

INFLUENCIA DE LA QUINUA EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS EN UNA BEBIDA FERMENTADA - REVISIÓN

INFLUENCE OF QUINOA ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES IN A FERMENTED BEVERAGE - REVIEW

Daniel Felipe Cañón Rodríguez¹

Ruth Mary Benavides²

Ibeth Rodríguez González³

Mary Lucia Inampues Charfuelan⁴

Universidad Nacional Abierta y a Distancia —UNAD—

Resumen

La quinua es un pseudocereal reconocido por su alto valor nutricional, por ello se constituye como un elemento de gran interés para su inclusión en diferentes matrices alimentarias dando un importante valor agregado. En este documento, se presenta una revisión bibliográfica acerca del impacto generado sobre las características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales de bebidas fermentadas mediante bacterias ácido lácticas, analizando diferentes inclusiones de quinua, sus subproductos y las cepas de bacterias utilizadas en formulaciones propuestas por diversos autores teniendo en cuenta las características y condiciones de la quinua como sustrato en cada investigación.

Palabras clave: quinua, harina, bebida vegetal, fermentación, bacterias ácido-lácticas.

Abstract

¹ Estudiante de Ingeniería de Alimentos ECBTI.
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2102-6432>
dfcanonr@unadvirtual.edu.co

² Docente ocasional ECBTI. <https://orcid.org/0000-0001-8084-8332> / ruth.benavides@unad.edu.co

³ Docente ocasional ECBTI. <https://orcid.org/0000-0003-3312-3376> / lbeth.rodriguez@unad.edu.co

⁴ Gestora línea de Biotecnología y Nanotecnología, Tecnoparque Nodo Pereira. <https://orcid.org/0000-0001-5665-6592> / inampuesc@sena.edu.co

Quinoa is a pseudocereal recognized for its high nutritional value, for which it is constituted as a matrix of great interest for its inclusion in different food matrices giving an important added value. In this document, a bibliographic review is presented about the impact generated on the physicochemical, nutritional, and sensory characteristics of beverages fermented by lactic acid bacteria, analyzing different inclusions of quinoa, its by-products, and the strains of bacteria used in formulations proposed by various authors have taken into account the characteristics and conditions of quinoa as a substrate in each investigation.

Keywords:

Quinoa, flour, vegetable drink, fermentation, lactic acid bacteria.

1. Introducción

El consumo de bebidas basadas en extractos de origen vegetal como alternativa a las bebidas derivadas de la leche, ha tenido una creciente demanda en los últimos años, debido a sus características organolépticas y perfiles nutricionales, llegando a ser similares a otros alimentos como cereales, verduras y frutas e incluso con mayor disponibilidad de algunos nutrientes y con propiedades funcionales (Tangyu *et al.*, 2019), de hecho son una fuente económicamente asequible de calorías y proteínas, libre de colesterol, lactosa y gluten (Bianchi *et al.*, 2015). Estas tendencias de consumos se encuentran relacionadas con el vegetarianismo y consumo de bebidas no lácteas por condiciones como la intolerancia a la lactosa y alto contenido de colesterol en productos lácteos (Lorusso *et al.*, 2018). La inclusión de semillas no convencionales en la formulación de productos, constituye un gran potencial para la diversificación de la dieta y para la seguridad alimentaria y nutricional (Bultosa *et al.*, 2020).

Recientemente han sido desarrolladas nuevas bebidas funcionales que incorporan ingredientes diferentes a los productos vegetales tradicionales, algunos de estos han sido poco explorados para la obtención de derivados a nivel industrial, este es el caso de algunos pseudocereales como el amaranto, el trigo sarraceno y la quinua, esta última ha mostrado tener todos los aminoácidos esenciales, como los presentes en la caseína, la fracción proteica de la leche, así como ácidos grasos de alta calidad ($\omega 6$, $\omega 3$ y $\omega 9$) y alta disponibilidad de minerales como el hierro, calcio, magnesio y fósforo (Bianchi *et al.*, 2015; Lorusso *et al.*, 2018), tiene el equilibrio de proteínas y nutrientes más cercano al alimento ideal para los humanos (Rollán *et al.*, 2019). El uso de materias primas no convencionales, como la quinua, podría

representar nuevos enfoques para prevenir diferentes deficiencias nutricionales (Chiş et al., 2020).

La fermentación mejora las características de matrices alimentarias sin la necesidad de realizar incorporación de aditivos o conservantes, mejora la digestibilidad de las proteínas y la bio accesibilidad de los nutrientes, disminuye el índice glicémico, extiende la vida útil y mejora la calidad organoléptica de las bebidas. Este bioproceso para la elaboración de bebidas vegetales tradicionales y novedosas incluyen beneficios funcionales como la actividad probiótica, la capacidad de liberar o sintetizar compuestos bioactivos y la capacidad de degradar factores anti nutricionales (Lorusso et al., 2018).

