

SUSTITUCIÓN DE LECHE DESCREMADA EN POLVO POR LECHE DE SOYA MODIFICADA EN POLVO EN PRODUCTOS HORNEADOS

Marta Álvarez*, Iris González, Gwendolyne Hernández, María Carrasco y Barbarita Rosas
Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, Carretera al Guatao, km 3 1/2, Cuba,
C.P. 19200.

E-mail: marta@iiaa.edu.cu

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución total de la leche descremada en polvo (LDP) por una leche de soya modificada en polvo (LSMP) elaborada a partir de sólidos de soya, suero de queso dulce, aceite de girasol, azúcar y monoestearato de glicerilo en pan tipo buns y galleta dulce (con harina integral), ambos con 3 % de leche (base harina). A los panes y galletas se les determinaron, la altura y diámetro, humedad, pH y características sensoriales. A los panes además se les determinó el volumen específico y penetrabilidad de la miga y a las galletas la durabilidad. La sustitución total de la LDP por LSMP no modificó ni las características fisicoquímicas ni sensoriales del pan. En la galleta produjo algunas diferencias en la tipicidad del olor y el sabor aunque mantuvo una calificación de muy buena, con una durabilidad ligeramente superior en tres días.

Palabras clave: productos horneados, leche de soya, leche descremada en polvo, pan, galletas dulces.

ABSTRACT

Substitution of defatted dry milk by modified soy milk powder in bakery products

The total substitution of defatted dry milk (DDM) by modified soy milk powder (MSMP) elaborated with soy solids, sweet cheese whey, sunflower oil, sugar and glycerol monoesterate was evaluated in a buns bread and a cookie with integral flour, both with 3% of milk (flour base). The height, diameter, moisture, pH and sensorial characteristics of bread and cookie were evaluated. In addition the bread specific volume and crumb penetrability was determined and also the shelf life of cookie. The total substitution of DDM by MSMP didn't modify the physicochemical or sensorial characteristics of bread. In the cookies some differences in the typical smell and flavour happened although they kept their score as very good, with a slighter longer shelf life of three days.

Keywords: baked products, soy milk, defatted dry milk, bread, cookies.

INTRODUCCIÓN

La leche de vaca es una materia prima de amplio uso en la elaboración de productos horneados pues permite obtener productos con mejores sabor, color, textura y valor nutricional. La leche descremada en polvo (LDP) ha sido la más ampliamente utilizada principalmente por razones de estabilidad y uniformidad, aunque puede emplearse en diferentes formas. Las cantidades de LDP normalmente empleadas (1,2) oscilan entre 2 y 5 % (base harina). En Cuba, en las fórmulas en que se emplea leche en el pan, como son los tipo: buns, perro, media noche, bocadito, hamburguesa o molde, el nivel de empleo de la LDP es 3 % (base harina), al igual que en las galletas dulces.

En el mercado internacional los precios de la leche en polvo son cada vez mayores, lo cual hace su empleo prohibitivo en muchos de los alimentos en los que tradi-

***Marta B. Álvarez González:** Licenciada en Alimentos (IFAL, 1973). Investigadora Auxiliar. Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (IFAL, 1998). Doctora en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (Universidad Politécnica de Valencia, España, 2004). Jefa del Grupo de Molinería, Panadería y Laboratorio de la Vicedirección de cereales. Presidenta del Comité Técnico Normalizativo de Molinería. Trabaja actualmente en la caracterización de harinas de trigo, así como en la evaluación de diferentes métodos de panificación y de aditivos en la misma.

