

# EFFECTO DEL SALVADO TOSTADO DE TRIGO EN LA CALIDAD PANADERA Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL PAN MEDIA NOCHE

## EFFECT OF BRAN ROASTED WHEAT ON BREADMAKING AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF BREAD "MEDIA NOCHE"

Murrieta-Puebla D.<sup>1</sup>, Magaña-Barajas E.<sup>1\*</sup>, Buitimea-Cantúa Nydia Estrellita<sup>2</sup>, Morales-Ortega Adriana<sup>1</sup>, Ramírez Wong Benjamín<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Estatal de Sonora. Ley Federal del Trabajo Final, Col. Apolo, C.P. 83100, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>2</sup> Tecnológico de Monterrey, Centro de Biotecnología FEMSA, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L., México, 64849, México.

<sup>3</sup> Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos. Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N, Col. Centro, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México.

### RESUMEN

El aumento en el valor nutricional de los alimentos puede tener un efecto benéfico en la salud de los consumidores. Por lo que el objetivo fue evaluar el efecto de la adición de salvado tostado en el pan tipo media noche sobre su calidad panadera y nutricional. Se utilizaron tres formulaciones para elaborar los panes variando la concentración de salvado tostado (0%, 10% y 15%). Se determinó el análisis proximal, contenido de fibra, contenido de carbohidratos, contenido calórico y calidad panadera de cada tratamiento. El contenido de salvado tostado afectó significativamente ( $p < 0.05$ ) a todos los parámetros de textura evaluados. La firmeza, pegajosidad y gomosis aumentaron aproximadamente en un 55% en promedio en el pan con salvado tostado, comparado con el pan blanco control. La formulación de pan que tuvo una miga más suave fue PS15 que contiene 15% salvado. Esta formulación mostró los valores más altos de ceniza y fibra dietaria total. Además, la presencia de salvado tostado no afectó significativamente ( $p > 0.05$ ) el contenido calórico.

**Palabras clave:** salvado tostado, pan, calidad panadera, nutrición.

### ABSTRACT

The increase in the nutritional value of food can have a beneficial effect on the consumer's health. The objective of this study was to evaluate the effect of wheat roasted bran addition on the caloric content and quality of "media noche" bread. We used three formulations with wheat bran (0%, 10% and 15%), evaluating proximal, caloric content, fiber content, carbohydrates content and bread quality of each treatment. The addition of wheat bran significantly affected ( $p < 0.05$ ) the texture. Bread firmness, gumminess and stickiness increased on average by 55% approximately in bread with bran roasted, compared with white bread control. The breadcrumb was softer with the formulation PS15 of 15% bran. This formulation showed a higher value of ash and total dietary fiber. In addition, the presence of wheat bran in the bread did not affect ( $p > 0.05$ ) its caloric content.

**Keywords:** toasted bran, bread, breadmaking, nutrition.

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el concepto nutrición ha evolucionado notablemente gracias a la investigación constante de ciertas áreas de interés. Las principales prioridades ya no se encuentran centradas en las carencias nutricionales sino radica en el interés entre alimentación y enfermedades crónicas no transmisibles, considerando los efectos de nutrición sobre desarrollo cognitivo, crecimiento y composición corporal entre otros (Olagnero *et al.*, 2007). En cambio, los consumidores buscan aquellos productos que contribuyan a su salud y bienestar, dichos productos son los que ofrece en el mercado, pero a su vez se confunden en realizar la mejor elección. Dentro de los alimentos importantes para la dieta cotidiana del ser humano se encuentra el pan. La definición de pan es: producto obtenido por la acción fermentativa de enzimas naturales de la harina de trigo sobre los azúcares liberados del almidón de la misma (Mondal y Datta, 2007). Desde la antigüedad y hasta el presente, ha sido y es uno de los principales productos alimenticios elaborado con la harina de trigo. Además, es una fuente importante de hidratos de carbono aportando también proteínas y otros nutrientes como ácidos grasos, minerales y vitaminas. Existe una gran variedad de panes, uno de gran popularidad es media noche empleado para elaborar principalmente "hot dog". Este se consume en cantidades elevadas en su formulación tradicional con harina blanca. Por ello es importante reformularlo para favorecer sus propiedades nutricionales.

En México el 61.26% de la harina obtenida por la industria molinera se destina a la elaboración del pan. Asimismo, el pan forma parte esencial de la alimentación de los habitantes, registrando un consumo per cápita de 41.2 kg (Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo, CANIMOLT, 2014). La formulación básica del pan consta de: 100% harina de trigo blanca, 67.5% agua, 2% levadura, 4% azúcar, 2% sal y 3% grasa (los dos primeros afectan principalmente las características de textura y miga del pan) (Mondal y Datta, 2007). La harina es el componente mayoritario de la formulación del pan. Los principales componentes de la harina son: proteínas, fracciones solubles, almidón, fibra y lípidos. La

fracción soluble corresponde a la mezcla de proteína soluble en agua y arabinosanos, correspondiendo a un 2-3% del peso total de la harina.

