



APROVECHAMIENTO DE LA QUINUA CULTIVADA EN CUNDINAMARCA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE UNA BEBIDA FERMENTADA CON EXTRACTO DE QUINUA, LACTOSUERO Y PULPA DE MANGO

EVALUATION OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF A FERMENTED BEVERAGE WITH QUINOA EXTRACT, WHEY, AND MANGO PULP

¹Daniel Felipe Cañón Rodríguez, ²Ruth Mary Benavides Guevara, ³Ibeth Rodríguez González, ⁴Mary Lucia Inampues Charfuelan

^{1,2,3,4}Universidad Nacional Abierta y a Distancia —UNAD—

¹Estudiante de Ingeniería de Alimentos ECBTI

^{2,3}Docente ocasional ECBTI

⁴Gestora línea de Biotecnología y Nanotecnología Tecnoparque Nodo Pereira,

Recibido: 15/10/2021 Aprobado 20/11/2021

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar las características fisicoquímicas y la aceptación sensorial de una bebida fermentada con lactosuero, quinua y mango. La evaluación fue realizada a dos extractos de quinua y tres tratamientos con diferentes porcentajes de inclusión. Se encontró que las características fisicoquímicas para el tratamiento 1 y 2 (T1 y T2), no cumplen con las Normas Técnicas Colombianas – NTC 805 después de 21 horas de fermentación, mientras el tratamiento 3 (T3), cumplió con los parámetros fisicoquímicos establecidos por la normatividad y concuerda con los valores reportados por otros estudios luego de 4 horas y 30 minutos de fermentación. Posteriormente, se realizó un análisis sensorial afectivo a las muestras del tratamiento 3 (T3), y se encontró que la formulación 2 (F2) obtuvo una valoración superior que la muestra control (F1) y la formulación 3 (F3) de acuerdo con el puntaje obtenido en la escala hedónica evaluada por 28 consumidores. La composición de la bebida seleccionada fue: proteína ($3,35 \pm 0,000\%$), acidez titulable ($0,77 \pm 0,016\%$ ácido láctico), pH ($4,58 \pm 0,011$), grasa ($2,00 \pm 0,000\%$) y concentración de sólidos totales ($17,57 \pm 0,208^\circ\text{Brix}$), esta composición nutricional demuestra características superiores a otros estudios realizados al conseguir mayor porcentaje de proteína y menor contenido de grasa, además, la bebida fermentada cumplió los requisitos microbiológicos establecidos por la normatividad NTC 805.

Citación: Cañón Rodríguez, D. F. ., Benavides Guevara, R. M. ., Rodríguez González, I. ., & Inampues Charfuelan, M. L. . (2021). Aprovechamiento de la quinua cultivada en Cundinamarca: evaluación de las propiedades fisicoquímicas de una bebida fermentada con extracto de quinua, lactosuero y pulpa de mango. *Publicaciones e Investigación*. <https://doi.org/10.22490/25394088.5595>

¹dfcanonr@unadvirtual.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-2102-6432>

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

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

⁴inampuesc@sena.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-5665-6592>

<https://doi.org/10.22490/25394088.5595>

Palabras clave: fermentación ácido-láctica; harina de quinua; agrocadena.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physicochemical characteristics and sensory acceptance of a fermented beverage with whey, quinoa, and mango. The evaluation was carried out on two quinoa extracts and three treatments with different inclusion percentages. It was found that the physicochemical characteristics for treatment 1 and 2 (T1 and T2) do not comply with the Colombian Technical Standards - NTC 805 after 21 hours of fermentation, while treatment 3 (T3), reached the physicochemical parameters established by the regulations and agrees with the values reported by other studies after 4 hours and 30 minutes of fermentation. Subsequently, an affective sensory analysis was performed on the samples from treatment 3 (T3), and it was found that formulation 2 (F2) obtained a higher evaluation than the control sample (F1) and formulation 3 (F3) according to the score obtained on the hedonic scale evaluated by 28 consumers. The selected beverage had the following composition: protein ($3.35 \pm 0.000\%$), titratable acidity ($0.77 \pm 0.016\%$ lactic acid), pH (4.58 ± 0.011), fat ($2.00 \pm 0.000\%$) and concentration of total solids ($17.57 \pm 0.208^\circ\text{Brix}$), this nutritional composition shows superior characteristics to other studies carried out by achieving a higher percentage of protein and lower fat content. Furthermore, the fermented beverage met the microbiological requirements established by the NTC 805 regulations.

