

**Formulación de un postre lácteo con adición de proteínas de lactosuero**

Formulation of a dairy dessert with the addition of whey proteins

Dairon Iglesias-Guevara<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0044-6083>Alicia Casariego-Año<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7687-5984>José Ariel Arencibia-Sánchez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4408-3162>Eddy Mosquera-Milián<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0004-0244-6564><sup>1</sup>Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba\*Autor para la correspondencia: [daironig1993@gmail.com](mailto:daironig1993@gmail.com)**RESUMEN**

El lactosuero es un residuo de la industria quesera cuyo aprovechamiento como materia prima en formulaciones alimentarias para humanos ha sido estudiado, principalmente por su composición nutricional y por el impacto negativo que tiene sobre el medio ambiente cuando se desecha. El objetivo de la presente investigación fue obtener un postre lácteo a partir de proteínas del lactosuero. Se utilizó el método de optimización numérica a través de una superficie respuesta I-Óptimo. Los factores seleccionados fueron: proteína (requesón), goma xantana, almidón y agua del sistema, las variaciones estuvieron sujetas al máximo permisible de estos componentes para la mezcla. Se evaluaron las variables: apariencia, textura, aceptación general y estabilidad. La caracterización sensorial del postre se realizó con cinco catadores de la Dirección de Ciencias del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, quienes generaron los descriptores mediante el método de asociación controlada. La formulación seleccionada presentó un contenido de proteína (requesón) de 33,21 %; 0,158 % de goma xantana, 4,43 de almidón, 46 % de agua y 16,2 % de azúcar. La evaluación sensorial permitió establecer los descriptores, color, homogeneidad, olor a fresa, nota láctea en el olor, sabor a fresa, sabor lácteo, sabor dulce, sabor ácido, consistencia y cremosidad. La impresión general para la calidad resultó ser excelente.

**Palabras clave:** postre lácteo; suero lácteo; requesón; evaluación sensorial.

## ABSTRACT

Whey is a residue from the cheese industry whose use as a raw material in human food formulations has been studied, mainly due to its nutritional composition and the negative impact it has on the environment when discarded. The objective of the present investigation was to obtain a dairy dessert from whey proteins. The numerical optimization method was used through an I-Optimal response surface. The selected factors were: protein (cottage cheese), xanthan gum, starch and system water, the variations were subject to the maximum allowable of these components for the mixture. The variables appearance, texture, general acceptance and stability. The sensory characterization of the dessert was carried out with five tasters from the Science Department of the Food Industry Research Institute, who generated the descriptors using the controlled association method. The selected formulation presented a protein content (cottage cheese) of 33,21 %; 0,158 % xanthan gum, 4,43 starch, 46 % water and 16,2 % sugar. The sensory evaluation allowed to establish the descriptors, color, homogeneity, strawberry smell, milky note in the smell, strawberry flavor, milky flavor, sweet flavor, acid flavor, consistency and creaminess. The overall impression for the quality turned out to be excellent.

**Keywords:** dairy dessert; whey; cottage cheese; sensory evaluation.

Recibido: 15/01/2024

Aceptado: 10/04/2024

## Introducción

La industria láctea es una de las más importantes en la economía de muchos países y entorno a ella se ha desarrollado una tecnología compleja y novedosa. <sup>(1)</sup> Aproximadamente el 90 % de la leche utilizada en la producción quesera es eliminada como lactosuero (suero lácteo), subproducto altamente contaminante para el medioambiente. No usar el lactosuero como alimento es

un gran desperdicio de nutrimentos, pues este contiene aproximadamente el 8 % de la materia grasa y el 95 % de lactosa. <sup>(2)</sup>

Al utilizar eficientemente este residuo se ha comprobado que 1 000 L de lactosuero contienen más de 9 kg de proteína de alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche, el equivalente a los requerimientos diarios de proteína de 130 personas y de energía de más de 100). <sup>(3)</sup> Sin embargo, este residuo es desechado como efluente creando un serio problema ambiental, debido a que afecta física y químicamente la estructura del suelo, lo cual genera una disminución en el rendimiento de cultivos agrícolas y cuando se desecha en el agua, reduce la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto. <sup>(4)</sup> Su aprovechamiento también es una alternativa para aumentar la producción de alimentos ante el aumento acelerado de la población mundial. <sup>(5)</sup>

El proceso de obtención de requesón recupera la mayor cantidad de proteína presente en el lactosuero mediante la coagulación de proteínas lacto séricas a través de la acidificación, el tratamiento térmico y la adición de calcio. <sup>(6)</sup> Teniendo en cuenta las razones antes expuestas se traza como objetivo obtener un postre lácteo a partir de proteínas de lactosuero (requesón).