Desde aproximadamente hace diez décadas se incursiona en el efecto del uso de harinas integrales para la elaboración de pan, observando principalmente que el tamaño de partícula del salvado de trigo influye positivamente en su grado de digestibilidad. Paulatinamente, se ha cobrado cierto interés en la investigación del uso de harinas integrales en la industria panificadora en relación con su calidad panadera, valor nutricional y efecto en la salud. Se conoce como harina integral aquella elaborada con la totalidad del grano de trigo, concepto no diferenciado en México y otros países. Existen las harinas comerciales normalmente denominadas "integrales" que son una mezcla de harina blanca con una porción de salvado adicionado. Por lo anterior, emplearemos el concepto de pan adicionado con salvado de trigo (PS). En ambos casos, son una fuente considerable de fibra dietaria total (FDT). El salvado corresponde a la fracción externa del grano o cáscara que es eliminada durante el proceso de obtención de la harina. Los principales componentes del salvado son: 11.84% fibra cruda o fibra dietaria total (FDT), compuesta por fibra dietaria insoluble (FDI) y fibra dietaria soluble (FDS), 20.5% AX y 21.4% celulosa (Pomeranz, 1988; Swennen *et al.*, 2006; Van Craeyveld *et al.*, 2010). La FDT favorece la reducción de los niveles de glucosa y colesterol en sangre, además ayuda al proceso de la digestión facilitando la formación y liberación de heces (Mataix, 2010; Guadalberto *et al.*, 1997; Rosell *et al.*, 2006). La FDS incrementa los niveles de viscosidad favoreciendo al metabolismo de los hidratos de carbono, compuestos lipídicos y su potencial anti carcinogénico (Escudero *et al.*, 2006). La incorporación de fibra en los alimentos en conjunto con una dieta adecuada para la obesidad y diabetes reducen el índice glucémico (Jenkins *et al.*, 1997).

El PS presenta varios inconvenientes como el cambio de viscosidad de la masa que afecta las propiedades organolépticas: volumen y textura, repercutiendo en la aceptación del producto (Wang *et al.*, 2002; Seguchi *et al.*, 2006; Gajula *et al.*, 2008). Gómez *et al.* (2003) observaron una disminución en la extensibilidad de la masa integral; al mismo tiempo que incrementó la absorción de agua, índice de mezclado y vida de anaquel. Estos autores establecieron que un 2% de fibra (excepto de café y cacao) no altera la palatabilidad del pan. Para reducir tales efectos varios investigadores han buscado agregar diversos aditivos, emplear variadas formulaciones y modificar la estructura del salvado. Por ejemplo, la reducción de tamaño de partículas y el uso de tratamientos térmicos en el salvado de trigo generan de los cambios en las cadenas de hemicelulosa, celulosa y lignina, entre otras que reducen los efectos negativos del mismo (Caprez *et al.*, 1986; Gajula *et al.*, 2008). Finalmente, el objetivo del estudio fue determinar el efecto del contenido de salvado tostado en el pan tipo media noche sobre su calidad panadera y composición nutricional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materia prima

Se utilizó harina comercial marca Los Gallos y salvado de trigo tostado marca Maxilu para la elaboración del pan. Los ingredientes que se utilizaron fueron: sal (Mar de Cortés, Sales del Valle S.A. de C. V.), manteca vegetal (Inca, Alimentos Capullo, S. de R. L de C. V.), levadura instantánea (Nevada, Safmex S.A. de C.V./Fermex S.A. de C.V.), mejorador para pan blanco (Magimix 40, Safmex S.A. de C.V./Fermex S.A. de C.V.), azúcar comercial marca Zulka.

### Formulaciones

Para establecer la fórmula estándar para el pan tipo media noche se realizaron preliminares empleando diferentes concentraciones de sal, levadura, mejorador, manteca y azúcar, y además se probaron dos marcas de leche comercial en polvo (Svelty y Carnation clavel). La cantidad de agua empleada fue obtenida mediante farinogramas. Para obtener la formulación del pan blanco (PB) se modificó la formulación establecida por Magaña-Barajas *et al.* (2011), empleada para pan tipo bolillo. La modificación consistió en probar inicialmente tres contenidos de azúcar (7%, 7.5% y 8%) de los cuales se seleccionó 7.5% por su efecto en la calidad panadera y sabor (datos no mostrados). Posteriormente se obtuvieron varias formulaciones variando la concentración de levadura (3.5% y 4%) y grasa (3% y 5%), manteniendo fijo el resto de los ingredientes (Tabla 1). Las formulaciones pan blanco (PB), pan con 10% salvado tostado (PS10) y pan con 15% salvado tostado (PS15) estándar fueron seleccionadas con base a la calidad nutricional y panadera (Tabla 2). La calidad del pan se evaluó mediante la prueba de análisis de perfil de textura (TPA, por sus siglas en inglés). La textura del pan se evaluó a las 2 horas posteriores al horneado. Se tomó una muestra de miga cortando cubos de 10 mm. Se evaluó la firmeza en un analizador de textura (stable micro system T A. TXplus Texture Analyzer) con 40% de compresión doble, una velocidad de 1 mm/s previo a la prueba con una velocidad de prueba de 3 mm por segundo y una velocidad posterior a la prueba de 5 mm por segundo un cilindro de prueba de plexiglás de 25 mm. El tiempo de prueba fue de 5 s las pruebas se realizaron