Keywords: lactic acid fermentation; quinoa flour; agro chain.

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de bebidas con inclusión o derivadas de matrices vegetales, ha tenido una creciente demanda en los últimos años, debido a sus características organolépticas y perfiles nutricionales, que pueden ser similares a otros alimentos como verduras y frutas e incluso con mayor disponibilidad de algunos nutrientes y con propiedades funcionales (Tangyu *et al.*, 2019), la inclusión de pseudocereales 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 (soja y la avena) (El salous *et al.*, 2020; García, 2017), 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 tiene todos

los aminoácidos esenciales, como los presentes en la caseína, la fracción proteica de la leche, así como ácidos grasos de alta calidad omega 3, 6 y 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 proponer nuevos enfoques para prevenir diferentes deficiencias nutricionales (Chiş *et al.*, 2020). De hecho, reportan que aplicar un bioproceso a este tipo de bebidas, favorece las características organolépticas y 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; Juneja *et al.*, 2017). Además, puede mejorar la digestibilidad, la bioaccesibilidad de los nutrientes, disminución del índice glicémico, mejora organoléptica y extender la vida útil del producto (Petrova & Petrov, 2020; Rollán *et al.*, 2019).

Este proyecto busca evaluar las características físicoquímicas y sensoriales de una bebida fermentada innovadora con inclusión de extracto de quinua, lactosuero y mango, con el fin, de transferir conocimiento y tecnología a la agrocadena de la quinua en Cundinamarca.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

En este estudio se empleó harina de quinua blanca de Jericó cultivada en Subachoque, Cundinamarca (457249N, 7408261W), Colombia, lactosuero dulce parcialmente desmineralizado en polvo (CIMPA), leche entera en polvo (LATI), azúcar, pulpa natural de mango de azúcar (*mangifera indica*) y gelatina.

Se utilizó el cultivo starter mixto comercial Lyofast YAB 452 BB para la fermentación ácido láctica: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, cepas probióticas *Lactobacillus acidophilus*, y *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis*.

Evaluación de la obtención del extracto de quinua

Se realizó de acuerdo a Forero Casas, (2016) y Zannini *et al.*, (2018), con algunas modificaciones. A continuación, se presentan las evaluaciones realizadas. Se evaluaron dos métodos de obtención de extracto de quinua, que se presentan en las figuras 1 y 2.

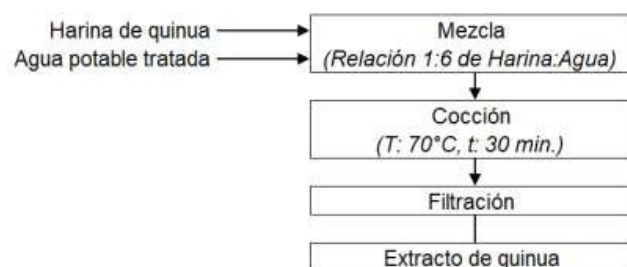


Figura 1. Elaboración de extracto de quinua con tratamiento térmico.

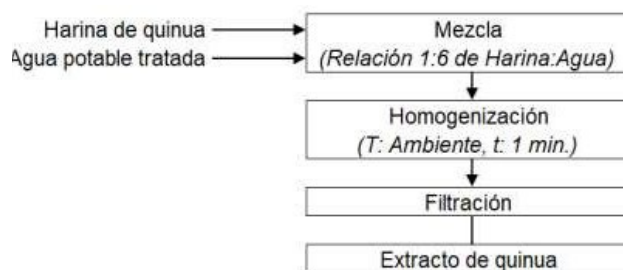


Figura 2. Elaboración de extracto de quinua sin tratamiento térmico.