## **Métodos utilizados y condiciones experimentales**

El presente trabajo se desarrolló en los laboratorios del Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL) de la Universidad de La Habana con la colaboración de la Fábrica Quesos Siboney (FQS) y el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA). Estas últimas instituciones aportaron las materias primas empleadas: proteína obtenida por precipitación isoeléctrica a partir del suero dulce de quesería (requesón) y almidón de maíz (FQS), azúcar refino (97 % de sólidos), goma xantana, aroma fresa, color rojo Ponceau 4R (IIIA).

Se realizaron al requesón las determinaciones de calidad siguientes: sólidos totales, <sup>(7)</sup> grasa, <sup>(8)</sup> acidez, <sup>(9)</sup> coliformes totales. <sup>(10)</sup>

## **Diseño experimental**

Para el diseño del postre lácteo se empleó el software Design-Expert 11.1.01 (Stat-EaseInc., Minneapolis, USA); y para el procesamiento de los datos además el SPSS (IBM SPSS Statistics.25) con nivel de significación de

$p \leq 0,05$ . Se utilizó el método de optimización numérica a través de una superficie respuesta I-Óptimo. Los factores seleccionados fueron: proteína (A: 31,7-40 %), goma xantana (B, 0,1-0,3 %), almidón (C: 2,5-6 %) y el agua del sistema (D: 37,5-46 %), las variaciones estuvieron sujetas al máximo permisible de estos componentes para la mezcla según la ecuación  $A+B+C+D= 88,8 \%$ , manteniendo constante 16,2 % de azúcar. El número total de combinaciones arrojadas por el programa fue de 16 corridas incluyendo 2 réplicas. Las variables de respuestas fueron: apariencia, textura y aceptación general, además se incluyó la estabilidad.

### **Elaboración de los postres**

La preparación de los postres (figura 1) consistió en dos pasos fundamentales: la gelatinización (80 °C por 3 min) del almidón en el agua junto a los demás productos en polvos (azúcar y goma xantana) y la adición de las proteínas del lactosuero. La homogenización se realizó con una batidora de mano (Braun Minipimer 5) y se almacenaron a  $8 \pm 1$  °C.