**Tabla 1.** Formulaciones empleadas para establecer las formulaciones estándar.

**Table 1.** Formulations used to establish the standard formulations.

Formulaciones	SALV <sup>1*</sup> (%)	LEV <sup>2*</sup> (%)	SAL <sup>*</sup> (%)	GRA <sup>3*</sup> (%)	MEJ <sup>4*</sup> (%)	LEC <sup>5*</sup> (%)	AZU <sup>6*</sup> (%)
PB1 <sup>7</sup>	0	3.5	0.5	3	2	11	7.5
PB2 <sup>8</sup>	0	4	0.5	5	2	11	7.5
PS10a <sup>9</sup>	10	3.5	0.5	3	2	11	7.5
PS10b <sup>10</sup>	10	4	0.5	5	2	11	7.5
PS15a <sup>11</sup>	15	3.5	0.5	3	2	11	7.5
PS15b <sup>12</sup>	15	4	0.5	5	2	11	7.5

<sup>7</sup>PB1 Y <sup>8</sup>PB2: pan blanco, <sup>9</sup>PS10a y <sup>10</sup>PS10b: pan con 10% de salvado, <sup>11</sup>PS15a Y <sup>12</sup>PS15b: pan con 15% de salvado, <sup>1</sup>SALV: Salvado, <sup>2</sup>LEV: levadura, <sup>3</sup>GRA: grasa, <sup>4</sup>MEJ: mejorador, <sup>5</sup>LEC: leche, <sup>6</sup>AZU: azúcar, <sup>\*</sup>Porcentaje basado en la harina.

por triplicado, los parámetros obtenidos fueron firmeza (g-f), gomosidad (g cm/s) y pegajosidad (g-f). Se evaluó el volumen del pan utilizando el principio de desplazamiento de semilla de nabo y un medidor de volumen (marca National MFG Company, modelo PUP). Posteriormente, se obtuvo el peso del pan con una balanza (marca OHAUS, 2610 g de capacidad, Polonia) y, se calculó su volumen específico (VES, cm<sup>3</sup>/g).

Las fórmulas estándar para pan blanco y pan con salvado se seleccionaron tomando en cuenta el volumen específico del pan. Éstas fueron las que contenían 3.5% de levadura y 3% de grasa PB1, PS10a Y PS15a las cuales se denotarán en el resto del escrito como PB, PS10 y PS15 respectivamente (Tabla 2).

**Tabla 2.** Formulaciones estándar.

**Table 2.** Standard formulations.

Formulaciones	SALV <sup>1*</sup> (%)	LEV <sup>2*</sup> (%)	SAL <sup>3*</sup> (%)	GRA <sup>3*</sup> (%)	MEJ <sup>4*</sup> (%)	LEC <sup>5*</sup> (%)	AZU <sup>6*</sup> (%)
PB <sup>7</sup>	0	3.5	0.5	3	2	11	7.5
PS10 <sup>8</sup>	10	3.5	0.5	3	2	11	7.5
PS15 <sup>9</sup>	15	3.5	0.5	3	2	11	7.5

<sup>7</sup>PB1: pan blanco, <sup>8</sup>PS10: pan con 10% de salvado, <sup>9</sup>PS15: pan con 15% de salvado, <sup>1</sup>SALV: Salvado, <sup>2</sup>LEV: levadura, <sup>3</sup>GRA: grasa, <sup>4</sup>MEJ: mejorador, <sup>5</sup>LEC: leche, <sup>6</sup>AZU: azúcar, <sup>\*</sup>Porcentaje basado en la harina.

### Elaboración del pan

Para elaborar el pan tipo media noche se adaptó el proceso establecido por Magaña *et al.* (2011). La adaptación consistió en un minuto de mezclado en seco y 3.5 minutos hidratado. El tiempo de horneado fue de 10 min a 250 °C utilizando un horno (marca National Meg.Co. Lincoln, Nebr.). La forma de pan fue la correspondiente al pan tipo media noche y se elaboró de manera manual. Los panes se colocaron en bolsas de polietileno para evitar pérdida de humedad y se dejaron enfriar durante dos horas a temperatura ambiente (25 °C). Todos los tratamientos siguieron el mismo procedimiento y se realizaron por triplicado.