2.2. Fermentación de una bebida de lactosuero, quinua y pulpa de mango

A continuación, en las tablas 1, 2 y 3, se presentan diferentes tratamientos (T1, T2 y T3), donde se evaluaron la inclusión del extracto de quinua, pulpa de mango pasteurizada y lactosuero reconstituido (1:6, lactosuero: agua) correspondientes al T1 y T2, en el T3 se realizó de forma adicional la inclusión de leche en polvo reconstituida (1,3:4 de leche: agua). Se realizó la adición de gelatina (0.05 %) durante la pasteurización (50°C). La mezcla pasteurizada fue inoculada con 0,03 % del cultivo starter a 40°C y fermentada (mini pasteurizador eléctrico marca CI Talsa) hasta alcanzar un pH cercano a 4,5 y acidez titulable superior a 0,6 % ácido láctico o completar 21 horas máximo. En el caso del T3 al finalizar la fermentación se realizó la adición de la pulpa de mango pasteurizada (13 %). Finalmente, las bebidas fueron enfriadas durante 8 horas a temperatura de refrigeración (4 ± 2°C).

TABLA 1.
Formulaciones T1

Formulaciones	F1	F2
Extracto de quinua (%)*	0,0	15,0
Pulpa de mango (%)	45,0	30,0
Lactosuero reconstituido (%)	50,0	50,0
Azúcar (%)	5,0	5,0

F1: Formulación 1; F2: Formulación 2. *Con tratamiento térmico

TABLA 2.
Formulaciones T2

Formulaciones	F1	F2
Extracto de quinua (%)*	5,0	10,0
Pulpa de mango (%)	25,0	25,0
Lactosuero reconstituido (%)	67,5	62,5
Azúcar (%)	2,5	2,5

F1: Formulación 1; F2: Formulación 2. *Con tratamiento térmico

TABLA 3.
Formulaciones T3

Formulaciones	F1	F2	F3
Extracto de quinua (%)*	0,0	5,0	10,0
Lactosuero reconstituido (%)	49,0	46,5	44,0
Leche reconstituida (%)	49,0	46,5	44,0
Azúcar (%)	2,0	2,0	2,0

F1: Formulación 1; F2: Formulación 2; F3: Formulación 3.
*Sin tratamiento térmico

2.3 Determinación de las características físicoquímicas

La determinación de las características físicoquímicas de la bebida fermentada se realizó siguiendo los métodos descritos en la Tabla 4.

TABLA 4.
Metodología para la evaluación de las propiedades físicoquímicas de la bebida fermentada

Propiedades físicoquímicas	Método	Referencia
Acidez titulable *	AOAC 10041	(AOAC, 1995)
pH	NTC 440	(ICONTEC, 2015)
Sólidos solubles (°Brix)	AOAC 22.024	(AOAC, 1990a)
Proteína (%)	AOAC 984.13	(AOAC, 1990b)
Grasa total (%)	AOAC 942.05	(AOAC, 1998)

*Acidez expresada como % (p/p) de ácido láctico

2.4 Análisis microbiológico

Se realizaron análisis microbiológicos según los parámetros propuestos por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas para productos lácteos, leches fermentadas NTC 805 (Icontec, 2005), empleando los métodos establecidos por la Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas para los Alimentos (ICMSF, 1988).

2.5 Evaluación sensorial

Para evaluar la aceptación sensorial de las bebidas fermentadas, se aplicó una prueba hedónica, las muestras codificadas fueron sometidas a evaluación por un panel de consumidores de 28 jueces, integrado por hombres y mujeres en un rango de edad entre 20 y 60 años, se empleó la escala hedónica de categoría 5 puntos (1-Me disgusta mucho; 5-Me gusta mucho) como herramienta para la evaluación del grado de aceptación, los atributos evaluados por los panelistas fueron: sabor, color, olor, aroma, viscosidad y apariencia general (Da Cunha *et al.*, 2013; Pedrero & Pangborn, 1989).

