

DESARROLLO DE UNA GALLETA DULCE CON SUERO LÁCTEO

Leyra Llanes-Herrera, Carola Iñiguez, Margarita Núñez de Villavicencio, Cira Duarte-García e Ivania Rodríguez.*

*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao,
km 3 ½, C.P. 17100, La Habana, Cuba. E-mail: leyra@iiaa.edu.cu*

Recibido: 02-05-2023 / Revisado: 05-08-2023 / Aceptado: 21-09-2023 / Publicado: 30-12-2023

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue desarrollar una galleta dulce con suero lácteo. La relación harina-suero se definió mediante diseño de mezcla IV-optimal de dos componentes, con niveles de harina de trigo entre 52 y 55 % y de suero lácteo entre 3,5 y 6,5 %. Se evaluaron sensorialmente los atributos: tipicidad del sabor, fragilidad, dureza, facilidad de desintegración en boca y crujencia, mediante una escala continua de intensidad de 10 cm de longitud, acotada en los extremos del segmento con intensidad creciente. Para lograr la mejor combinación se consideró como variable de respuesta la calidad global. Se obtuvo un modelo matemático para cada atributo analizado. Se realizó la optimización de los resultados seleccionándose como fórmula óptima la que contenía 4,25 % de suero lácteo y 54,25 % de harina de trigo.

Palabras clave: galleta, suero lácteo, sensorial.

ABSTRACT

Development of a sweet cookie with dairy whey.

The objective of the work was to develop a sweet cookie with whey. The flour-whey ratio was defined by a two-component IV-optimal mixture design, with wheat flour levels between 52 and 55% and whey between 3.5 and 6.5%. The attributes sensory evaluated were: typicality of flavor, fragility, hardness, ease of disintegration in the mouth and crunchiness, using a continuous intensity scale 10 cm long, delimited at the ends of the segment with increasing intensity. To achieve the best combination, global quality was considered as the response variable. A mathematical model was obtained for each attribute analyzed. The results were optimized, selecting as the optimal formula the one containing 4.25% whey and 54.25% wheat flour.

Keywords: cookie, whey, sensory.

INTRODUCCIÓN

El lactosuero o suero de leche es un líquido de color amarillento y turbio obtenido tras la precipitación y separación de la caseína de la leche durante la elaboración del queso y constituye aproximadamente del 85 al 90 % del volumen de la leche (1). Existen dos tipos de sueros lácteos (2): el dulce (basado en la coagulación por la renina a pH 6,5) y el ácido (que resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína).

Las proteínas del suero son ideales para aumentar el contenido de proteínas de un alimento, mejorar su perfil nutricional y ofrecer propiedades funcionales únicas a una gran variedad de productos (3). Todo ello justifica en gran medida la necesidad de evaluar las posibilidades del suero para añadir valor agregado a diferentes alimentos. Las aplicaciones abarcan entre otros productos de panificación, repostería, bebidas y postres congelados (4, 5).

Internacionalmente los avances tecnológicos han permitido que se utilice aproximadamente el 50 % del suero lácteo producido para alimento humano (6) y el remanente se utiliza como alimento animal, fertilizante, o es desechado al medio ambiente (7). Esto último es consecuencia de la ausencia de métodos económicamente viables que permitan su utilización, lo que ocasiona contaminación ambiental debido a su alta demanda biológica de oxígeno (8). Esta condición ha hecho que sea considerado como uno de los efluentes de mayor importancia en los países en vías de desarrollo (9).

La galleta dulce es el producto alimenticio obtenido por el amasado y cocción de una masa preparada con harina de trigo o con mezclas de harinas, agua potable, mantequilla y/u otras grasas, azúcares (sacarosa, azúcar invertido, miel de abeja y otros), adición o no de huevo, leche, almidones, leudantes, sal y aditivos de acuerdo al tipo que se desea elaborar (10).

Atendiendo a la importancia que desde la industria se le da al aprovechamiento de los subproductos alimenticios el presente estudio tuvo como objetivo desarrollar una galleta dulce con

suero lácteo, considerando que las galletas son de alto consumo y aceptabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó harina de trigo que contenía 13,61 % de humedad y 40 % de gluten húmedo (11) y el suero lácteo dulce obtenido del proceso de elaboración de queso fresco con 9,79 % de sólidos, 0,8 % de grasa y 0,09 % de acidez.