### Calidad del pan

Se determinó empleando pruebas de volumen específico del pan y de firmeza máxima de la miga, previamente detalladas. Se elaboraron panes de cada formulación y se evaluaron por triplicado.

## Pruebas nutricionales y fisicoquímicas

### Análisis Proximal

El análisis químico proximal se realizó de acuerdo a las técnicas de la Asociación Americana de Químicos en Cereales (A.A.C.C, 2000): contenido proteico (método 46-13), utilizando un microkjeladhl, contenido de ceniza (método 08-03) y contenido de humedad (método 44-40). El contenido de FDT, FDS y FDI se determinó de acuerdo a los métodos de A.O.A.C. (985.29). El contenido de carbohidratos se obtuvo por diferencia.

### Contenido calórico

El contenido calórico de cada una de las muestras fue determinado mediante el uso de un calorímetro de marca Parr (Oxygen bomb calorimeter and digital thermometer) del modelo 6775. Las muestras fueron previamente deshidratadas, pulverizadas y homogenizadas. La metodología empleada fue la descrita en el manual del equipo. Cada determinación se realizó por triplicado.

### Análisis estadístico

El diseño de experimentos para los panes fue un diseño factorial con un solo factor: contenido de salvado (0%, 10% y 15%) tres tipos de panes. Se desarrolló un análisis de varianza (ANDEVA), comparación de medias de Tukey (nivel de significancia del 95%). Los datos fueron reportados como medias y desviaciones estándar. Los análisis fueron desarrollados usando el paquete estadístico Statistical Analytical System Software 2002 (SAS Institute, Inc. Cary, NC, EEUU)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Pruebas nutricionales y fisicoquímicas

#### Proximal

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos del análisis proximal realizado a los diferentes tratamientos de panes. Las formulaciones afectaron significativamente ( $P < 0.05$ ) el contenido de cenizas. El PS10 presentó los valores más altos de proteína, FDS y carbohidratos (9.11%, 2.68% y 49.60%; respectivamente). Por otro lado, la formulación PS15 mostró los valores más altos de ceniza, FDI, FDT y contenido calórico (3.37%, 11.27%, 13.87% y 175.45 k cal; respectivamente). El contenido de cenizas fue mayor en el PS15, esto por el alto contenido de minerales en el salvado. Pacheco-Delahaye y Testa (2005) elaboraron panes con mezclas de harina de trigo

**Tabla 3.** Análisis proximal de las formulaciones empleadas.

**Table 3.** Proximal analysis of formulations used.

Muestra	PRO <sup>1</sup> (%)	CEN <sup>2</sup> (%)	FDI <sup>3</sup> (%)	FDS <sup>4</sup> (%)	FDT <sup>5</sup> (%)	CAR <sup>6</sup> (%)	CAL <sup>7</sup> (kCal)
PB <sup>8</sup>	7.54±1.31	2.20±0.02	9.50±0.40	1.81±0.04	11.31±0.38	78.93±1.06	166.77±0.42
PS10 <sup>9</sup>	9.11±1.89	2.23±0.03	10.50±0.03	2.68±0.28	13.18±0.31	75.65±2.62	168.79±0.47
PS15 <sup>10</sup>	8.59±1.24	3.37±0.09	11.27±0.10	2.60±0.15	13.87±0.25	74.16±1.86	175.45±0.16

<sup>1</sup>PRO: Proteína, <sup>2</sup>CEN: Ceniza, <sup>3</sup>FDI: fibra dietaria insoluble, <sup>4</sup>FDS: fibra dietaria soluble, <sup>5</sup>FDT: fibra dietaria total, <sup>6</sup>CAR: carbohidratos, <sup>7</sup>CAL: calorías, <sup>8</sup>PB: Pan blanco, <sup>9</sup>PS10: pan adicionado con salvado de trigo con 10% en peso de salvado, <sup>10</sup>PS15: pan adicionado con salvado de trigo con 15% en peso de salvado, \*: valor calculado por diferencia.