2.6 Análisis estadístico

Los resultados del análisis físicoquímico se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA), se realizó comparación entre las tres formulaciones con test de Tukey y un nivel de confianza del 95 %. Los resultados de análisis sensorial fueron sometidos a pruebas no paramétricas para un diseño de un solo factor, y se realizó comparación entre las tres formulaciones con test de Friedman y un nivel de confianza del 95 %. Los resultados de preferencia del producto fueron evaluados mediante nivel de significancia. Se utilizó el software Statgraphics Centurion Versión 19.1.2.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Características físicoquímicas de la bebida fermentada

A continuación, se presentan las características físicoquímicas de los tratamientos (T1, T2 y T3). En la Tabla 5, se presentan las características físicoquímicas del T1, después de 21 horas de fermentación.

TABLA 5.

Caracterización fisicoquímica del T1

Parámetro	F1	F2	Norma
Acidez titulable (% ácido láctico)	0,45 ± 0,005	0,44 ± 0,003	≥ 0,60
pH	5,13 ± 0,050	5,09 ± 0,030	SD
Sólidos totales (°Brix)	29,70 ± 0,280	29,45 ± 0,210	SD

SD: Sin datos. Valores presentados como media ± la desviación estándar (n=3)

Se observa en el T1 que la acidez titulable alcanzada luego de 21 horas de fermentación para F1 (0,45 ± 0,005 %) y F2 (0,44 ± 0,005 %) no cumplen con el valor mínimo establecido por la NTC 805 (Icontec, 2005). Con respecto al pH, la normatividad no establece valores de referencia, sin embargo, estudios realizados con matrices similares reportan una fermentación exitosa cuando se alcanza un pH entre 3,8 y 4,8 (Bianchi *et al.*, 2015; Campos Quiroz & Ponce Lay, 2017; Casarotti *et al.*, 2014; Ludena Urquiza *et al.*, 2016). Los resultados evidencian un proceso de fermentación incompleto F1 (5,13 ± 0,050) y F2 (5,09 ± 0,030), respecto, al contenido de sólidos totales para F1 (29,70 ± 0,280 °Brix) y F2 (29,45 ± 0,210 °Brix) se obtuvieron valores altos en comparación a los reportados en otros estudios de fermentación (4,4 y 17 °Brix), que pueden ser

atribuidos a la composición, tratamientos realizados en la matriz alimentaria y contenido de azúcares no consumidos por los microorganismos (Cerdá Bernard *et al.*, 2019; Huapaya Castillo, 2014; Romero Fajardo, 2019).

Los resultados permiten concluir que las F1 y F2 no fueron fermentadas a las 21 horas, al considerar la normatividad vigente y los resultados de otros estudios similares. Canaviri *et al.*, (2020) y Zannini *et al.*, (2018), reportan que para obtener una bebida fermentada con características fisicoquímicas aceptables es necesario emplear tiempos prolongados de fermentación: 24 a 48 horas.

En la Tabla 6 se presentan las características fisicoquímicas de dos formulaciones evaluadas en el T2.

TABLA 6.