Se elaboraron galletas troqueladas con los ingredientes siguientes: harina de trigo, grasa vegetal hidrogenada, azúcar refinado, salvado de trigo, agua, leche descremada en polvo, sal común, bicarbonato de sodio, sabor vainilla, bicarbonato de amonio y lecitina de soya, todo para consumo humano. En la fórmula en lugar de agua se empleó suero lácteo y para determinar la mejor combinación de harina y suero lácteo se empleó un diseño de mezcla IV-Optimal de dos componentes, tomándose como límites niveles entre 52 y 55 % de harina de trigo y entre 3,5 y 6,5 % de suero lácteo (Tabla 1). Estos intervalos fueron seleccionados sobre la base de pruebas de observación.

Tabla 1. Matriz experimental

Corrida	A:Harina	B:Suero
1	55,00	3,50
2	52,00	6,50
3	52,75	5,75
4	53,50	5,00
5	54,25	4,25
6	52,00	6,50
7	53,50	5,00
8	55,00	3,50

Las galletas se evaluaron sensorialmente por cinco catadores adiestrados en este tipo de producto. Se utilizó el método descriptivo cuantitativo (12) para la evaluación de los atributos: tipicidad del sabor, fragilidad, dureza, facilidad de desintegración en boca y crujencia, los que fueron escogidos entre los recomendados en el Procedimiento analítico de evaluación sensorial para galletas Salvitas (13). Los atributos se calificaron con una escala continua de intensidad de 10 cm, acotada en los extremos del segmento con intensidad creciente

de izquierda a derecha (14) donde 0 fue ausencia, 2 muy ligera, 4 ligera, 6 moderada, 8 marcada y 10 muy marcada. Además, se evaluó la calidad global con la aplicación de una escala de categorías donde: 0 fue pésima, 2 insuficiente, 4 aceptable, 6 buena, 8 muy buena y 10 excelente.

Los resultados de las variables de respuestas fueron procesados mediante la metodología de superficie de respuesta y optimización numérica, con el programa Design-Expert ver. 11.0.3.0 (Stat-Ease, Minneapolis, MN), con un coeficiente de confiabilidad del 95 %. La selección de las combinaciones o alternativas a proponer se realizó imponiéndole al modelo las restricciones que permitieran obtener un producto con buena calidad, según criterio discutido con los catadores entrenados. La Tabla 2 muestra los criterios de selección que se tuvieron en cuenta para seleccionar la fórmula óptima

Tabla 2. Criterios de optimización

Atributo sensorial	Límite	
	Inferior	Superior
Tipicidad del sabor	4	-
Fragilidad	4	6
Dureza	5	6
Desintegración en boca	6	7
Crujencia	5	-
Calidad global	6	-

A la galleta de la variante seleccionada la comisión de evaluación sensorial le elaboró la ficha descriptiva, se le determinó el contenido de humedad (15) y la composición centesimal se calculó sobre la base de la proporción de cada ingrediente en la fórmula y los datos de composición de los ingredientes tomados de las Tablas de Composición de Alimentos (16, 17).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del estudio de las variables de respuesta medidas para el desarrollo de la fórmula de la galleta fue posible ajustar modelos matemáticos que describieron el comportamiento de: tipicidad del sabor, fragilidad, dureza, facilidad de desintegración en boca, crujencia y calidad global. La tipicidad del sabor no ajustó a ningún modelo lo que indicó

que en los niveles ensayados el suero lácteo no produjo afectaciones de sabor. El análisis de varianza de la regresión para los datos sensoriales resultó significativo ($p < 0,001$), la prueba de falta de ajuste resultó no significativa en todos los casos para $p \geq 0,05$, el análisis de los residuos no mostró observaciones atípicas y los residuos estandarizados siguen la distribución normal. El coeficiente de determinación R^2 indicó que el modelo fue capaz de explicar más del 90 % de las variaciones. En la Tabla 3 aparecen los modelos ajustados para las variables respuestas.