cionalmente se empleaba como ingrediente. El IIIA desarrolló un producto más económico que la leche entera en polvo, que se aproximara a ella en su composición centesimal y que tuviese un sabor agradable. Fue así como se desarrolló la leche de soya modificada en polvo (LSMP) elaborada a partir de sólidos de soya, suero de queso dulce, aceite de girasol, azúcar y monoestearato de glicerilo, secada por atomización y con una composición aproximada de: 4 % de humedad, proteínas y 45 % de hidratos de carbono. El objetivo de este trabajo consistió en evaluar el efecto de la sustitución total de la LDP por la LSMP en pan y galletas dulce.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboraron a escala de laboratorio, panes tipo buns con: harina de trigo 100 %; agua 48 %; azúcar refino 10 %; grasa vegetal hidrogenada 6 %; sal común 2,0 %; leche (LDP ó LSMP) 3 %; levadura seca 1,5 % y mejorador 1,0 %. Las materias primas se mezclaron durante 6 min y se dejaron fermentar 60 min a 32 °C. Se realizó un segundo mezclado por 6 min y se pusieron a dilatar 130 min. Los panes se hornearon sin vapor, en un horno eléctrico de gavetas a 220 °C por 12 min. Para ambas leches se empleó idéntico procedimiento de elaboración y se realizaron cuatro réplicas de cada una en días diferentes. A los panes, una vez que se enfriaron, se les determinó el volumen específico (3), la altura y diámetro (midiendo con pie de rey). El resto de las muestras se envasaron en bolsas de polietileno a temperatura ambiente y a las 48 h realizaron los análisis de humedad (4), pH (5), penetrabilidad de la miga con empleo de un penetrómetro con cabezal semiesférico (6) y evaluación sensorial (7). La evaluación sensorial se realizó con cinco jueces adiestrados, se aplicaron escalas continuas de 10 cm de longitud, de calidad creciente de izquierda a derecha donde 0 cm es pésimo; 2,5 cm es malo; 5 cm es aceptable; 7,5 cm es bueno y 10 cm es excelente. Se evaluaron los atributos: desarrollo, color de la miga, olor típico, sabor típico, suavidad, gomosidad e impresión general (7).

Las galletas elaboradas fueron dulces, del tipo Salvita, donde toda la harina de trigo era integral y contenían 3 % de leche (base harina). Se produjeron a escala piloto tres lotes con cada tipo de leche (LSMP y LDP). El

mezclado se realizó en una mezcladora de brazos horizontales, se moldeó con un troquel cilíndrico en una línea continua de máquina rotativa y se horneó en un horno eléctrico continuo de dos secciones de temperatura. Las piezas a la salida del horno fueron depositadas continuamente sobre la estera de enfriamiento, donde alcanzaron la temperatura ambiente. Las galletas fueron envasadas en paquetes conformados con polipropileno de 30 mm, conteniendo 12 galletas. Los mismos se embalaron en cajas de cartón ondulado (con un contenido de 60 paquetes) y se almacenaron a temperatura ambiente entre 28 y 33 °C.

A las galletas se les determinaron: diámetro y altura (utilizando un pie de rey), pH (8), peso del paquete y humedad (4) durante el almacenamiento. Se evaluó su calidad sensorial inicial empleando un panel entrenado de siete jueces utilizando la ficha del Procedimiento Analítico para el Control de la Calidad Sensorial de las Galletas (9). Posteriormente se aplicó una prueba discriminativa triangular (10) para conocer si se detectaban diferencias entre las que contenían la LSMP respecto a las de LDP. Para ello se tomaron aleatoriamente galletas de los tres lotes con LSMP y de los tres lotes con LDP y se entregaron codificadas a los jueces.

Las pruebas se realizaron en dos sesiones diferentes recogiéndose un total de 20 juicios. Se eligió para la prueba de triángulo un nivel de riesgo de $\alpha = 0,05$; $\beta = 0,10$ y Pd de 50 %.

Durante el almacenamiento de las galletas se realizó un muestreo parcialmente escalonado para las determinaciones de humedad y la sensorial de aceptación-rechazo. La frecuencia de análisis fue tiempo cero, a los 30 días y después semanalmente hasta que se rechazaron los lotes. Al rechazar las muestras se debía indicar en qué consistía el deterioro apreciado, para poder tener conocimientos de la vía de deterioro que se manifestaba. El criterio de rechazo se estableció a partir de una distribución binomial para $p = 0,1$ y $\alpha = 0,05$.