Caracterización fisicoquímica del T2

Parámetro	F1	F2	Norma
Acidez titulable (% ácido láctico)	0,52 ± 0,000	0,74 ± 0,000	≥ 0,60
pH	5,82 ± 0,046	5,19 ± 0,006	SD
Sólidos totales (°Brix)	33,10 ± 0,460	°33,10 ± 0,100	SD

SD: Sin datos. Valores presentados como media ± la desviación estándar (n=3)

El tiempo de fermentación en este caso fueron 21 horas, se encontró que la acidez titulable fue alcanzada para F2 (0,74 ± 0,000 %), mientras que F1 no fue fermentada completamente (0,52 ± 0,000 %), sin embargo, el pH no cumple con los valores que reportan

otros estudios de fermentación (Bianchi *et al.*, 2015; Campos Quiroz & Ponce Lay, 2017; Casarotti *et al.*, 2014; Ludena Urquiza *et al.*, 2016), por lo tanto, las características fisicoquímicas de F1 y F2 evidencian también un proceso incompleto.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en T1 y T2, se planteó un T3, en donde se adiciona extracto de quinua sin tratamiento térmico y leche entera para incrementar el contenido nutricional del sustrato; azúcares, vitaminas del complejo B, ácidos orgánicos y aminoácidos generando las condiciones ideales para el

crecimiento de las bacterias ácido lácticas con características probióticas (Lomas de León, 2013; Carbonero, 1975; Juneja *et al.*, 2017). Es de resaltar que en la fermentación de las formulaciones para T3 se lograron las características físicoquímicas esperadas a las 4 horas y 30 minutos, en la Tabla 7 se presentan los resultados.

TABLA 7.
Caracterización físicoquímica del T3

Parámetro	F1	F2	F3	Norma
Acidez titulable (% ácido láctico)	0,74 ± 0,043	0,77 ± 0,029	0,85 ± 0,035	≥ 0,60
pH	4,65 ± 0,070	4,58 ± 0,020	4,41 ± 0,012	SD
Sólidos totales (°Brix)	15,90 ± 0,819	17,57 ± 0,208	19,70 ± 0,424	SD

SD: Sin datos. Valores presentados como media ± la desviación estándar (n=3)

Otros estudios de bebidas fermentadas con inclusión de pseudocereales o matrices vegetales, presentan mayor tiempo de fermentación que el obtenido en T3 (Lorusso *et al.*, 2018; Ludena Urquiza *et al.*, 2016). De hecho, Virtanen *et al.*, (2007), reporta que emplear 100 % lactosuero influye en los tiempos de fermentación, obteniendo procesos de 20 a 30 horas, lo que concuerda con los datos de los T1 y T2. Para este proyecto, se requieren tiempos de fermentación cortos que puedan ser realizados por productores y transformadores de la

agrocadena de quinua. Los valores obtenidos por cada formulación presentaron diferencias significativas (p valor <0,05).

3.2 Análisis sensorial

Los resultados de la escala hedónica de 5 puntos que se obtuvieron en la evaluación sensorial para las tres formulaciones del T3 se presentan en la Figura 3.

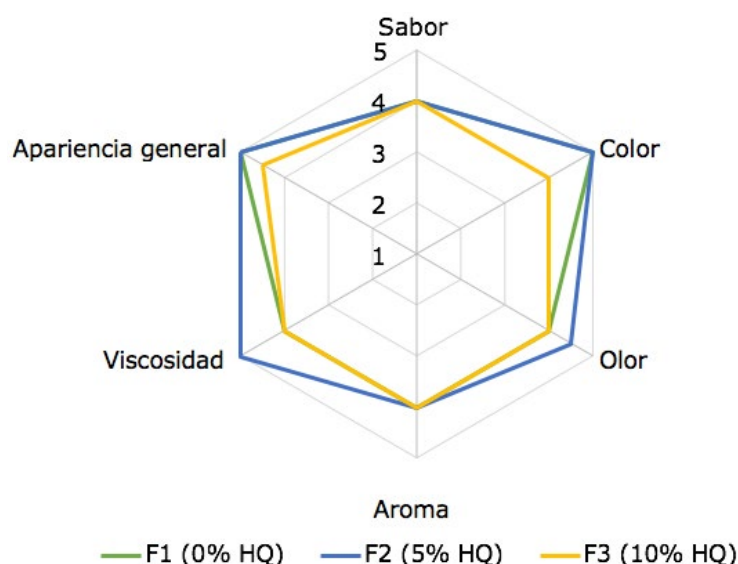


Figura 3. Evaluación sensorial de las bebidas fermentadas para T3.