Tabla 3. Modelos matemáticos codificados de las variables de respuesta

Variable de respuesta	Ecuación	R^2
Fragilidad	$3,96 x_1 + 7,27 x_2$	0,9501
Dureza	$6,45 x_1 + 3,80 x_2$	0,9695
Facilidad de desintegración en boca	$5,63 x_1 + 8,25 x_2$	0,9412
Crujencia,	$6,22 x_1 + 4,18 x_2$	0,9184
Calidad global	$7,82 x_1 + 6,49 x_2 + 4,16x_1x_2$	0,9146

x_1 : harina de trigo x_2 : suero lácteo

En las ecuaciones se muestra la variable dependiente (atributo sensorial) y los términos x_1 y x_2 corresponden a los componentes de la mezcla harina y suero lácteo, respectivamente. Estas ecuaciones se presentan de forma gráfica en las Fig. 1 a 5. Como puede apreciarse en la Fig. 1, valores más altos de suero lácteo hacen que la galleta aumente su fragilidad y pueda romperse fácilmente, incidiendo en la calidad durante su manipulación, transporte y comercialización. Por el contrario, con niveles muy bajos de suero se obtuvo una galleta muy poco frágil, que dificulta su masticación y deglución. Los valores óptimos, a criterio de los jueces, estuvieron entre 4 cm ligera fragilidad a 6 cm moderada que corresponde con valores intermedios de suero. Las variaciones de la dureza pueden apreciarse en la Fig. 2. El suero disminuye la dureza de la galleta. Con valores extremos se obtiene una galleta muy blanda o muy dura. Los valores óptimos, a criterio de los catadores, estuvieron entre 5 y 6 cm en la escala de dureza que se corresponden con valores intermedios de suero. A medida que aumenta el suero

disminuye el contenido de harina y por tanto el contenido de gluten. Algunos investigadores han reportado que generalmente las galletas elaboradas a partir de harinas con alto contenido de gluten resultan en una estructura más dura (18, 19).

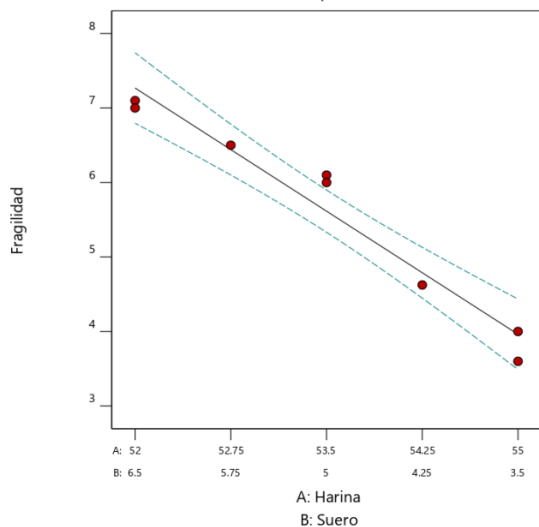


Fig. 1. Comportamiento del modelo matemático de fragilidad.

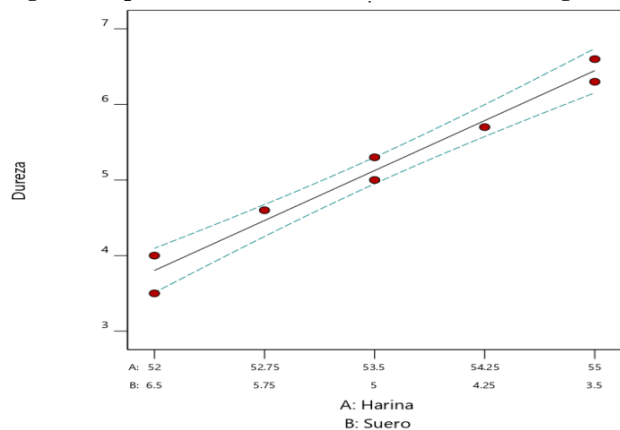


Fig. 2. Comportamiento del modelo matemático de la dureza.

La Fig. 3 muestra que la facilidad de desintegración en la boca, se comportó de forma muy similar a la fragilidad en cuanto a que los valores intermedios resultaron los más adecuados.

