
Elaboración de una bebida probiótica con lacto suero y enriquecida con almidón de quinua como complemento alimentario para niños

Elaboration of a probiótica drink with serum lacto, enriched with quinua starch as a food supplement for children

Raúl Arturo Ramírez Mestas
arturoramirezlestas@yahoo.es - Universidad Nacional de Juliaca
Roxana Larico Camasita
amely_654@hotmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Esther Nilda Nina Ayque
esthernilda6@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Juan Uriel Cauna Julliri
cauna.juan30@hotmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Lourdes Mamani Calsin
lourdesmamani4444@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Lizbeth Katherine Quispe Flores
ikqflores@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Rocio Sulma Layme Calderon
rociolayme24@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Cesar Pompeyo Gutiérrez Castillo
cesar.gtc@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Erika Jaqueline Calla Arpi
erika.yaque@outlook.es - Universidad Nacional de Juliaca

Resumen

El objetivo del estudio fue determinar los parámetros óptimos para la elaboración de una bebida probiótica a base de lactosuero, enriquecida con almidón de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) La idea de fondo es aprovechar las propiedades nutricionales que contiene el suero, que muchas veces es desechado en la industria quesera. Se hicieron pruebas fisicoquímicas a la leche y al lactosuero utilizando el equipo Lactoscam SPSS. Durante la elaboración se adicionaron 50% de leche fresca y 50% de suero, así como también se incluyó el almidón de quinua en tres concentraciones (0.01, 0.015 y 0.03 gramos) conjuntamente con CMC y azúcar. Para la evaluación de la influencia de la sustitución parcial del lactosuero y la adición de almidones de quinua, se realizó un análisis físico-químico de la bebida obteniendo 1.71% (muestra M-1), 2.36% (muestra M-2) y 3.74% (muestra M-3) de proteína. Se realizó un análisis sensorial hedónico de tres niveles y la comparación con un producto comercial; donde participaron 50 panelistas no entrenados. Los criterios de evaluación fueron olor, sabor, color y textura. Según el ANOVA aplicado, con excepción del olor y el sabor el resto de características resultaron tener diferencias estadísticamente significativas.

Palabras claves: Suero de leche, Almidón de quinua, Bebida probiótica, Lactosuero.

Abstract

The objective of the research was to determine the optimal parameters for the production of a probiotic drink based on whey, enriched with quinoa starch (*Chenopodium quinoa Willd.*) The basic idea is to take advantage of the nutritional properties contained in whey, which is often discarded in the cheese industry. Physicochemical tests were carried out on the milk and on lactoser using the Lactoscam SPSS equipment. During the elaboration, 50% of fresh milk and 50% of whey were added, as well as quinoa starch in three concentrations (0.01, 0.015 and 0.03 grams) together with CMC and sugar. For evaluating the influence of the partial replacement of whey and the addition of quinoa starches, a physical-chemical analysis of the drink was carried out, having obtained 1.71% (sample M-1), 2.36% (sample M-2) and 3.74% (sample M-3) of protein. A three-level hedonic sensory analysis was performed and compared with a commercial product; in which 50 untrained panelists participated. The evaluation criteria were smell, taste, color and texture. According to the applied ANOVA, with the exception of the smell and taste, the rest of the characteristics were found to have statistically significant differences.

Keywords: *Milk serum, Quinoa starch, Probiotic drink, Whey.*

Introducción

El lacto suero es un subproducto de la separación de la cuajada durante el proceso de fabricación del queso y uno de los desechos más contaminantes de la industria alimentaria. Anualmente a nivel mundial, se producen 110 millones de toneladas y cada kilogramo de queso producido genera nueve kilogramos de suero (Padín-González & Díaz-Fernández, 2009). En la región de Puno, en promedio, por cada 9 litros (L) de leche procesada se obtienen 8 L de suero, la mayoría de los cuales se desecha en el suelo (medio ambiente), causando problemas de contaminación y pérdida económica. A pesar del alto valor nutritivo, el lacto suero es desechado de los centros de producción de quesos de la región (Azángaro, Huancañé, Melgar y San Román), no tomando en cuenta la posibilidad de ser empleado para la elaboración de otros subproductos y así poder lograr una mayor eficiencia económica en su uso. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue determinar los parámetros óptimos para la elaboración de una bebida probiótica a base de lacto suero enriquecido con quinua (*Chenopodium quinoa Wild.*), a fin de aprovechar las propiedades nutricionales que contiene el suero.