Para la determinación del tiempo de durabilidad los resultados fueron procesados estadísticamente como datos incompletos de fallo por el método de Ploteo de Riesgo, empleando como función de probabilidad la Distri-

bución de Weibull, donde la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov debió indicar que la distribución probabilística de los tiempos de fallos pudo ser descrita por la ley de Weibull según el nivel de significación $\alpha=0,05$ (11).

Los datos de todas las mediciones físicas realizadas se sometieron a un análisis de varianza de clasificación simple para determinar si existían diferencias significativas ($p\leq 0,05$) para las variables respuestas analizadas. Los datos fueron procesados empleando el paquete estadístico STATISTIC versión 6.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra que no se encontraron diferencias significativas entre las características físico-químicas ni en las sensoriales de los panes elaborados con las diferentes leches. Los panes tuvieron un contenido de humedad más bajo que otros panes suaves que logran la suavidad incorporando más agua y menos grasa y azúcar que llegan a 34 % de humedad (12). Tampoco se alteró el pH al sustituir una leche por la otra, por lo que la acción de las enzimas, como la alfa amilasa, cuya acción depende de este indicador, no se modificó y no se afectó la fermentación. Esto se constató pues los tiempos de fermentación y dilatación pudieron igualarse cuando se emplearon cualquiera de las dos leches.

Los panes no modificaron tampoco su altura, diámetro y volumen específico y en ambos casos se obtuvieron valores muy buenos para cada uno de estos indicadores, lo que se debió a la utilización de una fórmula rica en componentes que facilitan el desarrollo del volumen del pan, al empleo de una harina fuerte de buena calidad y a la ejecución de un procesamiento correcto. En panes elaborados con fórmulas sencillas y harinas poco fuertes, el volumen específico puede estar por debajo de 5 mL/g (12). Los factores antes mencionados colaboraron también a que los panes aún a las 48 h mantuvieran una compresibilidad y deformación plástica alta semejante o mayor a la de un pan normado a las 18 h, donde la compresibilidad se ha encontrado en valores de 7,7 mm y la deformación plástica en 5,7 mm.

La Tabla 2 refleja que con ambas leches todos los atributos sensoriales de los panes a las 48 h tuvieron una calificación por encima de 7,5 cm, que corresponde a bueno, con excepción de la gomosidad que estuvo entre aceptable (5 cm) y buena. No se encontraron diferencias significativas entre ninguno de los atributos evaluados en los panes elaborados con los distintos tipos de leche y tampoco en la impresión general. Esto se atribuye a que ambas leches poseen un sabor suave y que solo forman parte de 1,6 % de la fórmula total.

Tabla 1. Características físico-químicas de los panes

	LDP	LSMP
Humedad (%)	29 a (1,2)	29 a (1,1)
pH	5,58 a (0,05)	5,58 a (0,05)
Altura (mm)	5,8 a (0,6)	5,8 a (0,8)
Diámetro (mm)	11,7 a (0,8)	11,4 a (0,4)
Volumen específico (mL/g)	7,5 a (0,6)	7,0 a (0,4)
Compresibilidad (mm)	8,5 a (1,5)	9,0 a (1,7)
Deformación plástica (mm)	7,4 a (1,4)	7,7 a (1,7)

LSMP =leche de soya modificada en polvo;
LDP = leche descremada en polvo
Valores entre paréntesis indican la desviación estándar
Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas para $p\leq 0,05$.

Tabla 2. Características sensoriales de los panes

	LDP	LSMP
Desarrollo (cm)	8,9 a (0,7)	9,0 a (0,8)
Color de la miga (cm)	8,2 a (0,9)	8,0 a (1,2)
Olor típico (cm)	8,4 a (1,0)	8,2 a (1,3)
Sabor típico (cm)	8,1 a (1,5)	7,9 a (1,3)
Suavidad (cm)	8,9 a (0,8)	8,8 a (1,1)
Gomosidad (cm)	5,9 a (1,2)	6,6 a (1,6)
Impresión general (cm)	8,0 a (1,8)	8,3 a (0,7)

LSMP =leche de soya modificada en polvo;
LDP = leche descremada en polvo
Valores entre paréntesis indican la desviación estándar
Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas para $p\leq 0,05$.