Valores presentados como mediana mínimo y máximo del puntaje en escala hedónica ($n = 28$)

En la evaluación sensorial, se evidencia que el porcentaje de inclusión de extracto de harina de quinua presentó un efecto directo sobre la aceptación de la bebida fermentada, ya que F3 al contener mayor porcentaje de inclusión de extracto de harina de quinua en su formulación, presenta una disminución notable del grado de aceptación de sus atributos respecto a F2, resultados coherentes con estudios previos de matrices alimentarias a base de soluciones de harina de quinua.

Se ha encontrado que el proceso fermentativo de la quinua presenta características como el sabor agrio, debido al bajo contenido de compuestos organolépticos activos que dan como resultado sabores y olores

planos “verdes” que tienen poca aceptación (Coda *et al.*, 2017; Lorusso *et al.*, 2018; Peyer *et al.*, 2016).

Se observa que los atributos sabor y aroma fueron valorados con el mismo nivel de agrado para las formulaciones, mientras color, olor, viscosidad y la apariencia general de F2 son superiores en comparación a F1 y F3. Por lo tanto, la formulación más aceptada fue F2, con un nivel de agrado entre 4 y 5 (Me gusta moderadamente – Me gusta mucho) para todas las características de la bebida fermentada.

En la encuesta se preguntó a los panelistas, si compraría alguno de los productos evaluados, 26 panelistas respondieron favorablemente, como se observa en la Figura 4, mientras que dos panelistas indicaron que no la comprarían.

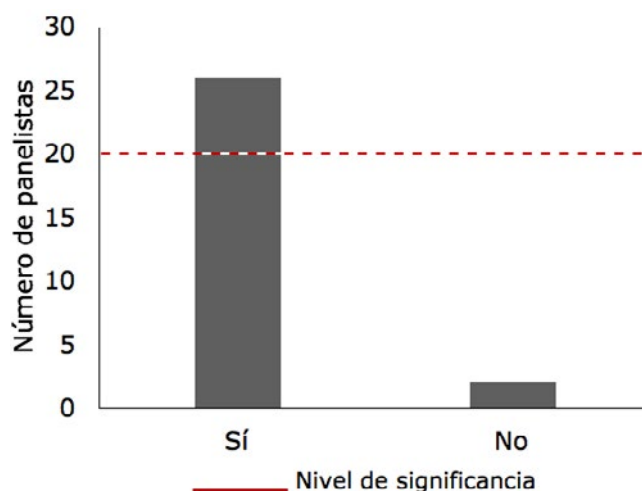


Figura 4. Intención de compra de la bebida fermentada.

Se evidencia que, en la población encuestada de 28 panelistas, el valor crítico de aceptación del producto es 20, esto indica que las bebidas fueron aceptadas al sobrepasar el valor crítico de aceptación con 26 resultados favorables.

Según el análisis de varianza no paramétrica de las formulaciones, aplicando el test de Friedman no hay diferencias significativas ($p - \text{valor} > 0,05$) entre las muestras en ninguno de los atributos evaluados, lo que evidencia una aceptación general de las 3 formulaciones.

Estudios similares han mostrado que las bebidas fermentadas con inclusión de quinua sin saborizantes o pulpas de fruta, han presentado baja aceptación por los consumidores (Ludena Uequizo *et al.*, 2016; Virtanen *et al.*, 2007). En todos los tratamientos evaluados se adicionó pulpa de mango con el objetivo de mejorar la calidad sensorial y en el T3 se evidencia que la fruta permite la aceptación general de la bebida, afirmando una vez más la importancia de utilizar ingredientes complementarios.

3.3 Características físicoquímicas de la bebida fermentada con mayor aceptación sensorial

Al considerar que F2 del T3 fue la formulación con mayor grado de aceptación por los panelistas como se evidenció en la Figura 3, se presenta en la Tabla 8, las características físicoquímicas de la bebida fermentada seleccionada.