2. Inclusión de quinua en bebidas fermentadas para obtención de un producto con valor agregado

Se puede apreciar el alto valor nutricional de la quinua debido a su contenido en vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales con un bajo contenido de lípidos (Bianchi et al., 2015) esto le convierte en una materia prima de alto interés en matrices alimentarias, y en el desarrollo de bebidas fermentadas.

La elaboración de bebidas fermentadas mediante bacterias ácido lácticas (BAL) con inclusión de quinua, ha sido estudiada por diversos autores, despertando un gran interés debido a los resultados satisfactorios de viabilidad y características funcionales, utilizando cepas microbianas como *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus* y *Enterococcus* (Cerdá Bernad et al., 2019).

En el estudio de Cerdá Bernad et al. (2019), se reporta que al elaborar una bebida fermentada a base de quinua roja con *Lactobacillus plantarum* y *Bifidobacterium longum*, se observó una alta viabilidad de los microorganismos en esta matriz (mayor a 10^7 UFC/mL), además encontraron que la bebida fermentada es un buen medio para mantener su supervivencia debido al contenido de azúcares fermentables tales como la glucosa, fructosa y sacarosa.

3. Evaluación fisicoquímica de bebidas fermentadas con inclusión de quinua

Según Lorusso et al. (2018), la inclusión de quinua en las formulaciones de bebidas fermentadas con cepas seleccionadas de BAL aisladas, permitió el aumento de proteína de calidad, incrementó la digestibilidad y disminuyó la tasa de hidrólisis del almidón. La

desnaturalización de las proteínas generada durante la fermentación favorece las interacciones hidrofóbicas, formando una matriz fuerte similar a un gel, así mismo el almidón, por su solubilidad y capacidad de ligar, agua ayuda a desarrollar una mayor viscosidad formando geles más estables, mejorando la textura del producto final (Bianchi *et al.*, 2015).

En la Tabla 1, se evidencian diferentes estudios que relacionan la aptitud de la quinua en el desarrollo de bebidas fermentadas, donde se analizan parámetros fisicoquímicos como la acidez, el pH, y recuento de bacterias ácido lácticas con el fin de establecer los tiempos óptimos de fermentación, en algunos estudios reportan 5 horas como tiempo mínimo (Bravo Mera *et al.*, 2019) y máximo 48 horas en el bioproceso (Canaviri Paz *et al.*, 2020). La diversidad en los resultados está relacionada con algunas variables como el uso de diferentes cepas probióticas, matriz vegetal, nivel de inclusión del pseudocereal y condiciones de almacenamiento. En la revisión se encontró que las especies como *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus plantarum*, son las más utilizadas en los procesos de fermentación en bebidas no lácteas.

Se evidenció en las bebidas estudiadas una alta viabilidad y disponibilidad de nutrientes como aminoácidos y micronutrientes como fenoles totales, entre otros; estos hallazgos permiten definir a la quinua como un ingrediente potencial en el desarrollo de bebidas no lácteas

Tabla 1. Resultados fisicoquímicos y viabilidad de microorganismos en bebidas fermentadas con inclusión de quinua

Inclusión de quinua	Cepas microbianas	Condiciones de fermentación	Características fisicoquímicas	Recuento de BAL
Extracto hidrosoluble de quinua germinada¹	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> . <i>Lactobacillus acidophilus</i> y <i>Bifidobacterium</i> .	t: 16 horas T: 36°C	pH: 3,56 Acidez: 0,30% Viscosidad: 1240,0 cP	SD

Solución de harina de quinua² 12.5%,	<i>Lactobacillus bulgaricus.</i> <i>Streptococcus thermophilus.</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> y <i>Bifidobacterium spp.</i>	t: 10 Horas T: 42,5°C	pH: 3,8 Acidez: 0,22% Proteína: 1,4%	1,15 * 10 ⁸ UFC /mL
Harina de quinua³ 5%	<i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Bifidobacterium sp.</i>	t: 6 Horas T: 37°C	pH: 4,19 Acidez: 0,46 g/L Proteínas: 0,78% Actividad antioxidante: 69,2% Contenido fenólico total: 180,33 mg de equivalentes de ácido gálico/100g Fibra dietaria total: 0,42%	7,21 log UFC/mL de cocos y 6,12 log UFC/mL de bacilos de bacteria s ácido- lácticas
Extracto de quinua⁴	<i>Lactobacillus plantarum DSM 9843</i>	t: 48 Horas T: 30°C	pH: 4,35 D-Ácido láctico: 0,91 L-Ácido láctico: 0,58	Log 10,6 L /mL
Harina de quinua⁵ 5%	<i>Bifidobacterium</i>	t: 5 horas T: 45°C	pH: 4,4 acidez: 3,8% Viscosidad: 1,29 Pa/s	SD

SD = Sin datos; t: tiempo; T: temperatura.

