trigo:Maíz se determinaron mediante pruebas sensoriales de diferencias triangulares [1]. Las tasas seleccionadas fueron 80T:20M, 60T:40M y 40T:60M. Para los panes de centeno, las tasas de mezcla Trigo:Centeno fueron 80T:20C1 y 40T:60C2. Todos los panes fueron elaborados en el Departamento de Tecnología de Alimentos de la E.T.S.I.Agrónomos (Universidad Politécnica de Madrid).

### Protocolo de panificación

El pan control y los panes con mezclas Trigo:Maíz fueron panificados con el mismo procedimiento e incluyendo grasa, azúcar y leche en polvo en su formulación. Para compensar la dismi-

nución de gluten provocada por la alta tasa de sustitución de trigo por maíz, a los panes 60T:40M y 40T:60M se añadió un 4% de gluten vital. En los panes de centeno se empleó masa madre comercial.

Todos los panes se elaboraron el mismo día (Figura 1). Con vistas a la homogeneización de los productos obtenidos, el proceso fue monitorizado y controlado. La reproducibilidad en la elaboración se garantizó mediante pruebas sensoriales de similaridad de las muestras de pan [1].

Las porciones de 1000±5 g de masa, se fermentaron y cocieron en moldes de 40 cm x 10 cm x 10cm. Los panes se envasaron en bolsas de polipropileno co-extrusionado 2 h después de salir del horno y se conservaron a temperatura ambiente durante 10 días. Todos los panes se elaboraron por duplicado.



Figura 1.- Muestras de pan.

Muestra de pan	Humedad (%)	Volumen (ml)	Densidad (g/ml)
100T	36.89 <sup>a</sup>	2565.0 <sup>f</sup>	0.38 <sup>a</sup>
80T:20M	37.43 <sup>a</sup>	2512.5 <sup>e</sup>	0.39 <sup>a</sup>
60T:40M	37.62 <sup>a</sup>	2272.5 <sup>d</sup>	0.42 <sup>b</sup>
40T:60M	37.07 <sup>a</sup>	1892.5 <sup>b</sup>	0.50 <sup>d</sup>
80T:20C1	40.28 <sup>c</sup>	1992.5 <sup>c</sup>	0.48 <sup>c</sup>
40T:60C2	38.73 <sup>b</sup>	1720.0 <sup>a</sup>	0.56 <sup>e</sup>

**Tabla 1.-** Contenido en humedad, volumen y densidad de las muestras de pan. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre muestras ( $p < 0,01$ ).

Muestra de pan	Firmeza (N)	Elasticidad (%)
100T	7.90 <sup>a</sup>	19.50 <sup>c</sup>
80T:20M	12.22 <sup>b</sup>	16.33 <sup>b</sup>
60T:40M	15.50 <sup>e</sup>	15.67 <sup>b</sup>
40T:60M	29.27 <sup>d</sup>	11.33 <sup>a</sup>
80T:20C1	24.85 <sup>c</sup>	18.50 <sup>c</sup>
40T:60C2	55.67 <sup>e</sup>	16.00 <sup>b</sup>

**Tabla 2.-** Firmeza y elasticidad de las muestras de pan 24h después de la cocción. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre muestras ( $p < 0,01$ ).

### Evaluación instrumental

La **humedad** de los panes se determinó según el método ISO 712:1998. Para el **volumen**, se siguió el método de desplazamiento de semillas. La densidad se calculó en g/ml. Los resultados son media de dos determinaciones.

La firmeza y elasticidad de las muestras de pan se determinaron instrumentalmente mediante el texturómetro Stevens modelo QTS-25. La **firmeza** de la miga se cuantificó midiendo la fuerza necesaria para comprimir una rebanada hasta una deformación predeterminada. La **elasticidad** de la miga se determinó como la energía recuperada (%RW) en un ensayo de compresión-descompresión [2], como:

$$\%RW = \left( \frac{\text{área bajo la curva de descompresión}}{\text{área bajo la curva de compresión}} \right) \times 100.$$

Características del ensayo de compresión-descompresión: deformación constante, 8mm; velocidad de deformación 30 mm/min; diámetro de la sonda 5.08 cm.

Se emplearon 3 rebanadas de 20mm de espesor de cada pan en cada uno de los 3 momentos de determinación de la textura durante el almacenamiento: a las 24 h (día 1), a los 5 días y a los 10 días de la elaboración.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico de las pruebas sensoriales de diferencias se realizó mediante tests sobre proporciones apropiados para las pruebas triangulares. Para las pruebas sensoriales de similitud se siguió el método propuesto por Bi [3]. Todos los parámetros de la evaluación instrumental fueron analizados estadísticamente por medio de ANOVA ( $p < 0.05$ ) seguido de tests de comparación múltiple de medias de Newman-Keuls ( $p < 0.01$ ) cuando era preciso. Para los cálculos se empleó el programa informático Statgraphics Plus 5.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de volumen, densidad y humedad y su correspondiente análisis estadístico, se recogen en la tabla 1.

La humedad fue significativamente mayor en los panes de centeno, probablemente debido a la mayor capacidad de absorción de agua de estas harinas. Este parámetro se asocia con una mejor evolución de los parámetros de textura durante la conservación [4]. La incorporación de harinas especiales supuso una disminución del volumen del pan, que fue tanto más pronunciada cuanto mayor era la tasa de sustitución, incluso en los panes de maíz con gluten añadido. Para una misma tasa de sustitución, los panes con centeno tenían menor volumen que los de maíz. Se dio una relación inversa entre el volumen y la densidad de los panes.