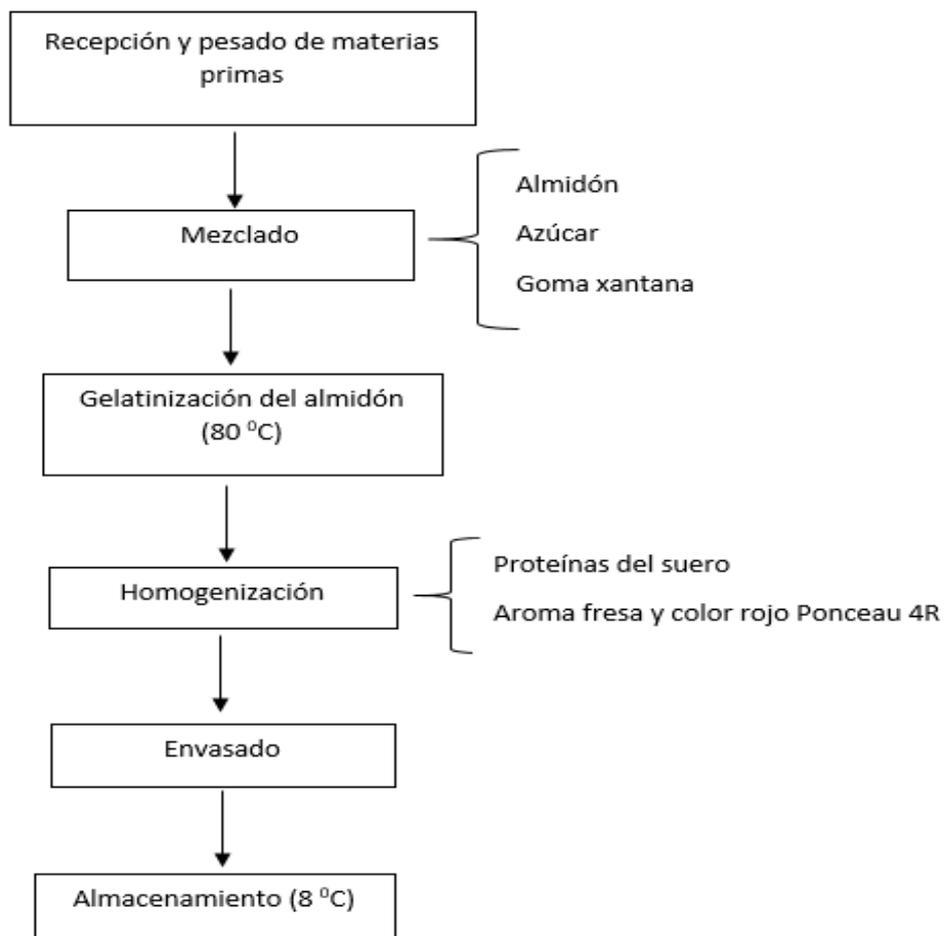


Fig. 1-Elaboración del postre lácteo

## Evaluación sensorial

En la evaluación sensorial participaron 10 jueces experimentados pertenecientes al panel sensorial de la FQS. Se empleó una escala hedónica de 7 puntos (1= me disgusta mucho, 4= ni me gusta ni me disgusta, 7= me gusta mucho) a las 48 h de almacenamiento para evaluar apariencia, textura y aceptación general. Una semana después se realizó el análisis de estabilidad según la literatura<sup>(11)</sup> con modificaciones empleando una escala de cinco puntos.

La caracterización sensorial se realizó con cinco catadores procedentes del IIIA, quienes individualmente generaron los descriptores por el método de asociación controlada.<sup>(12)</sup> Los descriptores resultantes fueron discutidos en una sesión según recomienda la NC ISO-11035 (2015),<sup>(13)</sup> se evaluaron por triplicado en escala de 10 cm de longitud, estructurada cada 2 cm con intensidad creciente del atributo desde ausencia hasta muy marcada<sup>(14)</sup> y se

incorporó el descriptor calidad global evaluado en una escala desde pésimo hasta excelente, con las categorías de calidad informadas por Duarte (2017).<sup>(15)</sup>

## Resultados y discusión

La tabla 1 muestra los indicadores de calidad realizados a la materia prima conocida industrialmente como requesón. Según la norma ministerial para este tipo de productos la materia prima cumple con los requisitos exigidos. En cuanto al contenido de materia grasa este se clasifica como requesón superior al 10 % de grasa. Desde el punto de vista organoléptico la materia prima (requesón) se aprecia como una masa granulosa y homogénea, color blanco grisáceo, olor típico a queso y a producto lácteo. El sabor se corresponde con el típico del queso fresco con ligera acidez resultando poco cohesivo.<sup>(16)</sup>

**Tabla 1-** Calidad del requesón

Indicadores	Media	Especificaciones (NRIAL 133: 1996)
Sólidos totales (%)	22,2	-
Humedad (%)	73,8	$\leq 75$
Materia grasa (%)	13	$\geq 10$
Acidez (% de ácido láctico)	1,1	$\leq 1,25$
Coliformes totales	Apto	$\leq 1 \times 10^1$

n=3

En la tabla 2 se muestra la matriz del diseño experimental y las variables de respuestas analizadas. Para la apariencia, las respuestas estuvieron marcadas por una adecuada apariencia homogénea y color característico a fresa. De forma general las tres variables sensoriales se comportaron de forma similar con respuestas que oscilaron entre “Me gusta ligeramente” y “Me gusta”. La textura se percibió desde cremosa hasta gelificada para los mayores niveles de almidón y goma xantana. La estabilidad fue adecuada para todos y condicionó la aceptación general pues existió una correlación positiva entre ambas variables.