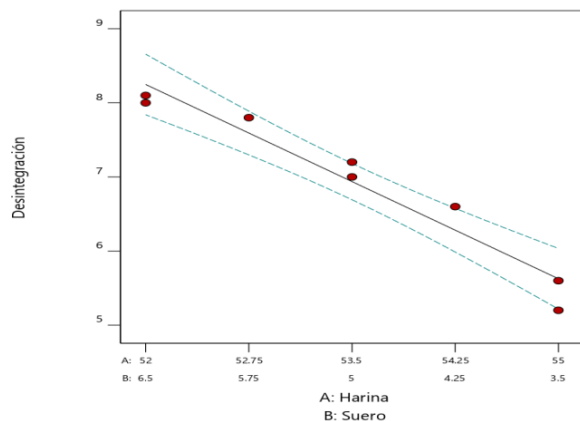


Fig.3. Comportamiento del modelo matemático desintegración en boca.

Respecto a la crujiencia (Fig. 4), esta disminuye al aumentar el nivel de suero, valores muy elevados hacen la galleta menos crujiente. Los catadores aceptaron valores de crujiencia superiores a 5 cm que corresponderían a valores intermedios de empleo del suero.

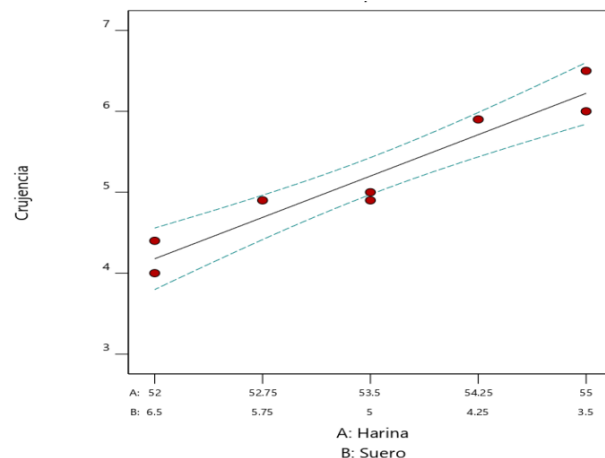


Fig. 4 Comportamiento del modelo matemático de la crujiencia.

La calidad global (Fig. 5) se comportó según un modelo cuadrático, los datos permitieron determinar que las galletas con mayor calidad sensorial son las que corresponden a las formulaciones intermedias de harina y suero, por presentar mayor puntuación en cuanto a la calidad global.

En la optimización de los resultados se logró obtener 11 soluciones posibles, siendo seleccionada la variante de 54,25 % de harina y 4,25 % de suero lácteo, que logra una mayor utilización de este subproducto para trabajos futuros y posible introducción en la industria.

En la Tabla 4 se puede apreciar que el nuevo producto obtuvo un dictamen sensorial de excelente basado en la caracterización de sus atributos sensoriales.

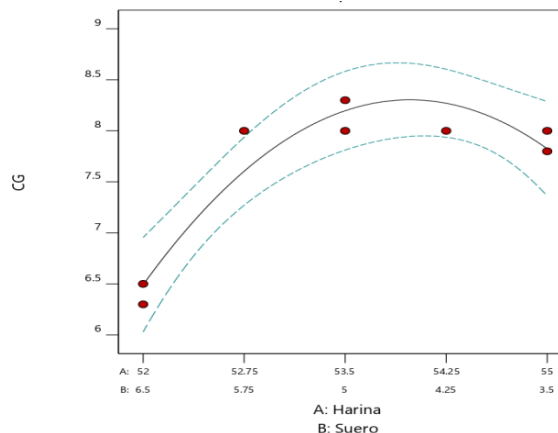


Fig. 5. Comportamiento del modelo matemático de la calidad global

Tabla 4. Características y atributos evaluados sensorialmente

Características	Atributos	Descripción
Sabor	Tipicidad	A producto fresco, destacándose el aroma empleado en su elaboración (vainilla)
	Dureza	Moderada y frágil
Textura	Crujencia	Moderada
	Facilidad de desintegración en la boca	La estructura del producto se desintegra fácilmente durante la masticación
Calidad global		Excelente

La composición centesimal calculada de la galleta con la fórmula seleccionada se muestra en la Tabla 5. Como es típico de las galletas tiene un alto contenido de grasa, carbohidratos y minerales.

