

# CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE PANQUÉS DE CHOCOLATE ADICIONADOS CON PROTEÍNAS DE SUERO PORCINO

## Physicochemical and Microbiological Characteristics and Sensory Analysis of Chocolate Cakes Added with Porcine Serum Proteins

Silvia Fernández-Michel<sup>2,3</sup>, Gabriela Ramos-Clamont Montfort<sup>1</sup> y Luz Vázquez-Moreno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Coordinación de Ciencia de los Alimentos, Apartado 1735. Hermosillo, México 83000. e-mail lvazquez@cascabel.ciad.mx.

<sup>2</sup>Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Prol. Comonfort 721 Sur. Torreón Coahuila.

<sup>3</sup>Facultad de Química, Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 S/N, Fracc. Filadelfia, Gómez Palacio Durango, México. 35010.

### RESUMEN

Se evaluó la adición de suero porcino liofilizado sobre la calidad y aceptación de un panqué de chocolate. El suero se separó de sangre obtenida de un Matadero Tipo Inspección Federal (TIF) de Hermosillo, México, el cual cuenta con el Sistema HACCP (Análisis de Riesgos, de Identificación y Control de Puntos Críticos) para asegurar la calidad de la producción. Los panqués se elaboraron reemplazando 0; 2; 4; 6 y 8% de harina de trigo por suero liofilizado, determinándose: humedad, contenido proteico y aminoácidos esenciales, color, textura, volumen, calidad microbiológica, aceptación y preferencia. Las concentraciones de proteína de los panqués fueron de 6,0; 7,5; 8,5; 10,2 y 12% al utilizar niveles crecientes de suero. El contenido de proteína en los panqués con 8% de suero se duplicó y el de lisina aumentó un 40% con respecto a los controles. No hubo diferencias ( $P > 0,05$ ) en los parámetros de color de los panqués. Todos los tratamientos tuvieron una textura en el rango de los suaves, con valores de fuerza de compresión de 1,77 a 2,0 Newtons. El volumen aumentó en proporción directa a la concentración de proteína porcina. En las pruebas de agrado, 51% de los jueces evaluaron al panqué sustituido con 8% de suero con la más alta calificación, mientras que el 74% prefirió este producto al compararlo con un panqué comercial. Todos los panqués mostraron excelente calidad microbiológica. Debido a lo anterior se concluye que, la incorporación de proteína animal al

panqué de chocolate mejoró el contenido proteico y el volumen del panqué sin afectar sus características físicas y microbiológicas ni la aceptación del consumidor.

**Palabras clave:** Productos de panadería, suero porcino, panqué de chocolate con proteína animal.

### ABSTRACT

In this work, the physicochemical and microbiological characteristics and sensory analysis of a chocolate cake formulation containing porcine freeze dried serum (PS) were studied. Serum was obtained from porcine blood collected at the bleeding line of a slaughterhouse (Federally Inspected Plant) from Hermosillo, México; this plant has the Hazard Analysis and Critical Control Points System implemented to assure the quality of its products. Commercial cake flour was replaced with porcine freeze-dried serum (0; 2; 4; 6 and 8%) in the cake formulation. Humidity, protein and essential amino acid content as well as color, texture, loaf volume, microbiological quality, acceptance and preference were analyzed. The protein content of cakes made with 2-8% of porcine serum was significantly higher than the control. Cakes with 8% of PS showed 2-fold increase in protein content and 40% more lysine than control. By rising the levels of PS neither the crumb color nor the texture were affected. All cakes had similar L, a\* and b\* color values ( $P > 0.05$ ), and texture compression values varied from 1.77 to 2.0 Newtons. Consumer panels indicated that cakes made with 8% PS were as well liked as control cakes. About 51% of judges gave the maximal hedonic score to 8% PS cake while 74% of the con-

sumers preferred this cake over a commercial one. The excellent microbiological quality of formulated cakes points out the optimal sanitary conditions at the slaughterhouse and in the cake elaboration process. PS addition to chocolate cakes improved the protein content and loaf volume without loss of bakery product intrinsic quality properties.

**Key words:** Bakery products, porcine serum, chocolate cake fortified formulation with animal proteins.

## INTRODUCCIÓN

En los países en desarrollo, las dietas deficientes en proteína representan un serio problema cuya magnitud podría disminuirse por la adición de proteína de alto valor biológico a la dieta diaria [31]. Entre los diversos componentes de la dieta, el pan es un alimento universalmente aceptado, por ello, puede ser un medio adecuado para la suplementación proteica. Debido a lo anterior, se ha buscado aumentar el contenido proteico del pan con fuentes no convencionales como la soya, el garbanzo, el sorgo, el suero de leche y las proteínas séricas animales [11, 12, 14, 20, 37, 46].

El uso de sangre animal para consumo humano se ha practicado por mucho tiempo en países de Europa y Oceanía [3, 41, 44]. El desarrollo actual en los sistemas y equipos de recolección de la sangre animal, permite su obtención en condiciones higiénicas y con grado alimenticio [30, 41, 44]. Por otro lado, la implementación de medidas de calidad en los mataderos hace que sus productos sean seguros [34]. Las proteínas del plasma bovino se han utilizado como gelificantes de surimi [38], clarificadoras de vinos, estabilizadoras de quesos o agentes colorantes, texturizantes, extensores y emulsificantes de productos cárnicos [8, 13, 23, 30, 36, 40, 44, 45].