La Tabla 2 presenta los valores de la firmeza y elasticidad de las muestras de pan 24 h después de la cocción.

La adición de harinas de maíz y centeno produjo un incremento de la firmeza de la miga de pan en el día 1, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los panes 80T:20M y 60T:40M. Para la misma tasa de sustitución, los panes con centeno tenían valores de firmeza más elevados.

Respecto a la elasticidad, los panes 100T y 80T:20C1 mostraron el mejor

Muestra de pan	Incrementos de firmeza (%)		Decrementos de elasticidad (%)	
	F1-51	F1-102	E1-53	E1-10 4
100T	33.90 <sup>cd</sup>	57.26 <sup>b</sup>	19.45 <sup>a</sup>	25.20 <sup>b</sup>
80T:20M	25.06 <sup>bc</sup>	37.67 <sup>a</sup>	30.60 <sup>b</sup>	36.76 <sup>c</sup>
60T:40M	17.99 <sup>ab</sup>	27.28 <sup>a</sup>	18.68 <sup>a</sup>	27.02 <sup>b</sup>
40T:60M	10.22 <sup>a</sup>	34.77 <sup>a</sup>	8.38 <sup>a</sup>	14.23 <sup>a</sup>
80T:20C1	63.72 <sup>e</sup>	91.80 <sup>c</sup>	18.70 <sup>a</sup>	23.39 <sup>ab</sup>
40T:60C2	37.88 <sup>d</sup>	65.35 <sup>b</sup>	11.36 <sup>a</sup>	21.89 <sup>ab</sup>

**Tabla 3.-** Incrementos en la firmeza y decrementos en la elasticidad de la miga de las muestras de pan durante la conservación.

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre muestras ( $p < 0,01$ ).

<sup>1</sup> F<sub>1-5</sub> = [(firmeza Día 5 – firmeza Día 1)/firmeza Día 1] x 100

<sup>2</sup> F<sub>1-10</sub> = [(firmeza Día 10 – firmeza Día 1)/firmeza Día 1] x 100

<sup>3</sup> E<sub>1-5</sub> = [elasticidad Día 5 – elasticidad Día 1/ elasticidad Día 1] x 100

<sup>4</sup> E<sub>1-10</sub> = [elasticidad Día 10 – elasticidad Día 1/ elasticidad Día 1] x 100

comportamiento, mientras que el valor más bajo de este parámetro fue el del pan con mayor contenido en maíz (40T:60M). El resto de los panes no mostró diferencias estadísticamente significativas.

El envejecimiento del pan viene acompañado por un incremento en la firmeza y una disminución en la elasticidad de la miga [3], por lo que se pueden establecer correlaciones entre estos dos parámetros y el tiempo de conservación. En la tabla 3 aparecen los incrementos de firmeza y decrementos de elasticidad determinados en diferentes momentos a lo largo de la conservación.

Considerando los incrementos de firmeza, los panes con harinas de maíz mostraron un mejor comportamiento. A los 5 días de conservación, dicho comportamiento era mejor en los 2 panes que además contenían gluten vital (40T:60M y 60T:40M).

Respecto a los decrementos de elasticidad, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los panes a los 5 días de conservación, salvo para el pan 80T:20M (sin gluten añadido) que tuvo el valor más elevado. Sin embargo, a los 10 días de conservación, tanto los panes con centeno como el pan con mayor contenido en maíz mostraron el mejor comportamiento.

## CONCLUSIÓN

La incorporación de harinas especiales, tanto de maíz como de centeno, supuso una disminución del volumen del pan, mayor cuanto mayor era la tasa de sustitución de harina de trigo. Esta disminución fue más pronunciada con las harinas de centeno.

La sustitución de harina de trigo por harina de maíz y por harina de centeno, provocó un aumento de la firmeza y una disminución de la elasticidad de la miga del pan control determinadas en el día 1, con la consecuente disminución de la calidad del pan.

Desde el punto de vista del envejecimiento del pan, considerando la evolución del incremento de la firmeza y del decremento de la elasti-

cidad de la miga, el pan 40T:60M fue el que mostró un mejor comportamiento a los 10 días de conservación.

## Bibliografía

- 1.- GAVILÁN, M.J.; CALLEJO, M.J.; CHAYA, C. and RODRÍGUEZ, G. (2007). Development of new baked products based on maize flour. Poster sent to "LMC (Centre for Advanced Food Studies) Congress 2007: Innovations in Food Technology" Copenhagen, Denmark, 19-20 September.
- 2.- GIL, M.J.; CALLEJO, M.J.; RODRÍGUEZ, G. and RUIZ M.V. (1999). Keeping qualities of white pan bread upon storage: effect of selected enzymes on bread firmness and elasticity. *Z Lebensm Unters Forsh A.*; 208: 394-399.
- 3.- BI, J. (2005). Similarity testing in sensory and consumer research. *Food Quality and Preference*, 16, 139-149.
- 4.- GIL, M.J., CALLEJO, M.J., RODRÍGUEZ, G. (1997). Effect of water content and storage time on white pan bread quality: instrumental evaluation. *Z Lebensm Unters Forsh A.*, 205: 268-273.