**Tabla 2**  
Matriz del diseño experimental

Corridas	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	Apariencia	Textura	Aceptación general	Estabilidad
1	33,48	0,19	4,13	46	5,9 (0,87)	6,3(0,67)	6,2(0,78)	4,5(0,54)
2	40,00	0,3	6	37,5	5,7 (0,48)	5,1(1,19)	5,6(1,07)	4,3(0,54)
3	40,00	0,1	4,94	38,76	5,4 (1,07)	5,2(1,03)	5,1(0,99)	2(0,44)
4	36,73	0,1	2,5	44,47	4,6 (0,85)	5,7(1,05)	5,8(1,03)	2,4(0,54)
5	35,16	0,1	4,35	44,19	5,5 (0,97)	5,5(1,17)	5,7(1,05)	3,1(0,44)
6	33,42	0,3	6	44,08	5,4 (0,84)	5,5(1,26)	5,9(0,99)	5(0,00)
7	36,01	0,19	6	41,6	6,3 (0,82)	5,9(0,87)	6,2(0,78)	3(0,70)
8	36,01	0,19	6	41,6	5,7 (1,16)	6,1(0,73)	6(0,81)	2,2(0,44)
9	37,89	0,1	6	39,81	5,8 (0,63)	6(0,81)	6,2(0,63)	1,5(0,54)
10	33,31	0,3	6	44,19	5,6 (0,84)	5,5(1,35)	5,7(1,25)	4,2(0,54)
11	35,00	0,3	2,5	46	5,1 (1,20)	5,4(0,96)	5,6(1,07)	3,4(0,54)
12	38,42	0,3	2,5	42,58	5,8 (0,79)	5,7(0,48)	5,9(0,73)	3,7(0,44)
13	31,70	0,1	6	46	6,4 (0,70)	5,9(1,28)	5,8(1,22)	4,5(0,54)
14	33,48	0,19	4,13	46	6,1 (0,57)	6,2(0,78)	6,2(0,78)	4,7(0,44)
15	36,68	0,3	4,54	42,28	5,9 (0,74)	5,7(0,94)	6,1(0,73)	4(0,70)
16	40,00	0,23	2,92	40,65	5,4 (1,07)	5,4(1,17)	5,3(1,25)	5(0,00)

Media (Desviación estándar)

## Influencia de los factores en estudio sobre las variables sensoriales

La influencia de los factores en estudio sobre las variables sensoriales en los postres lácteos desarrollados se muestra en la tabla 3, la falta de ajuste fue no significativa en todos los casos. La apariencia tuvo un modelo lineal significativo cuyo ajuste explica el 81,85 % de la variabilidad observada. La interacción de los componentes proteína y goma xantana resultó significativa, así como esta y el agua. Teniendo en cuenta los coeficientes obtenidos para los componentes en el modelo ajustado se tiene que, de las interacciones binarias observadas, la AB (proteína-goma xantana) es la de mayor impacto.