La Tabla 3 indica que con relación a las galletas, todos los lotes recién elaborados cumplieron con las especificaciones físico-químicas establecidas para este producto y que son: humedad (menos de 4 %) y peso del paquete (135 ± 5 g). Con excepción del pH, en todas las otras mediciones, incluso aquellas que no aparecen en la norma como son el diámetro y altura, se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las galletas con los diferentes tipos de leche, obteniéndose los valores inferiores en las que contenían LSMP. Sin embargo, esto no afectó la especificación de la norma de peso del paquete de galletas, por lo que se asume que estas diferencias están dentro de las variaciones permitidas del producto.

Tabla 3. Características físico-químicas de galletas recién elaboradas

	LSMP	LDP
Humedad (%)	2,4 a (0,3)	2,9 b (0,41)
Peso del paquete de 12 unidades (g)	138 a (2,6)	140 b (0,9)
pH	7,7 (0,1)	7,4 (0,1)
Diámetro (mm)	63,8 a (0,6)	64,5 b (0,4)
Altura (mm)	5,8 a (0,3)	6,0 b (0,0)

LSMP =leche de soya modificada en polvo;
LDP = leche descremada en polvo
Valores entre paréntesis indican la desviación estándar
Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$.

Las galletas recién elaboradas cumplieron con las especificaciones sensoriales que están establecidas en el Procedimiento Analítico para el Control de la Calidad Sensorial de las Galletas (9) que son: superficie superior con relieve bien definido, piso levemente rugoso, color dorado amarillento con presencia de partículas marrón por el salvado, olor y sabor armónico a cereal horneado y al aromatizante empleado, sin olores extraños, sabor dulce moderado, textura crujiente, moderadamente duro y frágil, cuyos componentes se disgregan y disuelven fácilmente durante la masticación, grano grueso que se percibe con ligera sensación de aspereza. El resultado de la evaluación cualitativa fue de muy buena para ambas galletas, con una puntuación promedio ligeramente mayor para la galleta con LDP (18,8 puntos) respecto a las que contenía LSMP (18,1 pun-

tos) debido principalmente a una mejor tipicidad del olor y sabor. Al realizar la prueba triangular para comprobar si las galletas elaboradas con los dos tipos de leche realmente eran diferentes, se obtuvo que de 20 juicios, en 11 se identificó la muestra diferente, que es el mínimo necesario para decir con 90 % de confianza, que se puede diferenciar una galleta de la otra para un nivel de significación de 5 %. O sea, ambas galletas fueron diferentes aunque obtuvieron calificaciones de muy buenas.

La Tabla 4 muestra que la humedad de las galletas aumentó rápida y significativamente ($p \leq 0,05$) durante el primer mes de almacenamiento y continuó su aumento de forma más discreta durante el período evaluado, pero sin diferencias, para un mismo tiempo, entre las galletas elaboradas con las diferentes leches. Este incremento en productos con bajo contenido de humedad envasados en materiales flexibles y almacenados en locales con alta humedad relativa, como sucede en nuestro clima especialmente en los meses entre junio y septiembre en que se realizó el trabajo, es debido a la transferencia de agua al producto a través del envase. Sin embargo, fue importante que la LSMP respecto a la LDP no incrementara la ganancia de humedad con el tiempo porque esto pudiera provocar la disminución de la durabilidad del producto.