En productos de panadería, las galletas son un buen vehículo para la fortificación con proteínas de la sangre [4, 22]. El interés por adicionar sangre a formulaciones panaderas data desde principios del siglo pasado en que algunos investigadores alemanes adicionaron concentraciones del 10% de sangre entera con el objeto de fortificar masas panaderas [15, 18]. Sin embargo, debido a que el grupo hemo de la sangre influye de manera importante en el color y el sabor del pan, varios investigadores han preferido añadir fracciones proteicas como el plasma o suero y observar su efecto sobre las características de diferentes formulaciones panaderas [19, 30, 41, 44]. Del Río y col. [10] reportaron que la adición de 7,5% de plasma de pollo a pan blanco, contribuye a aumentar tanto su valor nutricional como su volumen, aunque afecta sus características organolépticas. Trabajando con formulaciones de pastel de ángel, Khan y col. [17] reemplazaron hasta un 30% del huevo por plasma bovino sin afectar sus características. Sin embargo, al tratar de sustituir harina de trigo por plasma, encontraron que niveles de sustitución por encima del 2% modificaban apreciablemente el color y el sabor de estos pasteles.

Entre los productos panaderos de mayor aceptación se encuentran los de sabor a chocolate. Lo anterior representa una ventaja para la adición de proteínas séricas, ya que la adición de polvos de cocoa y colorantes en la gama del amarillo al rojo, pueden ser útiles para enmascarar posibles oscurecimientos y sabores desagradables en el alimento [24, 32, 33, 35].

En Hermosillo, México, la producción de carne es una actividad agropecuaria con sistemas de producción tecnificados y estrictos controles de calidad, desde la crianza hasta el consumidor. Sin embargo, la generación y subutilización de productos como la sangre animal, representan un problema de contaminación para suelo y agua. La utilización de la sangre, además de disminuir este problema, permitiría la obtención de proteínas de alto valor nutritivo para la elaboración de alimentos encaminados a sectores desprotegidos de la población como niños y ancianos. Los estrictos controles establecidos a lo largo de la cadena de producción de la carne en esta región son un requisito indispensable para la posterior obtención de sangre higiénica [30], que pueden complementarse en un futuro con los sistemas de recolección y manejo adecuados. Debido a lo anterior el objetivo de este trabajo fue el de evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por suero porcino en las características fisicoquímicas y microbiológicas, y en la aceptación de un panqué de chocolate.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

Los medios microbiológicos se obtuvieron de Difco Lab (Detroit, MI., EUA). El resto de los reactivos utilizados se adquirieron de Sigma Aldrich (St. Louis MO., EUA). La manteca vegetal emulsionada se obtuvo de Uniliver Bestfoods (Monterrey, México). La harina de trigo pastelera Escudo para la elaboración de los panqués fue donada por la Harinera de la Laguna S.A. de C.V. (Torreón, Mexico). Leche desnatada en polvo se adquirió de LALA S.A. (Torreón, México) y la goma xantana, de Alimentaria Mexicana Bekarem, S.A. de C.V. (Monterrey, México).

### Muestra

La sangre porcina se obtuvo de un Matadero Tipo Inspección Federal (TIF) de la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. En dicho establecimiento se tiene implementado el sistema de Análisis de Riesgos, de Identificación y Control de Puntos Críticos) y está certificado ante la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) de México.

Se realizaron 24 muestreos durante el 2003, en cada uno de los cuales se tomaron 10 L de sangre proveniente de 5 animales sacrificados.

La sangre se trasladó al laboratorio en contenedores estériles, permitiéndose su coagulación natural. Se separó el

suero por decantación, se congeló a  $-40^{\circ}\text{C}$  y se secó en un liofilizador Virtris Benchop 6,6 (Gardiner, NY, EUA). Posteriormente se almacenó a  $-40^{\circ}\text{C}$  para su posterior análisis.

### Análisis del suero porcino

La caracterización del suero liofilizado se realizó de manera continua durante el 2003 según Ramos Clamont y col. [34]. El análisis bromatológico se llevó a cabo según los métodos oficiales de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) [7]. La humedad se determinó por el método de la Estufa (934.01). La proteína por el método MicroKjeldahl (960.52). El contenido graso por el método de Soxhlet (963.15), las cenizas por calcinación en mufla (923.03), el contenido de sodio y hierro se determinaron por espectroscopia de absorción atómica. Se analizaron 24 muestras cada una por duplicado.