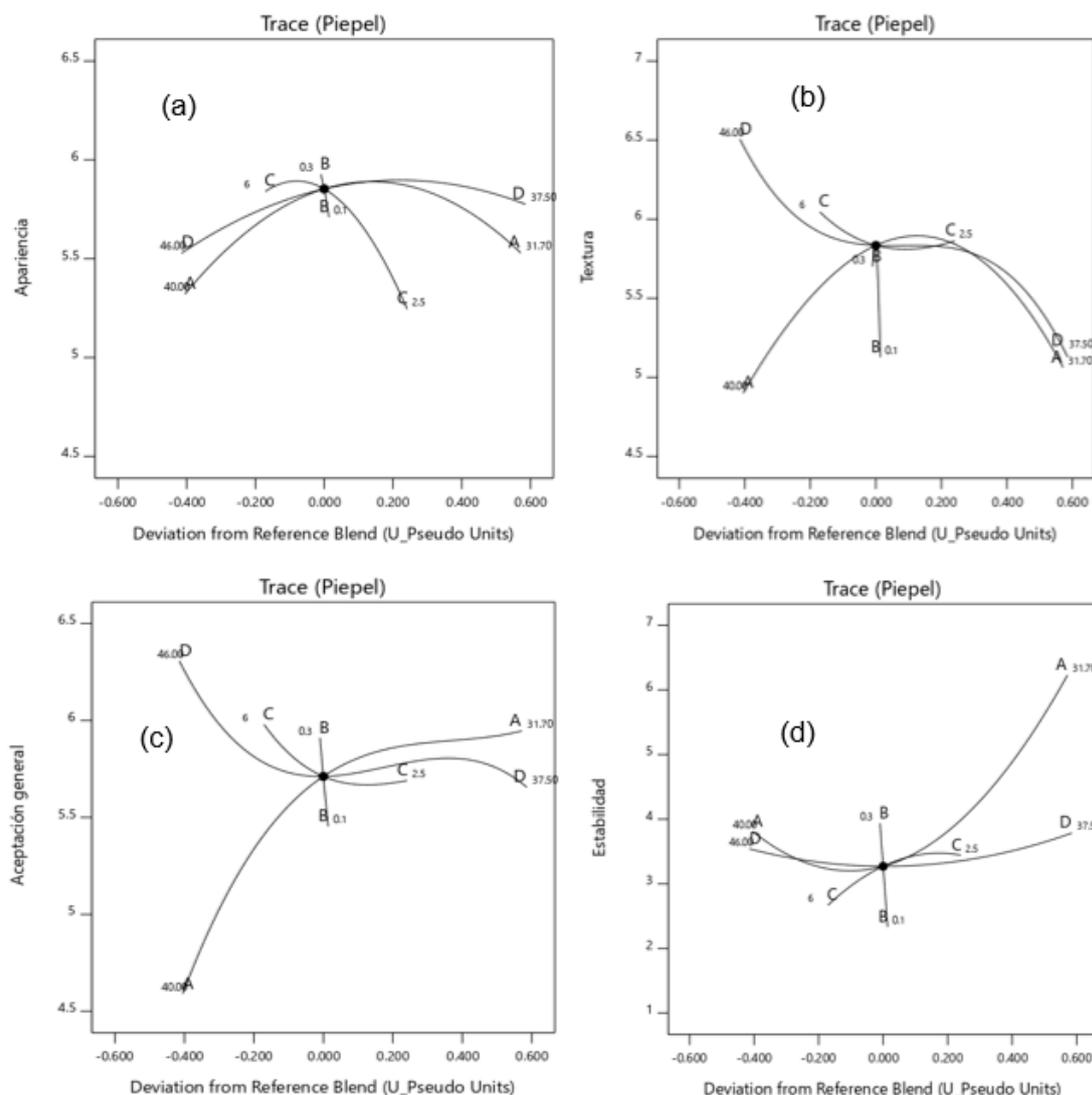
**Tabla 3**

Resumen del análisis de varianza obtenido para cada una de las variables sensoriales en términos de significación (p-valor)

Variable	Apariencia	Textura	Aceptación general	Estabilidad
Modelo	0,0172	0,0008	0,0023	0,0064
Mezcla lineal	0,039	0,0013	0,0189	0,0042
AB	0,0042	0,0004		0,2377
AC	0,079			0,5044
BD	0,0247			
CD	0,0571		0,0342	0,0952
AD		0,006		0,0156
BC		0,0004	0,007	0,2294
BD		0,0004	0,0277	0,2551
ABD		0,0046		
BCD		0,0005	0,0002	
Falta de ajuste	0,7501	0,6702	0,3125	0,438
R <sup>2</sup>	0,8185	0,9682	0,8985	0,9341

Para la textura el modelo cúbico especial resultó significativo, ajustado explica el 96,82 % de la variabilidad observada. Las interacciones triples ABD (proteína-goma xantana-agua) y BCD (goma xantana-almidón-agua) tienen un efecto significativo sobre la respuesta y siendo esta última la de mayor impacto. En la aceptación general el modelo cúbico especial resultó significativo y ajustado explica el 89,85 % de la variabilidad. Las interacciones binarias resultaron significativas, el término cúbico especial BCD (goma xantana-almidón-agua) resultó el de mayor contribución. Según los coeficientes estimados para el modelo descrito, de todas las interacciones binarias, la existente entre goma xantana- almidón fue la que más impacto tuvo, la combinación de estas es necesaria para una maximización de la respuesta. Para la estabilidad se obtuvo un modelo cuadrático y el estadígrafo R<sup>2</sup> indicó que el modelo ajustado explica el 93,43 % de la variabilidad; según este, solo tienen lugar las interacciones dobles, siendo significativa la interacción proteína-agua (AB).

Debido a que, en un diseño de mezcla, los componentes no influyen en la variable de respuesta de manera independiente se hace necesario realizar el análisis de trazas para los pseudocomponentes obtenidos según los niveles evaluados de los factores. En la figura 2 se muestra el impacto individual de los componentes si se comportaran como una mezcla pura.