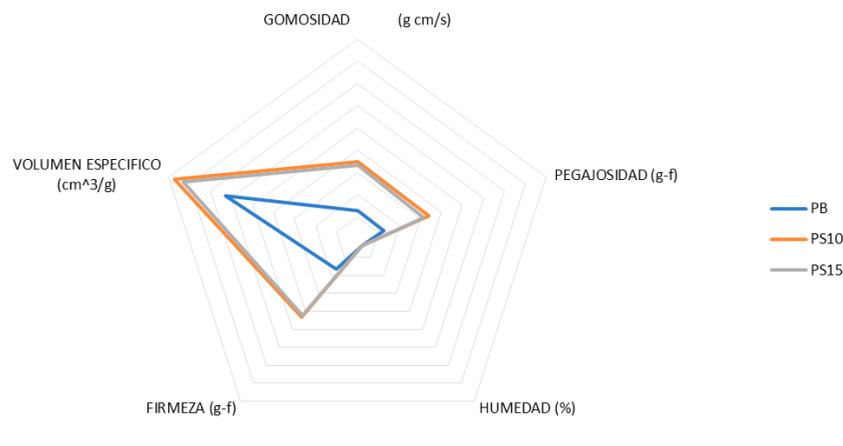
y polvo de plátano verde (80, 90 y 97%). Concluyendo que la cantidad de cenizas aumento el cual se atribuye al alto contenido de fibra y minerales presentes en la harina de plátano verde, coincidiendo con lo observado en ésta investigación. El contenido de proteína puede aumentar debido a que el salvado presenta un porcentaje de ésta (McWilliams, 2008). Los resultados obtenidos de proteína y ceniza coinciden también con el estudio realizado por Vidal (2013), quienes elaboraron panes dulces tipo muffin adicionando polvo de harina de zanahoria en 3, 5 y 7 %. Ellos encontraron un incremento en la proteína y ceniza al aumentar la cantidad de harina de zanahoria en la formulación. El contenido de FDI y FDT fue mayor en la PS15 por ser la formulación con mayor contenido de salvado. En el salvado de trigo, la FDT está mayormente constituida por FDI, seguida de FDS. En general, la FDT está constituida por FDS y FDI. La FDS (mucilago, pectina, arabinoxilanos,  $\beta$ -glucanos, gomas) favorecen al control de hormonas, saciedad, el tiempo de tránsito intestinal y relentecen la asimilación de triglicéridos, colesterol y glucosa; mientras que la FDI (lignina, celulosa y ciertas fracciones de hemicelulosa) se asocian con la secreción postprandial de insulina, saciedad y aumentan la excreción de ácido biliar (Beck *et al.*, 2009; Juvonen *et al.*, 2009; Weickert *et al.*, 2005; Papatathanasopoulos *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 1998 mencionados en Bernstein *et al.*, 2013). La ingesta diaria recomendada (IDD) de fibra es 76g/día. La FAO recomienda el consumo de productos altos en fibra como los cereales y derivados. Con un pan de 70g empleando la formulación PS15 aportaría aproximadamente el 20% de la IDD. Gajula *et al.* (2008) realizaron tortillas y galletas con 0 y 20% de salvado con y sin tratamiento térmico por extrusor. Ellos encontraron un incremento significativo en la FDS en los productos con salvado con cocción previa en el extrusor. Esto coincide con los resultados obtenidos, donde en ambos casos (PS10 y PS15) presentaron valores más altos comparados con el PB. Cabe aclarar que en esta investigación no se elaboró pan con salvado sin tostar pero con respecto a lo encontrado en la bibliografía se presume que la FDS tendría un valor inter-

medios entre el PB y los panes con salvado tostado. Por otro lado, los valores de FDT, FDI y FDS del PB pueden ser mayores a otras investigaciones, esto debido a que se realizaron en el pan, no en sus harinas, y algunos ingredientes empleados pueden contener fracciones de fibra o que actúan como tal contabilizándose, tal como el mejorador empleado

Con respecto al contenido de calorías no se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre las formulaciones empleadas para elaborar los panes. No se encontraron referencias previas donde se evalúe el contenido de calorías en panes adicionados con salvado por lo que sería la primera investigación en reportar este comportamiento. Sin embargo, se han estudiado otros aspectos como digestibilidad, índice glucémico, efecto en la salud, etc. Angadirita *et al.* (2016) estudiaron el efecto de la presencia de fibra en el pan comercial con y sin fibra sobre el índice glucémico y la respuesta de la insulina en 23 individuos sanos. Los resultados mostraron un efecto favorable al consumir pan integral, observando un descenso en el índice glucémico sin diferencias en la concentración de la insulina. Ellos concluyeron que el pan integral y la cantidad de carbohidratos son factores nutricionales propios que afectan el índice glucémico post-ingesta. En ésta investigación no se llevó a cabo tal determinación, sino el contenido calórico. Donde ésta última determina la cantidad de los carbohidratos más no la calidad, como en el caso del índice glucémico (Brand-Miller *et al.*, 2003; Jenkins *et al.*, 2010 mencionados en Angadirita *et al.*, 2016), por lo que en investigaciones posteriores se realizará dicha determinación.