Los análisis microbiológicos se practicaron por duplicado a las 24 muestras, según las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) equivalentes a las técnicas utilizadas por la AOAC. Se utilizó la NOM para la determinación de cuenta en placa de mesofílicos aerobios en agar cuenta estándar [25], la NOM para número más probable (NMP) de organismos Coliformes en caldo lactosado y caldo lauril bilis verde brillante [26], la NOM para determinación de *Salmonella* spp previo enriquecimiento con caldo tetracionato, utilizando los siguientes medios agar xilosa lisina desoxicolato (XLD), agar verde brillante (VB), agar entérico Hektoen, agar sulfito de bismuto y agar *Salmonella-Shigella*, [27] y la NOM para *Staphylococcus aureus* en agar Baird Parker utilizando como confirmatorias las pruebas de coagulasa y termocoagulasa [28]. En todos los casos se aplicó la Norma Oficial Mexicana para preparación y dilución de muestras [29].

### Elaboración del panqué

Para la elaboración del panqué se siguió la técnica de Lee y col. [20], modificada por la adición de chocolate en forma de cocoa y variando las cantidades de agua y manteca. La formulación del panqué control se muestra en la TABLA I. Para evaluar la adición de proteínas animales se sustituyó en la formulación: 2; 4; 6 y 8% de la harina de trigo por suero porcino. Los resultados de los análisis de estos tratamientos se compararon con un control al que no se le agregó suero porcino.

Los panqués se prepararon horneando la masa en moldes metálicos de dimensiones  $10 \times 6 \times 3$  cm. La cocción se llevó a cabo a  $182^{\circ}\text{C}$  durante 27 min en un horno convencional. Los panqués horneados se enfriaron a temperatura ambiente durante 1 h, se empacaron en bolsas de celofán y se almacenaron por 24 h hasta su análisis [19, 20].

### Análisis fisicoquímicos del panqué

Los análisis de humedad y proteína se realizaron, según los métodos estándares de la AOAC [7]. La humedad se determinó por el Método de la Estufa (934.01) y la proteína por el

TABLE I  
FORMULACIÓN BASE PARA PANQUÉ DE CHOCOLATE /  
CHOCOLATE CAKE FORMULATION

Ingredientes	Peso (%)
Harina de trigo pastelera	20,0
Azúcar	27,0
Manteca	10,0
Chocolate (cocoa)	4,0
Leche desnatada en polvo	1,8
Sal	0,66
Bicarbonato de sodio	0,1
Polvo de hornear	0,9
Huevo en polvo	2,0
Clara de huevo en polvo	0,5
Gomoa Xantana	0,04
Agua	33,0

Modificado a partir de Lee y col. [19].

método MicroKjeldahl (960.62). Los aminogramas se realizaron al panqué sustituido con 8% de suero porcino y al control. Las muestras se hidrolizaron con HCl 6 N a  $145^{\circ}\text{C}$  por 4 h según Lucas y Sotelo [21]. Se utilizó un analizador Technicon modelo NC-2P (Technicon Equipment Corp., EUA).

Los análisis físicos comprendieron la determinación de color, de volumen y de textura. La determinación de color se realizó con un colorímetro Minolta 300 (Minolta CO. Ltd., Maarssenbroek, Holanda), se obtuvieron los parámetros de L, a\* y b\* para la miga empleando cinco muestras para cada tratamiento y un total de cuatro lecturas para cada uno. El volumen se determinó por la técnica de desplazamiento de semillas de canola [2]. Para las determinaciones de textura se midió la fuerza de compresión de los panqués, empleando un texturómetro, TA-XT2i (Stable Mycro Systems, EUA) mediante el método de la American Association of Cereal Chemists (AACC) [1]. Se utilizaron los siguientes parámetros de prueba: Sensibilidad del aditamento: 5 Newton, unidad de fuerza utilizada: Newton, aditamento: punzón esférico de 0,5 pulgadas de diámetro, velocidad de prueba: 3 min/seg, distancia de recorrido de la muestra, 5 mm [6]. Los parámetros, la operación del instrumento y el manejo de datos se realizaron a través del programa computacional Textura Expert versión 1 (Stable Mycro Systems, EUA).

Las pruebas se realizaron en panqués enfriados por 1 h, envasados en bolsas de celofán y almacenados por 24 h hasta el momento de la prueba. En el caso de la determinación de textura se emplearon 5 panqués de cada uno de los niveles de sustitución. Se rebanó cada uno a una pulgada de la base, y se marcaron cinco regiones, punzando cada una de ellas para registrar el valor máximo de la fuerza de acuerdo a la AACC [1, 6].

### Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos al panqué se llevaron a cabo 24 h después de su elaboración y después de 15 días de almacenamiento en condiciones de despensa (25-28°C). En cada caso se tomaron muestras de 20 g provenientes de 5 panqués. Se utilizó la NOM para la determinación de cuenta en placa de mesófilos aerobios en agar cuenta estándar [25], la NOM para número más probable (NMP) de organismos Coliformes en caldo lactosado y caldo lauril bilis verde brillante [26], la NOM para determinación de *Salmonella* spp previo enriquecimiento con caldo tetratonato, utilizando los siguientes medios agar xilosa lisina desoxicolato (XLD), agar verde brillante (VB), agar entérico Hektoen, agar sulfito de bismuto y agar *Salmonella-Shigella*, [27] y la NOM para *Staphylococcus aureus* en agar Baird Parker utilizando como confirmatorias las pruebas de coagulasa y termocoagulasa [28]. En todos los casos se aplicó la Norma Oficial Mexicana para preparación y dilución de muestras [29].