Tabla 4. Humedad de las galletas durante el almacenamiento

Días	Galletas con LSMP %	Galletas con LDP %
1	2,4 a 0,3	2,9 a 0,4
37	4,7 b 0,2	4,8 b 0,5
47	5,0 b 0,4	5,1 bc 0,3
54	5,1 bc 0,2	5,3 bcd 0,4
62	5,7 cd 0,8	5,9 de 0,1
69	6,1 de 1,2	6,1 e 0,3
75	5,9 cd 0,6	6,0 e 0,47

LSMP =leche de soya modificada en polvo;
LDP = leche descremada en polvo
Valores entre paréntesis indican la desviación estándar
Letras distintas indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$.

La Tabla 5 refleja que al aplicar el método de Ploteo de Riesgo para el cálculo de la durabilidad promedio, tomando los criterios de aceptación-rechazo sensorial se obtuvieron los tiempos de durabilidad a partir de los percentiles. En todos los casos K-S-D ($p \leq 0,05$) es mayor que la D max por lo que se puede decir que la distribución probabilística de los tiempos de fallo para un nivel de significación $\alpha = 0,05$ puede ser descrita por la ley de Weibull. El rechazo del producto se presentó por la pérdida de la crujencia debido al aumento de humedad de la galleta y por alteraciones del sabor (a producto envejecido). Si se toma el límite inferior de la durabilidad con el percentil de 20 % la LDPM mejoró la durabilidad de la galleta en tres días.

Tabla 5. Límites inferiores de durabilidad para las galletas elaboradas con las diferentes leches y prueba de bondad de ajuste

Percentil (%)	LSPM (días)	LDP (días)
20	49,2	45,7
Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov		
D max	0,160	0,333
K-S-D (0,05)	0,328	0,410

LSMP =leche de soya modificada en polvo
LDP = leche descremada en polvo

CONCLUSIONES

La sustitución total de la leche descremada en polvo de vaca por la leche de soya modificada en polvo, no modificó ni las características físico-químicas ni sensoriales del pan, el cual se elaboró en idénticas condiciones de proceso. En la galleta dulce produjo un producto que cumplió con las características sensoriales y físico-químicas especificadas para este tipo de galletas, la cual mantuvo una calificación de muy buena al igual que el patrón, pero con algunas diferencias en la tipicidad del olor y el sabor que las hicieron significativamente diferentes para los jueces entrenados. La durabilidad de la galleta con la leche de soya no se afectó sino que aumentó ligeramente (en tres días) respecto a la que contenía leche de vaca.

REFERENCIAS

1. Pomeranz, Y. Wheat. Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota, 1978.
2. B&C MA (Biscuit and Cracker Manufacturers' Association). Biscuit and Cracker Handbook. Washington, DC, 1981.
3. Norma alemana TGL 22874. Norma RDA. Fachbereichstandard, Prüfung von Backwaren, Bestimmung des Volumen, Mifi, 1981.
4. NC:ISO 712. Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia de rutina, 2002.
5. AACC Approved Methods of the AACC. Method 02-52. Hydrogen-ion activity (pH), 1976.
6. Álvarez, M.; Rosa, B. y Pérez, H. Cienc. Tecnol. Alim. 16 (2): 52-55, 2006.
7. MINAL. Manual de Instrucciones del Sistema de Control de la Calidad. Procedimiento Analítico para el Control de la Calidad Sensorial de Panes, 2001.
8. AOAC. Official Methods of Analysis, 15 ed., Kenneth Helrich Ed., Arlington, AOAC Inc. ed., 1990.
9. MINAL. Manual de Instrucción del Sistema de Control de Calidad. Procedimiento Analítico para el Control de la Calidad Sensorial de las Galletas, 2005.
10. NC: ISO 4120. Análisis Sensorial-Metodología-Prueba Triángulo.
11. Cantillo, J.; Fernández, C. y Núñez, M. Durabilidad de los alimentos. Métodos de estimación. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, La Habana, 1994.
12. Álvarez, M. Evaluación de algunos aditivos como sustitutos del bromato de potasio en la panificación. (Memoria presentada para optar por el grado de Doctor en Ciencia y Tecnología de Alimentos por la Universidad Politécnica de Valencia), 2002.