**Fig. 2-** Trazas para los pseudocomponentes estimados según las variables sensoriales. a) Apariencia, b) Textura, c) Aceptación general, d) Estabilidad

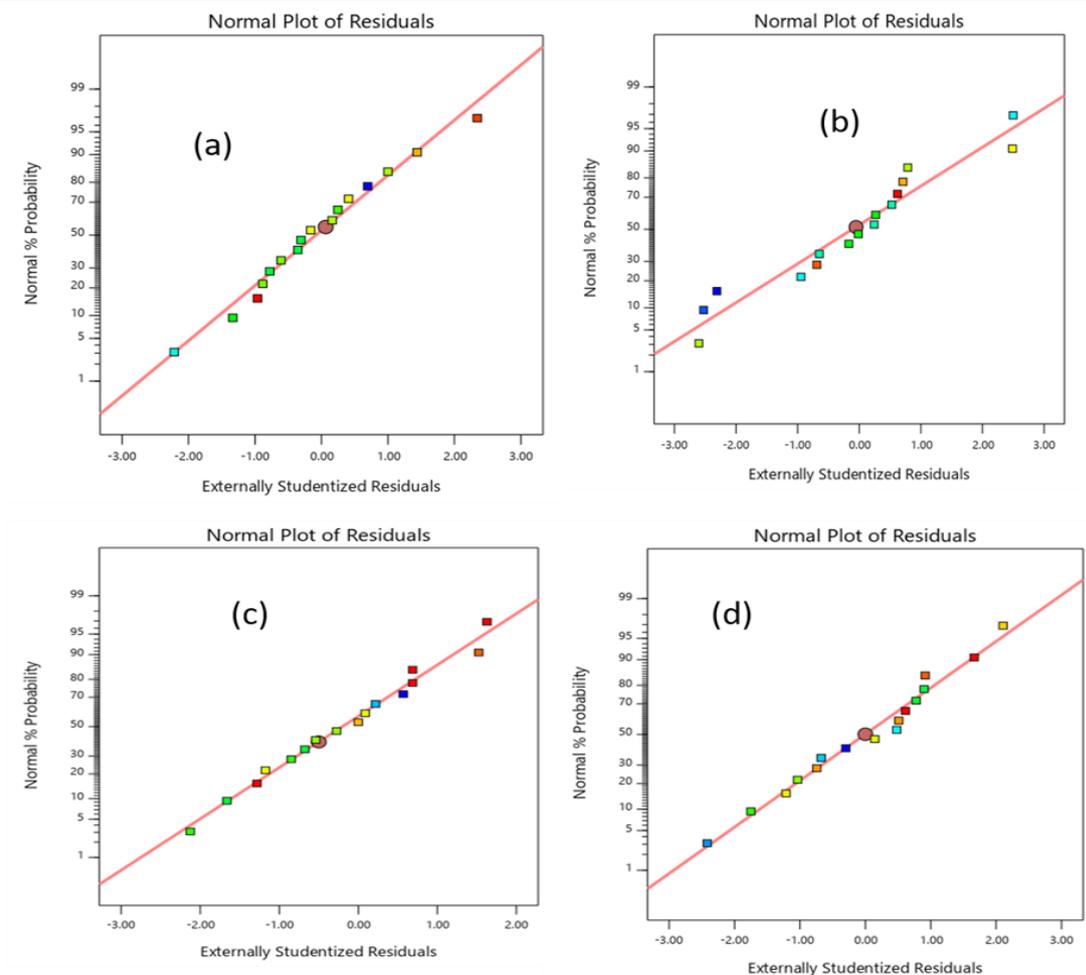
En la apariencia (figura 2a), el componente que menos impactó fue la goma xantana, mientras que para los componentes proteínas y agua a medida que disminuyeron también lo hizo la apariencia de los postres, en este sentido el almidón tuvo un impacto positivo, hecho que explica que aquellos postres más gelificados obtuvieron mayores puntuaciones.

Las texturas (figura 2b) más aceptadas fueron las de características más cremosas, obtenidas con el aumento del agua en la formulación, siendo este el factor de mayor impacto. Un aumento hasta ciertos niveles de proteínas incrementó la respuesta, demostrando la importancia de la interacción de este con otros componentes. El factor de menor impacto fue el almidón (C).

En la aceptación general (figura 2c) el factor de mayor impacto fue la proteína, su aumento provocó la disminución de la respuesta sensorial, aunque para ciertos niveles permaneció constante, comportamiento que pudo deberse a que se identificó arenosidad en los postres con más proteína. El componente agua fue el otro de mayor influencia en la respuesta, lo cual pudo estar condicionado por su impacto en la textura. En el caso de los demás componentes el comportamiento fue similar; un aumento de estos provocó una mejor respuesta sensorial.