### Análisis sensorial

La evaluación sensorial se realizó con el control y las muestras con 8% de suero. Para los análisis se cortaron cubos de 20 mm de pastel inmediatamente antes del sensorial y se sirvieron en platos de plástico marcados con un código de tres dígitos tomados al azar de una tabla de números aleatorios de acuerdo a Anzaldúa [5]. El panel de consumidores estuvo integrado por 68 jueces no entrenados que gustan de consumir este tipo de producto.

La prueba de nivel de agrado se basó en una escala hedónica de 5 puntos: "me gusta mucho, me gusta, ni me gusta ni me disgusta, me disgusta, me disgusta mucho". Para la prueba de preferencia se utilizó un panqué comercial de chocolate adquirido en una tienda de autoservicio, y se comparó con el panqué con 8% de suero [5].

### Diseño experimental

Para los análisis del panqué, se empleó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos (control, 4; 6 y 8% de suero porcino) y cuatro repeticiones obteniendo un total de veinte unidades experimentales. Se practicó un ANOVA y la comparación de medias se llevó a cabo con la prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ) [43]. Con los resultados de las pruebas de nivel de agrado se realizó un análisis no paramétrico de prueba de rango de Friedman y posteriormente una comparación de me-

dias por Duncan ( $P < 0,05$ ). Se utilizó el paquete de diseños experimentales Statistica, versión 4,5 (StatSoft Inc. EUA) [39].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis del suero porcino

En promedio, el suero presentó  $85,97 \pm 1,97\%$  de proteína,  $\pm 0,85\%$  de grasa,  $2,73 \pm 0,95\%$  de humedad y  $2,69 \pm 0,37\%$  de minerales. Estos resultados coinciden con los reportados por otros investigadores [34]. El contenido de sodio y el de hierro fueron de  $1,09 \pm 0,10$  y de  $0,03 \pm 0,01\%$  respectivamente. Estos valores y su baja humedad, favorecen la incorporación a harinas pasteleras, sin interferir con el esponjamiento del pan [9, 17, 19, 20, 37]. La composición del suero porcino analizado coincide en general con la del suero bovino aprobado por la Food And Drug Administration (FDA) para consumo humano cuando reúne las condiciones microbiológicas necesarias [30, 34].

Durante el periodo de estudio, todas las muestras de suero presentaron una excelente calidad microbiológica que se reflejó en los valores encontrados en las cuentas de mesófilos (10 UFC/g) y coliformes ( $< 3$  NMP/g). Además no se detectó la presencia de *Salmonella* spp ni de *Staphylococcus aureus*. Lo anterior coincide con los muestreos realizados durante el 2001 [34].

Estos resultados son un indicio de que los estrictos controles de calidad implementados en el Matadero y las buenas prácticas de manufacturas establecidas durante la obtención del suero, son eficientes y permiten la obtención de derivados de sangre porcina potencialmente utilizables para la alimentación humana [34].

### Análisis fisicoquímicos del panqué

La TABLA II muestra el contenido de humedad y de proteína de los controles y de los panqués sustituidos con 2, 4, 6 y 8% de proteína animal. El porcentaje de humedad fue del 20,4 al 25,5% siendo menor ( $P < 0,05$ ) para los panqués sustituidos con el suero porcino. El panqué control presentó 6% de proteína observándose un aumento significativo ( $P < 0,05$ ) de este nutriente en los demás tratamientos. El panqué sustituido con 8% presentó el doble de la proteína (12%).

La composición de aminoácidos en los panqués control y sustituidos con 8% de suero porcino y su comparación con

TABLA II

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DE PROTEÍNA EN PANQUÉS DE CHOCOLATE ADICIONADOS CON SUERO PORCINO /  
PROTEIN AND MOISTURE CONTENT OF CHOCOLATE CAKES ADDED WITH PORCINE SERUM

Análisis	Control	2%	4%	6%	8%
Humedad (%)	25,5 <sup>a</sup>	20,4 <sup>c</sup>	20,6 <sup>c</sup>	22,5 <sup>b</sup>	22,3 <sup>b</sup>
Proteína (%)	6,0 <sup>e</sup>	7,5 <sup>d</sup>	8,5 <sup>c</sup>	10,2 <sup>b</sup>	12,0 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c,d,e</sup> Medias con diferentes letras en las líneas, difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ).

los valores referenciales reportados por la FAO/WHO/ UNO para niños de 6 a 12 años [16], se observan en la TABLA III. Los contenidos de metionina y de lisina en los panqués control fueron de 1,51 y 4,23 g/100g de proteína respectivamente, convirtiéndose en los aminoácidos limitantes de este alimento. La sustitución de harina por 8% de suero porcino aumentó los valores de metionina y de lisina aproximadamente en un 40% alcanzando a los valores referenciales de la FAO/WHO/UNO. La sustitución de harina de trigo por 8% de proteína animal también incremento los contenidos de treonina (14,8%), histidina (14,2%), valina (15%), fenilalanina y tirosina (25%), isoleucina (26%) y leucina (21%). De acuerdo a los requerimientos de la FAO/WHO/UNO [16] y considerando un peso promedio por panqué de  $70 \pm 1$  g, un panqué con 8% de suero porcino aporta el 95% de la lisina, el 82% de la treonina y el 70% de la metionina que necesitan diariamente los niños de 6 a 12 años, supliendo además el requerimiento del resto de los aminoácidos esenciales [16].