### Calidad del pan

La figura 1 muestra los resultados de los parámetros de humedad, firmeza, pegajosidad, gomosis, y volumen específico del pan tipo medianoche de cada formulación empleada. La formulación afectó significativamente ( $P < 0.05$ ) los parámetros de textura: pegajosidad, gomosis y firmeza. Pegajosidad se define como la particularidad del material, en éste caso la miga, para adherirse fácilmente a una superficie (Mempan, 2002). En cambio, gomosis es la



**Figura. 1.** Parámetros de calidad de las formulaciones empleadas.

**Figure. 1.** Quality parameters of formulations used.

PB: Pan blanco, PS10: pan adicionado con salvado de trigo con 10% en peso de salvado, PS15: pan adicionado con salvado de trigo con 15% en peso de salvado

característica de adherencia entre las estructuras internas de la miga de pan (Sánchez, 2015). La firmeza se puede asociar con la capacidad que ofrece un material para resistir la deformación a la cual se sujeta (Hernández *et al.*, 2011).

En este estudio se estandarizó el proceso y las formulaciones empleadas, evaluando únicamente el factor de ausencia y presencia de salvado tostado (en dos niveles 10% y 15%; PS10 y PS15, respectivamente). La humedad promedio de las formulaciones empleadas fue de 36.13%, no hubo diferencias entre tratamientos. No se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos con diferentes niveles de salvado, pero sí entre éstos y el PB en la textura del pan. El PB presentó una menor firmeza en la miga (17.58 g-f) comparado con los valores de PS10 y PS15 (80.99 g-f y 53.07 g-f; respectivamente). La gomosidad fue mayor en el PB seguido del PS10 y PS15 (114.35 g cm/s, 76.79 g cm/s y 27.15 g cm/s; en ese orden). La pegajosidad fue mayor en PS10 seguido de PS15 y PB (54.49 g-f, 16.58 g-f y 2.99 g-f; respectivamente). Esto coincide con diversos estudios donde muestran el efecto de la adición de fibra en las características de calidad del pan observando efectos negativos en el volumen y la firmeza (Gómez *et al.*, 2011). En el estudio elaborado por Hernández Ordoñez (2012) se evaluaron los parámetros de pegajosidad, firmeza, gomosidad y cohesividad de la miga del pan de agua de diferentes panaderías. Ellos observaron diferencias significativas en todos los parámetros obtenidos mediante el TPA, excepto para cohesividad. Nandini y Salimath (2000) caracterizaron los carbohidratos presentes en el trigo, salvado de trigo, sorgo y mijo en pan plano de la India. Ellos observaron una mayor y menor cantidad de pentosanos (celulosa y  $\beta$ -glucanos) y glucosa en el salvado de trigo, respectivamente. Se conoce que los pentosanos tienen alta capacidad de absorción de agua contribuyendo a la formación de geles, promoviendo la viscosidad de las masas (Denli y Ercan, 2001). Se piensa que esto se traduce en un aumento en las características de pegajosidad y adhesividad en la miga del pan. Nuestros resultados de firmeza coinciden, por lo que se cree que dichos componentes de la fibra son los responsables del cambio de la textura en los panes obtenidos. Finalmente, con relación al volumen específico (VES) el estadístico no arrojó diferencias, sin embargo como era de esperarse el pan con mayor VES fue la formulación de PB, seguido de PS15 y PS10 (4.00 cm<sup>3</sup>/g, 6.67 cm<sup>3</sup>/g, y 3.92 cm<sup>3</sup>/g; respectivamente), se muestra el efecto negativo de la fibra en la calidad panadera coincidiendo con Gómez *et al.* (2011). Se esperaba que PS10 presentara mejores valores en los parámetros de calidad panadera, sin embargo fue el caso contrario siendo PS15 el mejor tratamiento. Lo anterior puede deberse a que se utilizó salvado tostado comercial, el cual no presenta una distribución homogénea de tamaño de partícula y sus componentes. Probablemente el tamaño de partícula del salvado empleado en PS10 fue mayor comparado con el tamaño de partícula del PS15. En otras investigaciones se ha demostrado que a un menor tamaño de partícula en la fibra se reducen los efectos negativos en las propiedades panaderas. En investigaciones posteriores se

homogenizará el mismo, y se evaluará su efecto en la calidad del pan.

## CONCLUSIONES

Se estableció la formulación para el pan con salvado con calidad panadera y contenido calórico próximo al pan blanco. El contenido de calorías no se afectó con la adición de salvado tostado. La textura fue el principal parámetro de calidad panadera afectada por el contenido de salvado tostado presente en ambos niveles. La fórmula de estándar para el pan con salvado tostado con una firmeza más baja fue PS15 que contiene: 15% de salvado de trigo tostado, 3.5% levadura, 0.5% sal, 3 % grasa, 2% mejorador, 11% leche en polvo svelty y cantidad de agua determinada con el farinograma (% en base a la harina).

## AGRADECIMIENTOS

Al proyecto interno de la UES con número de registro UES-PII-14-UAH-LNH-02. Al personal de la UNISON de: Laboratorio de Reología y Panificación, al Laboratorio Central de Análisis de Alimentos, especialmente a la M.C. Dalila Fernanda Canizalez Rodríguez y al Laboratorio de Análisis Generales, particularmente a Dra. María del Refugio Falcón Villa por facilitar los espacios, equipos y capacitación en las determinaciones.