La quinua constituyó un importante componente de la alimentación de los pueblos prehispánicos en las tierras altas de los Andes. El inicio de su domesticación data desde 5000 a.C., habiendo sido utilizada por culturas pre incas e incas (Repo-Carrasco, Espinoza, & Jacobsen, 2003).

El contenido de almidón en la quinua puede variar entre 42 y 68% del total del grano (Bravo-Puente, 1997), siendo menor que en otros granos como el maíz o el trigo, donde se tienen porcentajes de 60 y 70% respectivamente (Scarpatti & Briceño, 1980).

El almidón se presenta en gránulos pequeños, localizados en el perisperma, con cerca del 20% de amilosa, y gelatiniza entre 55 y 65° C (Romo, Rosero, Forero, & Céron, 2006). Tapia, Gandarillas y Alandia (1979) indican que el almidón de quinua tiene un promedio de 2 μm de diámetro por gránulo, comparado con 30 y 140 μm para el almidón de maíz y de papa, respectivamente.

El lactosuero (LS) es un líquido translúcido verde obtenido por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso (Jelen, 2003). Sus características corresponden a un líquido fluido, de color verdoso amarillento, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido, con un contenido de nutrientes o extracto seco provenientes de la leche, del 5,5 al 7% (Parra-Huertas, 2009). Retiene cerca del 55% del total de ingredientes de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales (Aider, De Halleux, & Melnikova, 2009).

A pesar que en la actualidad es un material contaminante por su alto contenido orgánico, no hacer uso del lactosuero como alimento es un desperdicio de nutrientes, pues este contiene un poco más del 25 % de las proteínas de la leche, cerca del 8% de la materia grasa y cerca del 95 % de la lactosa (Villacis-Samaniego, 2012).

Las bebidas de suero fermentado o no fermentados son productos en los que el suero de leche se utiliza como un ingrediente (Gomes et al., 2013). Estos productos deben tener un mínimo de 51% de base de leche en la formulación y el uso de grasa vegetal está permitido. Desde un punto de vista tecnológico, la principal diferencia entre las bebidas de suero de leche y yogures fermentados con lactosuero añadido es la forma en la que se añade el suero.

Se considera simplemente como el análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras (Hernández-Alarcón, 2005).

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ). Los análisis físico-químicos de la bebida probiótica se efectuaron en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno (UNAP) en el laboratorio de Físico-Química de alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

El método básico consistió en arreglos factoriales para observar diferencias significativas en la formulación, utilizando el máximo de suero posible y teniendo como variable respuesta, la viscosidad cinemática obtenida de la curva de flujo. La variable de estudio fue la cantidad de suero. También, se realizó un segundo arreglo factorial entre la formulación y el análisis sensorial que fue relacionado como variable respuesta.

Para la extracción de almidón se utilizó quinua de la variedad salcedo INIA el cual se desaponificó antes del proceso de extracción. Se diluyó acetato de sodio con peso molecular de 136,08 g (C₂H₃NaO₂) en relación de dilución 3 – 1 de agua y quinua.

$$g = M * V * PM$$

Donde:

g = cantidad de acetato de sodio (g)

M = molaridad

V = volumen de agua en litros (L)

PM = peso molecular

Se dejó reposar por 24 horas en cristalizadores de vidrio y se procedió a un lavado con agua destilada, para luego licuar por 15 minutos; se filtró la mezcla y se colocó en recipientes de vidrio cubriendo los bordes. Posteriormente, se dejó reposar por 24 horas y se cambió el agua destilada (2 veces por 2 días). Por último, se agregó alcohol y después se filtró con una bomba de vacío para el secado al medio ambiente.