El componente proteína fue el más influyente sobre la estabilidad (figura 2d). A medida que aumentó la goma xantana la estabilidad fue superior y esta tiene un comportamiento lineal, o sea, independientemente de los demás componentes, cuando esta es mayor en la mezcla la estabilidad aumenta. El resto prácticamente no incide sobre la estabilidad de los postres.

De acuerdo con la literatura, <sup>(17)</sup> la eficacia de los resultados obtenidos en cualquier análisis de varianza queda sujeto a que los supuestos del modelo se cumplan y uno de los más importante es el supuesto de normalidad. El ajuste de los residuos estudentizados, en cada caso, a una línea recta, indicó que estos siguieron una distribución normal para cada una de las respuestas analizadas (figura 3).



**Fig.3-** Análisis de normalidad para la apariencia (a), textura (b), aceptación general (c) y estabilidad (d)

### Obtención de la mejor formulación

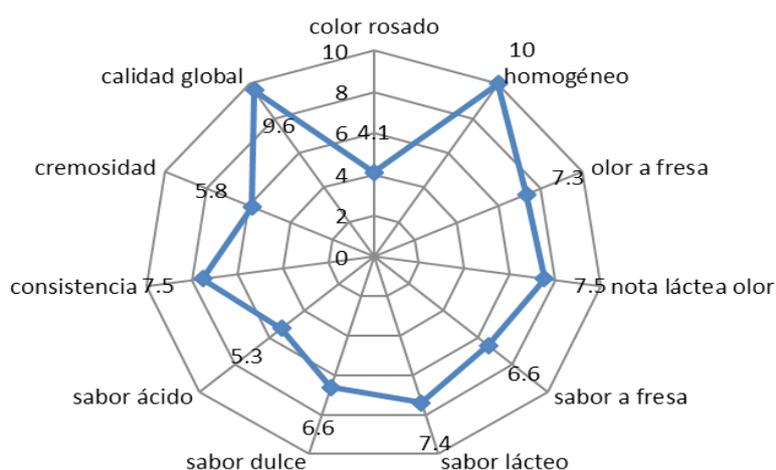
Para la optimización de la formulación se emplearon las combinaciones de restricciones de mayor conveniencia estadística:<sup>(17)</sup> mantener en el rango al requesón (A; 31,7-40), goma xantana (B; 0,1-0,3), almidón (C; 3-6), agua (D; 37,5-46) y apariencia (4,6-6,4) y maximizar textura (5,1-6,3), aceptación general (5,1-6,2) y estabilidad (1,5-5). Se obtuvieron las soluciones que se muestran en la tabla 4, siendo la solución 1 la de mayor conveniencia estadística.

**Tabla 4-** Soluciones optimizadas

Número	1	2	3	4
A	33,21	33,841	31,7	40
B	0,158	0,185	0,153	0,195
C	4,432	3,774	6	6
D	46	46	45,947	37,605
Apariencia	5,937	5,671	6,257	5,653
Textura	6,3	6,352	5,945	6,3
Aceptación general	6,147	6,167	5,869	6,081
Estabilidad	4,171	3,937	5,164	2,939
Conveniencia estadística	0,899	0,877	0,79	0,716

### Caracterización sensorial de mejor formulación

En la figura 4 se muestra el perfil descriptivo realizado para la formulación seleccionada según los descriptores generados por los catadores. La impresión general para la calidad resultó ser excelente, homogéneo con un adecuado equilibrio ácido-dulce. El olor y sabor a fresa estuvo entre moderado y marcado, permitiendo que se reconocieran las principales características de olor y sabor lácteo con una consistencia marcada, cremosa y suave.

**Fig. 4-** Perfil cuantitativo descriptivo del postre lácteo

## **Conclusiones**

La formulación más adecuada se obtuvo para un contenido de proteína (requesón) del 33,21 %; 0,158 % de goma xantana, 4,43 % de almidón, 46 % de agua y 16,2 % de azúcar. La evaluación sensorial permitió establecer los descriptores, color, homogeneidad, olor a fresa, nota láctea en el olor, sabor a fresa, sabor lácteo, sabor dulce, sabor ácido, consistencia y cremosidad. La impresión general para la calidad resultó ser excelente.