¹ Maldonado Jibaja *et al.* (2018); ²Huapaya Castillo (2014) ³Karovičová *et al.* (2020);
⁴Canaviri Paz *et al.*, 2020; ⁵Bravo Mera *et al.*, 2019

4. Conclusiones

La inclusión de quinua permite mejorar notablemente las características fisicoquímicas y nutricionales de las bebidas vegetales fermentadas, evidenciando una alternativa de aprovechamiento del grano a nivel industrial, son una buena fuente de proteínas, fibra, vitaminas y minerales, y, por lo tanto, una opción nutritiva, con alto valor agregado para la población

vegetariana, intolerante a la lactosa o consumidores con interés en productos funcionales.

En los estudios analizados se evidenció que la quinua puede ser un sustrato favorable para las fermentaciones, se puede emplear diferentes cepas con características probióticas y demostrar un alto recuento de bacterias viables en las bebidas.

Referencias

- Bassi, M. A., Lopez, M. A., Confalone, L., Gaudio, R. M., Lombardo, L., & Lauritano, D. (2020). Enhanced Reader.pdf. *Nature`*, 388, 539–547.
- Bianchi, F., Rossi, E. A., Gomes, R. G., & Sivieri, K. (2015). Potentially synbiotic fermented beverage with aqueous extracts of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and soy. *Food Science and Technology International*, 21(6), 403–415.
<https://doi.org/10.1177/1082013214540672>
- Bravo Mera, J. A., Vera Verduga, G. C., Andrade Andrade, V. V., Gorozabel Muñoz, W. A., & García Mendoza, J. J. (2019). Evaluación de parámetros físico-químicos y organolépticos de una leche fermentada enriquecida con quinua (*Chenopodium quinoa*). *La Técnica*, 22, 35–46.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7407787>
- Bultosa, G., Molapisi, M., Tselaesele, N., Kobue-Lekalake, R., Haki, G. D., Makhabu, S., Sekwati-Monang, B., Seifu, E., & Nthoiwa, G. P. (2020). Plant-based traditional foods and beverages of Ramotswa Village, Botswana. *Journal of Ethnic Foods*, 7(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1186/s42779-019-0041-3>
- Campos Quiroz, C., Ponce Lay, M., & Cáceres Costales, P. J. (2017). *Obtención de una bebida fermentada (fermentación ácido-láctica) a base de semilla de Chenopodium Quinoa germinada*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/43874?locale-attribute=en>
- Canaviri Paz, P., Janny, R. J., & Håkansson, Å. (2020). Safeguarding of quinoa beverage production by fermentation with *Lactobacillus plantarum* DSM 9843. *International Journal of Food Microbiology*, 324(March), 108630.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108630>
- Casarotti, S. N., Carneiro, B. M., & Penna, A. L. B. (2014). Evaluation of the effect of supplementing fermented milk with quinoa flour on probiotic

- activity. *Journal of Dairy Science*, 97(10), 6027–6035.
<https://doi.org/10.3168/jds.2014-8197>
- Casas Forero, N., Salgado, Y. N., Moncayo, D. C., & Cote, S. P. (2016). Efecto del proceso de malteado en la calidad y estabilidad de una bebida de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y mango (*Mangifera indica*). *Agroindustrial Science*, 6(1), 77–83.
<https://doi.org/10.17268/agroind.science.2016.01.09>
- Cerdá Bernad, D., Frutos Fernández, M. J., & Cases, E. V. (2019). *Influencia del tiempo de fermentación en la viabilidad de Lactobacillus plantarum y Bifidobacterium longum en bebidas de quinua roja*. (Tesis de grado). Universidad Miguel Hernández. Elche.
- Chilo Ramos, D. L. (2020). *Evaluación de las condiciones de proceso para la elaboración de una bebida fermentada de quinua (Chenopodium quinoa Wild) con inclusión de bacterias ácido lácticas*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia.
- Chiş, M. S., Păucean, A., Man, S. M., Vodnar, D. C., Teleky, B. E., Pop, C. R., Stan, L., Borsai, O., Kadar, C. B., Urcan, A. C., & Muste, S. (2020). Quinoa sourdough fermented with lactobacillus plantarum ATCC 8014 designed for gluten-free muffins—a powerful tool to enhance bioactive compounds. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(20), 1–23.
<https://doi.org/10.3390/app10207140>
- Shafei, S. M. S., Sakr, S. S., & Abou-Soliman, N. H. I. (2020). The impact of supplementing goats' milk with quinoa extract on some properties of yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 73(1), 126–133.
<https://doi.org/10.1111/1471-0307.12628>
- Gómez Cáceres, J. G., Ligarda Samanez, C. A., & Ramos Pacheco, B. S. (2018). *Caracterización fisicoquímica y organoléptica de una bebida de quinua (Chenopodium quinoa Willd) malteada y sin maltear de las variedades pasankalla y negra collana*. (Tesis de grado). Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas,
- Huapaya Castillo, C. S. (2014). *Elaboración de una bebida probiótica a partir de la fermentación láctica del almidón hidrolizado de harina de quinua Chenopodium quinoa*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1903>
- Ibañez, C. (2019). *Elaboración de yogures a base de leche de vaca y bebida de soya; enriquecidos con harina de quinua; saborizados con mango y determinación de sus características físico químicas y sensoriales*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Piura.
<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1823>