En la fase de elaboración de la bebida se usó el 50% de lactosuero como base y 50% de leche fresca, a las que se adicionaron CMC (Carboxi Metil Celulosa), azúcar, almidón de quinua en tres diferentes concentraciones (0.01, 0.015 y 0.03 gramos) y cultivos probióticos, los cuales se llevaron a la cámara de fermentación prefabricada y adecuada para el desarrollo de la bebida. Posteriormente se realizó un batido para luego envasarlos en recipientes de plásticos y almacenarlos a 4 – 5° C.

Se analizaron Sólidos Totales, Humedad, Ceniza, Proteína, Grasa, Carbohidratos y Energía total Kcal / 100g dando mayor importancia al contenido proteínico. Además, se realizó un análisis sensorial hedónico de tres niveles con 50 panelistas no entrenados. Los datos fueron analizados con ANOVA de FRIEDMAN. También se realizó una comparación del producto desarrollado con una bebida comercial.

Resultados y discusión

Evaluación físico química del suero y leche con el equipo LACTO SCAN

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en 30 segundos por el equipo LactoScan, desde la obtención de la leche, antes de procesarla, y el suero después del primer desuerado del queso.

Tabla 1.
Análisis físico-químico de leche y suero

Componentes	Leche	Suero
Grasa (F)	3.17	1.20
Sólidos no grasos (S)	9.20	6.75
Densidad (D)	32.11	28.31
Proteína (P)	3.37	2.63
Punto de Congelación (FP)	-0.59	-0.44
Agua añadida (W)	0.00	12.36
pH	6.57	4.55
Temperatura °C	21.93	26.85
Lactosa (L)	5.04	3.11
Sales (SA)	0.75	0.59

Nota. Los valores son el promedio de 3 repeticiones.

Como se muestra en la tabla 1 el contenido de proteína y grasa determinado por el analizador ultrasónico se encuentra por encima del promedio teórico que es alrededor de 0.6 % de grasa y 1% de proteína.

Análisis físico químicos de la bebida probiótica desarrollada.

En la tabla 2 se presentan los resultados físico-químicos de cada muestra elaborada (con diferentes cantidades de almidón de quinua) haciendo énfasis en el contenido de proteína.

Tabla 2.
Análisis físico químico de la bebida probiótica

Ensayos	M-1	M-2	M-3
Sólidos Totales %	28.77	25.29	24.99
Humedad %	71.23	74.71	74.01
Ceniza %	0.88	0.8	0.71
Proteína %	1.71	2.36	3.74
Grasa %	0.28	0.25	0.15
Carbohidratos %	25.9	21.88	20.39
Energía total Kcal / 100g	109.72	98.87	97.87

Nota. Los valores son el promedio de 3 repeticiones.

Se observa en la tabla 2 que la muestra M-1 contiene 0.01 gramos de almidón de quinua y presenta un 1.71 % de proteínas, la muestra M-2 contiene 0.015 gramos de almidón de quinua y tiene 2.36 % de proteína y la última muestra M-3 tiene 0.03 gramos de almidón de quinua. Es en este último ensayo que se halló un mayor porcentaje de proteína, por tanto, se infiere que, a mayor contenido de almidones de quinua, mayor será el contenido proteínico de la bebida.