## Referencias bibliográficas

1. KOUTINAS, A. A., et al. Whey valorisation: A complete and novel technology development for dairy industry starter culture production. *Bioresource Technology*, 2009, **100**(5), p. 3734-3739. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.01.058>
2. ÑACATA OÑA, E. M. *Evaluación de las propiedades físico químicas y microbiológicas de galletas dulces enriquecidas con lactosuero*. 2022. Tesis de Licenciatura. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8737/1/PC-002284.pdf>
3. INDA, C. A. *Optimización de Rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de Quesería. Una guía para la pequeña y mediana empresa*. Organización de los Estados Americanos (OEA), DF (México), 2000.
4. PARRA HUERTAS, R. A. Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista facultad nacional de agronomía Medellín*, 2009, **62**(1), p.4967-4982. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472009000100021](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472009000100021)
5. CHACÓN VILLALOBOS, A. Actual prospects of single cell protein (SCP) in agriculture and industry, 2004, p.93-106. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/11939>
6. GURROLA, L. R., Chacón, et al. Proteínas del lactosuero: usos, relación con la salud y bioactividades. *Interciencia*, 201, **42**(11), p. 712-718. <https://www.redalyc.org/journal/339/33953499002/html/>
7. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Quesos y quesos fundidos. Determinación de sólidos totales. NC ISO-5534, Norma Cubana. La Habana, Cuba, 2010.
8. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. (1984). Quesos. Determinación del contenido de materia grasa. NC-7818, Norma Cubana. La Habana, Cuba, 1984.
9. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. Official methods of analysis, 20th Ed., Gaithersburg, MD, USA, 2016.

10. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía General para la enumeración de los coliformes. NC ISO-4832, Norma Cubana. La Habana, Cuba, 2010.

11. ARAZO, M. C., et al. Evaluación de estabilizadores para la elaboración de una bebida fermentada de suero. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2017, **20**(3).

[https://www.researchgate.net/profile/Migdalia-Arazo/publication/307512735\\_EVALUACION\\_DE\\_ESTABILIZADORES\\_PARA\\_LA\\_ELABORACION\\_DE\\_UNA\\_BEBIDA\\_FERMENTADA\\_DE\\_SUERO/links/57c727ff08ae9d64047e96af/EVALUACION-DE-ESTABILIZADORES-PARA-LA-ELABORACION-DE-UNA-BEBIDA-FERMENTADA-DE-SUERO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Migdalia-Arazo/publication/307512735_EVALUACION_DE_ESTABILIZADORES_PARA_LA_ELABORACION_DE_UNA_BEBIDA_FERMENTADA_DE_SUERO/links/57c727ff08ae9d64047e96af/EVALUACION-DE-ESTABILIZADORES-PARA-LA-ELABORACION-DE-UNA-BEBIDA-FERMENTADA-DE-SUERO.pdf)

12. UTSET, E. Zamora. Evaluación objetiva de la calidad sensorial de alimentos procesados. Editorial Universitaria (Cuba), 2020. ISBN 978-959-16-0581-8

13. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Análisis sensorial-Identificación y selección de descriptores para el establecimiento de un perfil sensorial mediante un enfoque multidimensional. NC ISO-11035, Norma Cubana. La Habana, Cuba, 2015.

14. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Análisis sensorial. Metodología. Guía general. NC ISO-6658, Norma Cubana. La Habana, Cuba, 2021.

15. DUARTE, C. Métodos objetivos para el control de la calidad sensorial. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2017, **23** (2)  
<https://www.revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/145>

16. NORMA RAMAL INDUSTRIA ALIMENTARIA. Requesón. Especificaciones de calidad. NRIAL-133, Ministerio de la Industria Alimentaria. La Habana, Cuba, 1996.

17. GUTIÉRREZ PULIDO, H., et al. Análisis y diseño de experimentos.2012.  
[https://www.uniautonoma.edu.co/sites/default/files/inline/novedades\\_bibliograficas\\_ingenierias\\_2015.pdf](https://www.uniautonoma.edu.co/sites/default/files/inline/novedades_bibliograficas_ingenierias_2015.pdf)

### **Conflicto de interés**

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses

### **Contribución de los autores**

**Dairon Iglesias Guevara:** idea de investigación, redacción del manuscrito y análisis del diseño experimental.

**Alicia Casariego Año:** diseño experimental y contribuyó a la versión final del manuscrito.

**José Ariel Arencibia Sánchez:** revisión de la literatura y curación de datos. 3  
<https://orcid.org/0000-0003-4408-3162>

**Eddy Mosquera Milián:** ejecución del experimento y redacción del manuscrito.