TABLA 8.

Caracterización físicoquímica de la bebida fermentada

Parámetro	Valor
Proteína (%)	3,35 ± 0,000
Acidez titulable (% m/m ácido láctico)	0,77 ± 0,016
pH	4,58 ± 0,011
Sólidos solubles (°Brix)	17,57 ± 0,208
Grasa (%)	2,00 ± 0,000

Valores presentados como promedio ± la desviación estándar (n = 3)

Se obtuvo un 3,35 % de proteína, otros estudios similares obtuvieron menor contenido proteico, de hecho, se reporta 1,65 % de proteína en la elaboración de una bebida fermentada a base de extracto hidrosoluble de quinua (Bianchi *et al.*, 2015), en otro estudio encontraron 1,4 % de proteína para una bebida elaborada con solución de harina de quinua y almidón hidrolizado (Huapaya Castillo, 2014). Se puede concluir que la adición de lactosuero dulce, leche entera y extracto de quinua en la formulación brinda un aporte significativo en el contenido final de proteína de la bebida.

Respecto a la acidez titulable alcanzada por la bebida fermentada cumple con los valores establecidos por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (mínimo 0,6 % m/m ácido láctico) (Icontec, 2005). Se evidencia que el pH final de la bebida fermentada fue 4,58 ± 0,011, este valor es similar al obtenido en estudios de bebidas fermentadas de características similares (Casarotti *et al.*, 2014; Lorusso *et al.*, 2018). Así mismo el contenido de sólidos solubles presentes en la bebida fermentada es similar al observado en otros

estudios (Chilo Ramos, 2020; Romero, 2019). Por otra parte, el contenido de materia grasa final de la bebida fermentada es inferior al valor referente establecido por la NTC 805, el cual es mínimo 2,5% (Icontec, 2005), esta diferencia se debe a la adición de lactosuero a la formulación, el cual presenta un contenido de grasa inferior a la leche entera, alrededor de 0,42 % según Alava *et al.*, (2014). El resultado obtenido cumple con la NTC 805 ubicándose en la categoría de leches fermentadas parcialmente descremadas (0,5 – 2,5 % de materia grasa).

3.4 Caracterización microbiológica

El análisis de calidad microbiológica de la bebida fermentada, como se evidencia en la Tabla 9, mostró valores aceptables en cada uno de los parámetros evaluados según los valores de referencia propuestos por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC, 2005), indicando que la bebida fermentada es apta para el consumo humano.

TABLA 9.

Caracterización microbiológica de la bebida fermentada

Parámetro	Resultado	Norma
Recuento Coliformes Totales NMP/g/ml	< 3	10-100
Recuento Coliformes Fecales NMP/g/ml	< 3	< 3
Recuento Mohos UFC/g/ml	< 10	200-500
Recuento Levaduras UFC/g/ml	< 10	200-500

Valores expresados ± la incertidumbre estimada en la verificación del método (U), Coliformes Totales (U ± 1 NMP), Coliformes Fecales (U ± 1 NMP), Mohos (U ± 1 UFC) y Levaduras (U ± 1 UFC)

4. CONCLUSIONES

Se concluye que al emplear lactosuero, leche entera y extracto de quinua se favorece el proceso de fermentación en comparación a otras formulaciones.

En el análisis sensorial de las formulaciones para T3 se encontró que la formulación con inclusión de 5

% de extracto de quinua (F2) presentó una aceptación predominante sobre la formulación con inclusión de 10 % (F3), lo cual indica que la aceptación de la bebida fermentada es menor al emplear proporciones mayores de extracto de harina de quinua.

Las características físicoquímicas de la bebida seleccionada por los consumidores fueron similares a las obtenidas en estudios similares previos, a excepción del contenido proteico, en donde se obtuvo un valor alto (3,35 %) en comparación con otros estudios reportados.