## REFERENCIAS

- A.A.C.C. Asociación Americana de Químicos en Cereales 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th edition, St. Paul, Minnesota, Am. Assoc. Cereal Chemists.
- Adam M. Bernstein, Brigid Titgemeier, Kristin Kirkpatrick, Mladen Golubic and Michael F. Roizen, abril 2003. Major cereal grain fibers and psyllium in relation to cardiovascular health. *Nutrients*. 5(5): 1471–1487.
- Angarita Dávila L., Escobar M.C., Garrido M., Carrasco P., López-Miranda J., Aparicio D., Céspedes V., González R., Chaparro R., Angarita M., Wilches-Duran S., Graterol-Rivas M., Chacón J., Cerda M., Contreras-Velazquez, Reina N., Bermúdez V. 2016. Comparación del efecto de la fibra sobre el índice glicémico y carga glicémica en distintos tipos de pan. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 35 (4), 100-106.
- AOAC (1997) Official methods of analysis of AOAC, vol I, 16th edn., Sec. 12.1.07, Method 960.52
- Batista SM y Moretto E. 1995. Efeito da fibra da farinha da casca de banana nanica (*Musa cavendishii*) na glicemia de ratos normais e diabéticos. Dissertação submetida à aprovação pelo curso de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Páginas 15-35.
- Beuchat, L.R. y Golden, D.A. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technology*. 43(1): 134-142.
- Bernstein A. M., Titgemeier B., Kirkpatrick K., Golubic M., Roizen M. F. 2013. Major Cereal Grain Fibers and Psyllium in Relation to Cardiovascular Health. *Nutrients*. 5(5): 1471–1487.
- Bhushan S, Sharma SP, Agrawal S, Indraycin A, Seth P. 1979. Effects of garlic on normal blood cholesterol levels. *Indian J Physiol Pharmacol*. 23:211-214.