Los resultados de los análisis de color, volumen y textura de los panqués se muestran en la TABLA IV. No se observaron diferencias significativas en el color de la miga, ni en la

textura de los panes. En la medición del color, se encontraron valores de *L* entre 26,7 y 30,1 que corresponden a los valores encontrados en formulaciones panaderas adicionadas con chocolate [33]. Estos resultados indican que la adición del suero no contribuyó de manera significativa al color del panqué.

Los panes enriquecidos o fortificados con sangre entera muestran coloraciones oscuras que frecuentemente no son del gusto del consumidor [20]. Esto se debe principalmente a la presencia del hierro en estado de oxidación [19, 20]. El suero porcino obtenido contiene únicamente 0,03% de hierro en comparación con 0,4% de la sangre entera deshidratada [30]. Lo anterior representa no solo una ventaja en el color final del producto sino también en su sabor, ya que es sabido que la presencia de hierro modifica desfavorablemente el sabor de los alimentos [41].

La consistencia de la miga, determinada por apreciación visual, también fue similar en todos los panqués (FIG. 1). Sin embargo, se observaron diferencias ( $P < 0,05$ ), en el volumen de los panqués sustituidos con proteína animal en relación a los controles. Los panqués sustituidos con 2 y 4% de suero porcino presentaron un aumento en su volumen del 5%, mien-

**TABLA III**  
**CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN PANQUÉS DE CHOCOLATE / CONTENT OF ESSENTIAL AMINO ACIDS IN CHOCOLATE CAKES**

Aminoácido	Panqué control	Panqué con 8% de suero	Requerimientos* FAO/WHO/UNO
Treonina	2,84	3,26	2,8
Histidina	2,39	2,73	1,9
Metionina	1,51***	2,21	2,2**
Valina	5,06	5,82	2,5
Fenilalanina +Tirosina	6,63	8,34	5,7
Isoleucina	3,95	4,99	2,8
Leucina	6,44	7,81	4,4
Lisina	4,23***	5,90	4,4

Requerimientos para niños en edad escolar (6 a 12 años) en g/100g de proteína establecidos por Food and Agriculture Organization/World Health Organization/United Nations Organization. \*\* Estos valores corresponden a la sumatoria de metionina + cisteína. \*\*\* Aminoácidos limitantes.

**TABLA IV**  
**EVALUACIÓN FÍSICA DE PANQUÉS DE CHOCOLATE ADICIONADOS CON SUERO PORCINO / PHYSICAL EVALUATION OF CHOCOLATE CAKES ADDED WITH PORCINE SERUM**

Tratamiento	Color			Volumen (cm <sup>3</sup> )	Textura Compresión (Newtons)
	L	a*	b*		
Control	30,1 <sup>a</sup>	8,4 <sup>a</sup>	13,5 <sup>a</sup>	494 <sup>c</sup>	1,8 <sup>a</sup>
2%	27,7 <sup>a</sup>	8,0 <sup>a</sup>	12,8 <sup>a</sup>	518 <sup>b</sup>	1,8 <sup>a</sup>
4%	28,7 <sup>a</sup>	8,3 <sup>a</sup>	13,3 <sup>a</sup>	519 <sup>b</sup>	2,1 <sup>a</sup>
6%	26,9 <sup>a</sup>	7,9 <sup>a</sup>	12,5 <sup>a</sup>	545 <sup>b</sup>	2,0 <sup>a</sup>
8%	26,7 <sup>a</sup>	8,3 <sup>a</sup>	12,6 <sup>a</sup>	578 <sup>a</sup>	2,1 <sup>a</sup>

Medias con diferentes letras en las columnas, difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ). L, a\* y b escala colorimétrica L (levedad, desde el negro al blanco), a\* (carácter verde rojo en ausencia de azul o amarillo) y b\* (carácter azul amarillo en ausencia de verde o rojo).

tras que los panqués con 6 y 8% de suero porcino se observó un incremento del 10 y 17% respectivamente.

La textura de los panqués se encontró en el rango de los suaves sin que la presencia del suero la afectara significativamente (TABLA IV). Una probable explicación es que la albúmina del suero es funcionalmente equivalente a la albúmina de huevo, tanto en sus propiedades de coagulación como en las interacciones que forma con otras proteínas [20]. Se ha observado que las proteínas del huevo interactúan con las proteínas del trigo sin afectar la textura del pan [33], por lo que es posible que las proteínas del suero interactúan con las del gluten de manera semejante.