- Karovičová, J., Kohajdová, Z., Minarovičová, L., Lauková, M., Greifová, M., Greif, G., & Hojerová, J. (2020). Utilisation of quinoa for development of fermented beverages. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14(July), 465–472. <https://doi.org/10.5219/1323>
- Lorusso, A., Coda, R., Montemurro, M., & Rizzello, C. G. (2018). Use of selected lactic acid bacteria and quinoa flour for manufacturing novel yogurt-like beverages. *Foods*, 7(4), 1–20. <https://doi.org/10.3390/foods7040051>
- Ludena Urquizo, F. E., García Torres, S. M., Tolonen, T., Jaakkola, M., Pena-Niebuhr, M. G., von Wright, A., Repo-Carrasco-Valencia, R., Korhonen, H., & Plumed-Ferrer, C. (2017). Development of a fermented quinoa-based beverage. *Food Science and Nutrition*, 5(3), 602–608. <https://doi.org/10.1002/fsn3.436>
- Maldonado Jibaja, R., Carrillo Herrera, P., Ramírez Cárdenas, L., & Carvajal Larenas, F. (2018). Elaboración de una bebida fermentada a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Enfoque UTE*, 9(3), 1–11. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n3.329>
- Melini, F., & Melini, V. (2021). Impact of Fermentation on Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Quinoa. *Fermentation*, 7(1), 20. <https://doi.org/10.3390/fermentation7010020>
- Navarrete Bolaños, M. J. (2016). *Formulación de una bebida a partir de lactosuero deslactosado y proteína hidrolizada de quinua (Chenopodium quinoa Willd)*. (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Nsogning Dongmo, S., Procopio, S., Sacher, B., & Becker, T. (2016). Flavor of lactic acid fermented malt based beverages: Current status and perspectives. *Trends in Food Science and Technology*, 54, 37–51. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.05.017>
- Ramirez Mestas, R. A., Larico Camasita, R., Nina Ayque, E. N., Cauna Julliri, J. riel, Mamani Calsin, L., Quispe Flores, L. K., Layme Calderon, R. S., Gutierrez Castillo, C. P., & Calla Arpi, E. J. (2019). Elaboración de una bebida probiótica con lacto suero y enriquecida con almidón de quinua como complemento alimentario para niños. *Ñawparisun - Revista de Investigación Científica* (21–26). <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/26>
- Rizzello, C. G., Lorusso, A., Montemurro, M., & Gobetti, M. (2016). Use of sourdough made with quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour and autochthonous selected lactic acid bacteria for enhancing the nutritional, textural and sensory features of white bread. *Food Microbiology*, 56, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.11.018>

- Rollán, G. C., Gerez, C. L., & Leblanc, J. G. (2019). Lactic fermentation as a strategy to improve the nutritional and functional values of pseudocereals. *Frontiers in Nutrition*, 6(July). <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00098>
- Romero Fajardo, E. A. (2019). Evaluación nutricional de una bebida fermentada utilizando suero de queso y harina de quinua germinada. *Ciencia e Investigación*, 4(1), 78–79.
- Tangyu, M., Muller, J., Bolten, C. J., & Wittmann, C. (2019). Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103(23–24), 9263–9275. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10175-9>
- Virtanen, T., Pihlanto, A., Akkanen, S., & Korhonen, H. (2007). Development of antioxidant activity in milk whey during fermentation with lactic acid bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 102(1), 106–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.03072.x>
- Zannini, E., Jeske, S., Lynch, K., & Arendt, E. K. (2018). Development of novel quinoa-based yoghurt fermented with dextran producer *Weissella cibaria* MG1. *International Journal of Food Microbiology*, 268(August 2017), 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.01.001>