Aceptabilidad y comparación sensorial de la bebida desarrollada con una bebida similar comercial

Se realizó mediante una encuesta de escala hedónica de tres niveles, considerando las tres muestras desarrolladas. Para ello se evaluó las características de olor, sabor, color y textura de la bebida. Se obtuvieron calificaciones altas en todos los criterios a excepción de la textura. Para el análisis estadístico se aplicó el ANOVA FRIEDMAN para comprobar diferencias significativas en las tres muestras desarrolladas. En cuanto al olor, el resultado indica que no muestra diferencias significativas en las tres muestras ($P < 0.32$), el Color si presenta diferencias significativas ($P > 0.004$), el Sabor no muestra diferencias significativas ($P < 0.416$) y la Textura muestra diferencias significativas ($P > 0.006$).

En cuanto a la comparación de la bebida desarrollada con una bebida comercial se determinó que el 62%, 76%, 86% y 66% de los consultados prefieren el color, olor, sabor y textura del producto desarrollado, respectivamente. Esto sugiere que la bebida probiótica elaborada puede ser aceptada por el público consumidor.

Discusión de los hallazgos

Tabla 3.
Parámetros considerados para la elaboración de la bebida

Proceso	Bebida desarrollada			Según Krzeminski, Hinrichs y Grobhaber ^a			Según Vanegas & Gutiérrez ^b		
	T°(°C)	T (min.)	pH	T°(°C)	T (min.)	pH	T° (°C)	T (min.)	pH
Pasteurización	85-90	5	-	95	4.25	-	85±2	30	-
Enfriado	42-43	10	-	35	10	-	43±1	-	-
Incubado	42-43	360	-	35	480	-	43±1	300	-
Batido	40	8	4.6	-	1	4.4	-	-	4.6±0.05
Almacenado	4-5	-	4.6	10	42h	4.4	4±1	-	4.6±0.05

^a (Krzeminski, Hinrichs, & Grobhaber, 2011).

^b (Vanegas-Azuero & Gutiérrez, 2018).

Según la tabla 3 se muestra los parámetros utilizados para la elaboración de la bebida probiótica y la comparación de otros parámetros según otros autores que desarrollaron bebidas similares, mostrando diferencias y similitudes al respecto.

En un estudio previo, Guerrero-Rodríguez, Gómez-Aldapa, Castro-Rosas, González-Ramírez y Santos-López (2010) muestran la composición de suero dulce y suero ácido. El contenido proteico de suero dulce es de 0.6 - 1.1% a comparación de la muestra tomada a partir de la elaboración de queso andino, para la producción de la bebida probiótica. Presenta una cantidad en proteína de 2.63 %, destacando que la muestra trabajada es la que dio más aporte en el contenido proteico, así mismo se considera el aporte de la leche como parte de la producción de la bebida.

Estos productos elaborados con leche y suero deben tener un mínimo de 51% de base de leche en la formulación según el Ministerio da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2005). Para la bebida probiótica se usó un 50 % de leche fresca y un 50 % de suero dulce. En comparación con el autor, la diferencia es de un 1 %, haciendo énfasis a la acción del almidón de quinua añadida a la bebida. Estos componentes tienen la capacidad de aumentar la viscosidad de los productos. Según Isleten & Karagul-Yuceer (2008), puede explicarse por el uso de espesantes y estabilizadores (gelatina y almidón modificado).

Conclusiones

De las tres muestras desarrolladas (M001, M 002 y M003) con almidones de quinua de 0.01, 0.015 y 0.03 gramos respectivamente, tuvieron diferentes valores con respecto a la proteína como son 1.71%, 2.36% y 3.74%. Resalta el hecho de que a mayor cantidad de almidón mayor será el contenido proteínico. Los parámetros utilizados durante la elaboración fueron similar a la elaboración del yogurt. Lo más resaltantes es el uso de 50% de leche y 50% de suero dulce, obtenido de la elaboración de quesos andino. En cuanto a la aceptabilidad sensorial se estudió las características de olor, sabor, color y textura. La bebida probiótica tuvo resultados favorables desde el punto de vista fisicoquímico y sensorial.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Vicepresidencia de Investigación de la Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ), por el apoyo al proyecto de Investigación "SEMILLEROS", a nuestros docentes y a los integrantes este grupo de investigación.