### Análisis microbiológico

El análisis microbiológico de los panqués con 8% de suero se practicó al momento de la elaboración y después de 15 días de almacenamiento en condiciones de despensa (TABLA V). No se detectaron microorganismos de interés sanitario, ni la presencia de *Salmonella* spp. o de *Staphylococcus aureus*. Después de dos semanas de almacenamiento en condiciones de despensa, se observó el desarrollo de hongos y mesofílicos aerobios. Aunque el número de colonias encontra-

das (10 UFC/g) quedó dentro de los valores reportados como aceptables en la literatura [42], se recomienda la adición de 0,1% de benzoato de sodio para la inhibición de hongos y 0,2% de propionato de calcio para evitar el crecimiento del *Bacillus* spp.

Los resultados emitidos por los 68 jueces consumidores para la prueba de agrado fueron sometidos a un análisis no paramétrico de prueba de rango de Friedman y posteriormente se realizó una comparación de medias por Duncan sin que se presentara diferencia significativa ( $P > 0,05$ ). El porcentaje de jueces que evaluaron con la más alta calificación a los panqués fue de 47 y 51% para los controles y los panqués con 8% de suero, respectivamente (FIG. 2). En la prueba de preferencia 74% de los jueces prefirió al panqué con 8% de suero sobre el panqué comercial.

### CONCLUSIONES

La necesidad de generar productos panaderos que además de proporcionar calorías en forma de carbohidratos y grasa, también suplemente la dieta con proteínas es imperativa para algunas poblaciones. Por otro lado, la generación de sub-

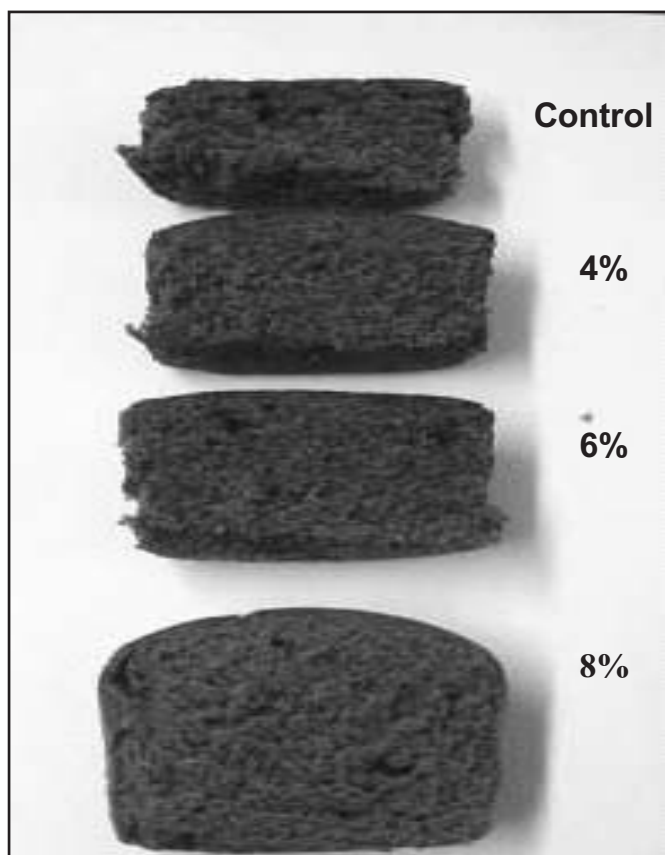


FIGURA 1. CONSISTENCIA DE LA MIGA DE PANQUÉS CON DIFERENTES NIVELES DE SUERO PORCINO / CRUM TEXTURE OF CHOCOLATE CAKES PREPARED WITH VARIOUS LEVELS OF PORCINE SERUM.

TABLA V  
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO PARA PANQUE CON 8% DE SUERO PORCINO / MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF CHOCOLATE CAKE WITH 8% OF PORCINE SERUM

Análisis	Inicio	Después de 15 días
Mesofílicos aerobios	< 10 UFC/g	100 UFC/g
Coliformes totales	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g
<i>Salmonella</i> spp*	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
Hongos y levaduras	< 10 UFC/g	10 UFC/g

\*Ausencia en 20 g. n = 10.

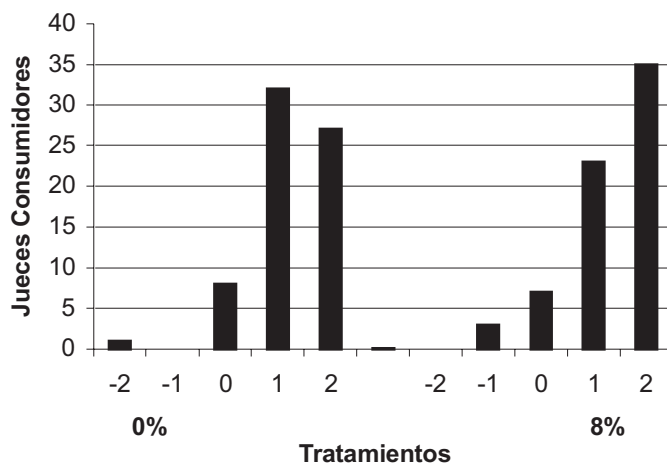


FIGURA 2. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE AGRADO / CONSUMER ACCEPTANCE TEST.

productos de alta calidad de la cadena alimentaria de la carne los cuales constituyen un peligro ecológico hace que sea importante integrarlos a la productividad. La sustitución de harina por 8% de suero porcino duplicó el contenido proteico de los panqués y aumentó su contenido de lisina en un 40%. La presencia del suero no alteró las características microbiológicas ni la aceptación del panqué y mejoró el volumen sin modificar color, sabor y textura. Por lo anterior se concluye que este producto representa una buena alternativa alimentaria para la población.