Tabla 5. Composición centesimal de la galleta

Contenido nutricional	100 g de producto
Energía (kcal)	425,0
Proteína (g)	6,87
Grasa (g)	18,11
Carbohidratos (g)	60,72
Humedad (g)	2,63
Fibra dietética (g)	2,91
Cenizas (g)	2,11

CONCLUSIONES

Se desarrollaron fórmulas de galleta con diferentes proporciones de harina de trigo y suero lácteo y se estimó como la más recomendable la que contiene 54,25 % de harina de trigo y 4,25 % de suero lácteo con 2,63 % de humedad y

una composición proximal calculada de energía 425 kcal, proteína 6,87 %, grasa 18,11 % y carbohidratos 60,72 %.

REFERENCIAS

- Muñoz J, Cabrera C, Alcívar A, Castro M, Zambrano E. Uso del lactosuero en el desarrollo de una bebida láctea saborizada con chocolate en polvo: propiedades sensoriales y bromatológicas. *Agroind Sci* 2019; 9(2):199-203.
- Poveda E. Suero Lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Rev Chil Nutr* 2013; 40(4):397-403. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182013000400011. Acceso 20 diciembre 2023.

3. López R, Becerra M, Borrás L. Caracterización físico-química y microbiológica del lactosuero del queso Paipa. *Cienc Agric* 2018; 15(2):99-106.
4. Rocano KT Elaboración de galletas de dulce enriquecidas con proteína proveniente del suero de queso, en las instalaciones de la planta piloto de la Utmach, 2014” Universidad Técnica de Machala Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud carrera de Ingeniería en Alimentos Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos. Machala -El Oro – Ecuador; 2015.
5. Romero K, Torres Q. Alternativas tecnológicas para el uso del lactosuero: valorización económica de residuos. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* 2020; 30(55). <https://doi.org/10.24836/es.v30i55.908>. Acceso 10 diciembre 2023.
6. Yadav JS, Yan S, Pilli S, Kumar L, Tyagi RD, Surampalli RY. Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides. *Biotechnol Adv* 2015; 33:756-74.
7. Jauregi P, Welderufael FT. Added-value protein products from whey. *Nutrafoods* 2010; 9(4):13-23.
8. Chacón L, Rentería A, Chávez A, Rodríguez J. Whey protein: uses, relation to health and bioactivities. *Riverciencia* 2017; 42(11):712-8.
9. Bainotti AE, Basilico JC, Carrasco de Mendoza MS. Optimización de condiciones para la producción discontinua de proteína unicelular utilizando suero de leche. *Rev Argent Microbiol* 1987; 19:1-7.
10. FAO. Procesado de cereales. Fichas Técnicas, 8; 2014 <http://www.fao.org/3/a-au166s.pdf>.
11. NC 877. Harina de trigo especificaciones. Cuba; 2022.
12. NC ISO 13299. Sensory analysis. Methodology general. General guidance for establishing a sensory profile; 2016.
13. Zamora E. Evaluación objetiva de la calidad sensorial de alimentos procesados. La Habana: Editorial Universitaria; 2007.
14. NC ISO 4121. Sensory analysis methodology. Evaluation of food products by methods using scales. Cuba; 2005.
15. NC-ISO 712. Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia de rutina; 2002.
16. USDA (2021). U.S. Department of Agriculture. Agricultural Research Service FoodData Central. <http://fdc.nal.usda.gov/>
17. IIIA. Tabla de composición de alimentos. La Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia; 2006.
18. Calle J, Núñez de Villavicencio M, Hernández G, Álvarez M, Duarte C, González A, Emilia E, Raimondo EE, Farah MS. Influencia de la adición de aislado de proteína de soya en el desarrollo de galletas dulces. *Cienc Tecnol Aliment* 2021; 31(1):47-55.
19. Moiraghi M, Vanzetti L, Bainotti C, Helguera M, Leon A, Pérez G. Relationship between soft wheat flour physicochemical composition and cookie-making performance. *Food Sci Technol* 2011; 88(2):130-6.