Referencias bibliográficas

- Aider, M., De Halleux, D., & Melnikova, I. (2009). Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(3), 334–341. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.01.005>
- Bravo-Puente, B. (1997). *Estudio de la hidrólisis enzimática de la harina de quinua (Chenopodium quinoa willd.)*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Gomes, J. J. L., Duarte, A. M., Batista, A. S. M., de Figueiredo, R. M. F., de Sousa, E. P., de Souza, E. L., & de Cássia Ramos do Egypto Queiroga, R. (2013). Physicochemical and sensory properties of fermented dairy beverages made with goat's milk, cow's milk and a mixture of the two milks. *LWT - Food Science and Technology*, 54(1), 18–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.04.022>
- Guerrero-Rodríguez, W. J., Gómez-Aldapa, C. A., Castro-Rosas, J., González-Ramírez, C. A., & Santos-López, E. M. (2010). Caracterización Fisicoquímica del Lactosuero en el Valle de Tulancingo. In *XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos* (p. 8). Mexico: Universidad de Guanajuato. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_FisicAlim/Carlos_Aldapa/3.pdf
- Hernández-Alarcón, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogotá - Colombia. Disponible en: http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m_evaluacion_sensorial.pdf
- Isleten, M., & Karagul-Yuceer, Y. (2008). Effects of functional dairy based proteins on nonfat yogurt quality. *Journal of Food Quality*, 31(3), 265–280. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2008.00199.x>
- Jelen, P. (2003). Whey processing. Utilization and Products. In H. Roginski, J. W. Fuquay, & P. F. Fox (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences* (pp. 2739–2745). London, UK: Academic Press.
- Krzeminski, A., Hinrichs, J., & Grobhaber, K. (2011). Structural properties of stirred yoghurt as influenced by whey proteins. *LWT - Food Science and Technology*, 40(10), 2134–2140.
- Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. (2005). Instrução Normativa no. 16. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. Brasília - Brasil: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Disponible en: http://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-16-2005_75591.html
- Padín-González, C., & Díaz-Fernández, M. (2009). Fermentación alcohólica del lactosuero por *Kluyveromyces marxianus* y solventes orgánicos como extractantes. *Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología*, 29(2), 110–116. Disponible en: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_vm/article/view/600
- Parra-Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 62(1), 4967–4982.

- Disponibile en:
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24892>
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., & Jacobsen, S. (2003). Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) AU - Repo-Carrasco, R. *Food Reviews International*, 19(1–2), 179–189. <https://doi.org/10.1081/FRI-120018884>
- Romo, S., Rosero, A., Forero, C., & Céron, E. (2006). Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) variedad Piartal en los Andes Colombianos. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 4(1), 112–125. Disponible en:
<http://revistabioteologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/bioteologia/article/view/39>
- Scarpatti, Z., & Briceño, O. (1980). Evaluación de la composición química y nutricional de algunas entradas de quinua del banco de germoplasma de la Universidad Nacional Técnica del Altiplano. *Anales Científicos UNALM*, XVIII(1–4), 125–134.
- Tapia, M., Gandarillas, H., & Alandia, S. (1979). *La quinua y la kaniwa: cultivos andinos*. Bogotá - Colombia: CIID, Oficina Regional para América Latina.
- Vanegas-Azuero, A. M., & Gutiérrez, L. F. (2018). Physicochemical and sensory properties of yogurts containing sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and β -glucans from *Ganoderma lucidum*. *Physicochemical and Sensory Properties of Yogurts Containing Sacha Inchi (Plukenetia Volubilis L.) Seeds and β -Glucans from Ganoderma Lucidum*, 101(2), 1020–1033. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29153530>
- Villacís-Samaniego, M. E. (2012). *Elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica para infantes a base de lactosuero y leche de soya*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Disponible en:
<http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/1583>