### AGRADECIMIENTO

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) de México, por el financiamiento de este trabajo con el proyecto SAGARPA-CONACYT-060.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of the AACC**. Method 79-09, Bread Firmness by Universal Testing Machine. St. Paul Minnesota. U.S.A. 1983.
- [2] AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of the AACC**. Method 10-05. Guidelines for Measurement of Volume by Rapeseed Displacement. St. Paul Minnesota. U.S.A. 2001.
- [3] AKERS, J.M. Utilization of blood. **Food Manufact.** 4:31-32. 1973.
- [4] ALIZO, M.; MÁRQUEZ, E. Estudios sobre las formas de presentación de una galleta nutritiva a base de proteína de plasma sanguíneo de bovino para niños de edad escolar. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. IV(2):143-146.1994.
- [5] ANZALDÚA, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Editorial Acribia, S.A. 198 pp.1994.
- [6] AROZARENA, I.; BERTHOLO, H; EMPIS, J.; BUNGER, A; SOUSA, I. Study of total replacement of lupine protein emulsifiers and xanthan gum in yellow cakes. **Eur. Food Res. Technol.** 213: 312-316. 2001.
- [7] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the AOAC**.15<sup>th</sup>. Ed. Sections: 960.52, 923.03, 934.01, 963.15. Washington, D.C. U.S.A: 69-771pp.1990.
- [8] AUTIO, K.; LYYTIKAINEN, H.M.; VALKKI, Y.; KANKO, S. Penetration studies of blood globin gels. **J. Food Sci.** 50: 615 -617. 1985.
- [9] BATES, R.P.; WU, L.C.; MURPHY, B. Use of animal blood and cheese whey in bread: Nutritive value and acceptance. **J. Food Sci.** 39: 585-587. 1974.
- [10] DEL RIO, M.T.E.; CONSTAOTINIDES, S.M.; SGARBIERI, V.C; EL-DASH A.A. Chicken blood plasma proteins: Physicochemical, nutritional and functional properties. **J. Food Sci.** 45: 17-20. 1980.
- [11] DHINGRA, S.; JOOD, S. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. **Food Chem.** 77:479-88. 2001.
- [12] DHINGRA, S.; OJD, S. Effect of supplementation on physicochemical, sensory and nutritional characteristics of bread. **Nutr. Health.** 16(4):313-29. 2002.
- [13] DIVARKARAN, S. Animal Blood processing and utilization. Food and Agricultural Organization of the United Nations. **FAO Agricultural Service Bulletin** 32. Rome. 1-18pp. 1982.
- [14] DOXASTAKIS, G.; [AFIRIADIS, I.; IRAKL, M.; MARLANI, H.; TANANAKI, C. Lupin, soy add triticale addition to wheat flour dough and their effect on reological properties. **Food Chem.** 77:219-27. 2002.
- [15] DROSTE, R. Concealing use of blood in bread. **Chem. Abst.** 9: 2782. 1915.
- [16] FAO/WHO/ONU. Necesidades de energía y proteínas. **Informe de una reunión consultiva conjunta FAO/WHO/ONU de expertos**. Informe Técnico 724, 132pp. 1985.
- [17] KHAN, M.N.; ROONEY, L.W.; DILL, C.W. Baking properties of plasma protein isolate. **J. Food Sci.** 44: 274-276. 1979.
- [18] KOBERT, R. Blood bread. **Chem. Abst.** 9: 2780.1915.
- [19] LEE, C.; LOVE, J.A.; JONSON, S. Effect of processing and usage level on the performance of bovine plasma as an egg white substitute in cakes. **Cereal Chem.** 68: 100-104. 1991.
- [20] LEE, C.C.; LOVE, J.A.; JONSON, L.A. Sensory and Physical properties of cakes with bovine products substituted for eggs. **Cereal Chem.** 70(1): 18-21. 1993.
- [21] LUCAS, B.; SOTELO, A. Amino acid determination in pure protein, foods and feeds using two different acid hydrolysis methods. **Anal. Biochem.** 123: 349-356. 1982.
- [22] MÁRQUEZ, E.; BENÍTEZ, B.; MÉNDEZ, N.; RANGEL, L.; MEDRANO, I.; IZQUIERDO, P.; ROMERO. R.; CASTEJON, H. Características nutricionales de una galleta formulada con plasma sanguíneo de bovino como principal fuente proteica. **Arch. Latin. Nutr.** 48(3):250-255. 1998.
- [23] MÁRQUEZ, E.; IZQUIERDO, P.; ARIAS DE M, B.; TORRES, G. Efecto de la adición de plasma sanguíneo de bovino sobre la estabilidad de la emulsión y contenido proteico de productos cárnicos emulsificados. **Rev. Fac. Agron. LUZ** 12: 511-522. 1995.