- Boletín Escuela de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. 1997; 26:18-21
- Burkitt DP, Walker ARP, Painter NS: Dietary fiber and disease. JAMA 1974; 229; 1068-1074).
- Cámara nacional de la industria molinera de trigo, CANIMOLT, 2014.
- E. Escudero Álvarez y P. González Sánchez. 2006. Dietary Fiber, Nutrición Hospitalaria. 21(2):60-71.
- Caprez A, Arrigoni E, Amado R, Neukom HJ. 1986. Influence of different type of thermal treatment on the chemical composition and physical properties of wheat bran. J Cereal Sci 4:233-239.
- Dhingra D., Michael M., Rajput H., Patil R.T. 2012. Dietary fibre in foods: a review. J Food Sci Technol 49:255-266.
- Gajula, H., Alavi, S., Adhikari, K., Herald, T. 2008. Precooked bran-enriched wheat flour using extrusión: dietary fiber profile and sensory characteristics. Journal of Food Science. 73:173-179.
- García, L.J. y Sánchez, F.J. 2000. Revisión: Efectos cardiovasculares del ajo (*Allium sativum*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 50(3): 219-229.
- Gil Hernandez A. 2010 Composición y calidad nutritiva. 2ª ed. Madrid: Medica Panamericana
- Godoy, S. A. S., Gómez, D. M. C. 2012. Consumo de alimentos de la población sonorense: tradición versus internacionalización. Estudios Sociales. (2): 55-72.
- Gómez M., Ronda F., Blanco C. A., Caballero P.A., Apesleguía A. 2003. Effect of dietary fiber on dough rheology and bread quality. Eur. Food Res. Technol. 216(1):51-56.
- Gómez M., Jiménez S., Ruiz E., Oliete B. 2011. Effect extruded wheat bran on dough rheology and bread quality. LWT. Food Sci and Technol. 44: 2231-2237.
- González S.R., Sánchez H.L., Solorza F.J., Nuñez S.C., Flores H.E., Bello-Pérez L.A. 2006. Resistant starch production from non-conventional starch sources by extrusion. Food Sci Technol Int 12:5-11
- Guadalberto D. G., Bergman C. J., Kazemzadeh M., Weber C. W. 1997. Effect of extrusion processing on the soluble and insoluble fiber, and phytic acid contents of cereal bran. Plants Food for Hum. Nutr. 51:187-198.
- Jenkins D. A., Wolever T. M. S., Taylor, R. H. 1981. Glycemic index of foods: Aphysiological basis for carbohydrate exchange. American J. Clin. Nutr. 34:362-366.
- Jenkins D. J. A., Leeds, A. R. Grasull, A. M. Cochet, B., Albert K. G. M. 1997. Decrease in post prandial insulin and glucose concentration by guar and pectin. Annals of Internal Medicine. 86:20-23.
- Juárez-García E., Agama-Acevedo E., Sáyago-Ayerdi S.G., Rodríguez-Ambríz S.I., Bello-Pérez L.A. 2006. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. Plant Foods Hum Nutr 61:131-137
- Kin Y. 2000. I: AGA technical review: Impact of dietary fiber on colon cancer occurrence. Gastroenterology. 118(6):1235-1257.
- Lim S.S., Vos T., Flaxman A.D., Danaei G., Shibuya K., Adair-Rohani H. et al.; 2013. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. Lancet, 2010-2012. 380(9859):2224-2260.
- Magaña-Barajas E., Ramírez-Wong B., Torres P.I., Sánchez-Machado D.I., y López-Cervantes J. 2011. Efecto del contenido de proteína, grasa y levadura en las propiedades viscoelásticas de la masa y la calidad del pan tipo francés. Interciencia. 36:248-255.
- Mataix, V. J. 2010. Tratado de Nutrición y Alimentación. Vol. II. Situaciones Fisiológicas y Patológicas. (2 ed.). Madrid, España: Ed. Editorial OCEANO/ergon.
- McWilliams, M. Foods: Experimental Perspectives, 6th ed.; Pearson Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, USA, 2008.
- Mondal A. y Datta A.K. 2007. Bread baking-a review. J. Food. Eng. 86: 465-474.
- Mozaffarian D., Fahimi S., Singh G.M., Micha R., Khatibzadeh S., Engell R.E., Lim S. et al.; 2014. Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group. Global sodium consumption and death from cardiovascular causes. N Engl J Med. 371(7):624-34.
- Murphy M.M., Douglass J.S. y Birkett A. 2008. Resistant starch intakes in the United States. J. Am. Diet. Assoc. 108, 67-78.
- Nandini C.D. y Salimath P.V. 2001. Carbohydrate composition of wheat, wheat bran, sorghum and bajra with good chapati/roti (Indian flat bread) making quality. Food Chem. 73: 197-203.
- Nishimune R., Yakushiji T., Taguchi S., Konishi Y., Nakahara S., Ichikawa T., Kunita N. 1991. Glycemic response and fiber content of some foods. Am J Clin Nutr 54:414-419.
- Olagnero G., Abad A., Bendersky S., Genevols A., Granzella L. y Montonati M. 2007. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. DIAETA (B. Aires) Vol 25. N| 121. Pp. 20-33.
- Pacheco-Delahaye E. y Testa, Guiseppina. (2005). Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. Interciencia. 30(5): 300-304.
- Pomeranz, Y. 1988. Wheat Chemistry and Technology American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA.
- Reyes-Pérez F., Salazar-García M.G., Romero-Baranzini A.L., Islas-Rubio A.R., Ramírez-Wong B. 2013. Estimated Glycemic Index and Dietary Fiber Content of Cookies Elaborated with Extruded Wheat Bran. Plant Foods Hum. Nutr. 68:52-56.
- Reyes-Pérez F., Salazar-García M.G., Romero-Baranzini A.L., Islas-Rubio A.R., Ramírez-Wong B. 2013. Estimated Glycemic Index and Dietary Fiber Content of Cookies Elaborated with Extruded Wheat Bran. Plant Foods Hum. Nutr. 68:52-56.
- Rodríguez Saucedo E. N. 2011. Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. Ra Ximhai Vol. 7, Número 1, enero - abril 2011.
- Rojas Hidalgo E. 1994. La fibra dietética. Rojas Hidalgo E, editor. Los carbohidratos en nutrición humana. Madrid. Aula Médica. 121-137.
- Rosell, C. M., Santos, E. y Collar, C. 2006. Mixing properties of fibre-enriched wheat bread doughs: A Response Surface Methodology Study. Eur. Food. Res. Technol. 223:333-340.
- Seguchi M., Tabara A., Fukawa I., Ono H., Kumashiro C., Yoshino Y., Kusunose C. y Seiz K. 2006. Easily boost fiber content. Bak Manag 5:42-44.
- Yamane G. 2007. Effects of size cellulose granules on dough rheology, microscopy, and breadmaking properties. J. Food Sci. 72(2):E79-E84.
- Swennen K., Courtin C. M., Lindemans G. C. J. y Delcour J. A. 2006. Large-scale production and characterization of wheat bran arabinoxyloligosaccharides. J. Food Agric. 86:1722-1731.
- Van Craeyveld V., Dornez E., Holopainen U., Selinheimo E., Putanen K., Delcour J. A. y Courtin C. 2010. Wheat bran AX properties and choice of xylanase effect enzymatic production of wheat bran-derived arabinoxylan-oligosaccharides. Cereal Chem. 87(4): 283-291.
- Wang H, Cao G y Prior RL. 1996. Total antioxidant capacity of fruits. J Agric Food Chem. 44:701-705.
- Wang J., Rosell C. M. y Barber C. B. 2002. Effect of the addition of different fibers on wheat dough performance and bread quality. Food Chem. 79:221-226.