- [24] MCDONALD, M.C.; ABRAMS, S.A.; SCHANLER, R.J. Iron absorption and red cell incorporation in premature infants fed an iron fortified infant formula. **Pediatr. Res.** 44: 507-511. 1998.
- [25] NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-092-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. **Diario Oficial de la Federación.** 12 de diciembre de 1995. 6pp.1995.
- [26] NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-110-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. **Diario Oficial de la Federación.** DV 11, 16 de octubre de 1995. 6pp. 1995.
- [27] NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-112-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. **Diario Oficial de la Federación.** DV 14, 19 de octubre de 1995. 14pp.1995.
- [28] NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-114-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos. **Diario Oficial de la Federación.** DIV 16, 22 de septiembre de 1995. 23pp. 1995.
- [29] NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-115-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la determinación de Staphylococcus aureus en alimentos. **Diario Oficial de la Federación.** DIV 17, 25 de septiembre de 1995. 12pp. 1995.
- [30] OCKERMAN, H.W.; HANSEN, C.L. Blood utilization. In: **Animal by product processing and utilization** Chapter 9. Technomic Publishing Co. USA. 325-354pp. 2000.
- [31] PELLEGRINO, N.; ALDAO, M.; SAMBUCETTI, M.E.; DE PORTELA, M. L. Fortificación proteica de alimentos a partir de harina de trigo. **Panad. Latinoamer.** 167:1-7. 2004.
- [32] PENTEADO, M.D.V.C.; LAJOLO, F.M.; SANTOS, N.P. Functional and nutritional properties of isolated bovine blood proteins. **J. Agric. Food Chem.** 30: 809-815. 1979.
- [33] RAMÍREZ-JIMENEZ, A.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA-VILLANOVA, J. Browning indicators in bread **J. Agric. Food Chem.** 48:4176-4181. 2000.
- [34] RAMOS-CLAMONT, M.G.; VÁZQUEZ-MORENO, L.; FERNÁNDEZ-MICHEL, S.G.; MARTÍNEZ-CALDERÓN, E.; CARIILLO-VARGAS, L. Caracterización del suero porcino producido bajo condiciones controladas en un rastro de la ciudad de Hermosillo, México. **Rev. Cient. FCV-LUZ.** XIII (1): 53-58. 2003.
- [35] RÍOS, E.; HUNTER, R.E.; COOK, J.D.; SMITH, N.J.; FINCH, C.A. The absorption of iron as supplement in infant cereal and infant formula. **Pediatr.** 55: 686-693. 1975.
- [36] RODAS, A.; LEAL, M.; ARIAS DE, M.B.; HUERTA, N.; MÁRQUEZ, E. Adición de plasma y paquete globular en la formulación de jamones cocidos. **Rev. Cient. FCV-LUZ.** VIII(1):35-39. 1998.
- [37] SÁNCHEZ, H.D.; OSELLA, C.A.; DE LA TORRE, M.A. Nutritional improvement of French type bread. **Arch. Latinoam. Nutr.** 48(4):349-53. 1998.
- [38] SEYMOUR, T.A.; PETERS, M.Y.; MORRISEY, M.T.; AN, H. Surimi gel enhancement by Bovine Plasma Proteins. **J. Agric. Food Chem.** 45: 2919-2923. 1997.
- [39] STATISTICA. Statistica for windows version 4,5 **Stat-Soft**, Inc. Tulsa, USA.
- [40] TERREL, R.N.; WEINBLATT, P.J.; SMITH, C.G.; CARPENTER, Z.L.; DILL, C.W.; MORGAN, R.G. Plasma protein isolates effects on physical characteristics of all-meat and extended frankfurters. **J. Food Sci.** 44: 1041-1048. 1979.
- [41] TYBOR, P.; DILL, C.; LANDMANN, W. Functional properties of proteins isolated from bovine blood by a continuous pilot process. **J. Food Sci.** 40:155-159. 1975.
- [42] VAN DER HEUDEN, K.; YOUNES, M.; FISHBEINS, L.; MILLER, S. **International Food Safety Handbook: Science, International Regulation and Control.** Marcel Dekker, New York, USA. 810 pp. 1999.
- [43] WARDLAW, A.C. **Practical Statistics for Experimental Biologists.** John Wiley & Sons Limited, New York, USA. 380 pp. 1985.
- [44] WISMER-PEDERSON, J. Utilization of animal blood in meat products. **Food Technol.** 33:76-80. 1979.
- [45] ZAHURUL, H.; KINSELLA, J. Emulsifying properties of food proteins: Bovine serum albumin. **J. Food Sci.** 53:416-418. 1988.
- [46] ZAPARRART, M.I.; SALGADO, J.M. Chemical and nutrition evaluation of whole sorghum flour complementation with bean and milk whey, application in baking. **Arch. Latinoam. Nutr.** 44(3):151-157. 1994.