Respecto a las características microbiológicas de la bebida fermentada, se cumplió con la normatividad vigente.

Desarrollar productos innovadores como la bebida fermentada con inclusión de quinua, permitirá impulsar la agrocadena de quinua en Cundinamarca, mediante la transferencia tecnológica.

REFERENCIAS

- Alava, C., Gómezde, M., & Maya Pantoja, J. (2014). Caracterización físicoquímica del suero dulce obtenido de la producción de queso casero en el municipio de Pasto. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 1(1), 22–32.
- AOAC. (1990a). Association of Analytical Chemists. Official Method 22.024. AOAC International.
- AOAC. (1990b). Association of Analytical Chemists. Official Method 984.13. AOAC International.
- AOAC. (1995). Association of Analytical Chemists. Official Method 10041. AOAC International.
- AOAC. (1998). Association of Analytical Chemists. Official Method 942.05. AOAC International.
- 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>
- 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. (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>.
- Carbonero Zalduegui, P. (1975). *Bioquímica de las fermentaciones*. (Tesis de grado). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. <https://oa.upm.es/55235/>
- 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>
- 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 Willd) con inclusión de bacterias ácido lácticas*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78836>
- 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>
- Coda, R., Montemurro, M., & Rizzello, C. G. (2017). Yogurt-like beverages made with cereals. In *Yogurt in Health and Disease Prevention*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00010-9>
- Corrales, A., Maldonado, M. E., Urango, L. A., Franco, M. C., & Rojano, B. (2014). Mango de azúcar (*Mangifera indica*), variedad de Colombia: características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. *Revista Chilena de Nutrición*, 41(3), 312–318.
- Da Cunha, D. T., Assunção Botelho, R. B., Ribeiro de Brito, R., de Oliveira Pineli, L. de L., & Stedefeldt, E. (2013). Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: Validación de la tarjeta lúdica. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(4), 357–363. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000400005>
- El salous, A., Arcos, F., Nuñez, P., & Castro, A. (2020). Evaluación sensorial de tres tipos de yogur vegetal a base de leche de arroz, quinua y avena, endulzada con stevia, como alternativa alimenticia. *CentroSur Social Science Journal*, 4(1).

- Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. La Habana; Editorial Universitaria.
- Forero Casas, N. (2016). Alternativas para la generación de valor agregado en los cultivos de mango y quinua. In *Alternativas para la generación de valor agregado en los cultivos de mango y quinua*, 53(9). <https://www.uniagraria.edu.co/wp-content/uploads/2018/09/alternativas-para-la-generacion-de-valor-agregado-en-los-cultivos-de-mango-y-quinua.pdf>
- García, N. M. (2017). *Bebidas vegetales*. (Tesis de grado). Universidad Complutense de Madrid, Madrid. <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/natalia moraleja garcia-saavedra.pdf>
- 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, Lima. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1903>
- ICMSF. (1988). *Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas para los Alimentos*.
- Icontec. (2015). NTC 440:2015 productos alimenticios. Métodos de ensayo. <https://tienda.icontec.org/gp-productos-alimenticios-metodos-de-ensayo-ntc440-2015.html>
- Icontec. (2005). NTC 805:2005 productos lácteos. Leches fermentadas., 16. <https://tienda.icontec.org/gp-productos-lacteos-leches-fermentadas-ntc805-2005.html>
- Juneja, V. K., Dwivedi, H. P., & Sofos, J. N. (2017). Microbial Control and Food Preservation. In M. P. Doyle (Ed.), *Microbial Control and Food Preservation*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7556-3>
- Lomas de León, Y. (2013). Aprovechamiento del suero de leche de cabra como sustrato para el desarrollo de un producto fermentado probiótico con: *Bifidobacterium Bifidum* y *Lactobacillus Acidophilus*. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- 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 Urquiza, F. E., García Torres, S. M., Tolonen, T., Jaakkola, M., Peña-Niebuhr, M. G., von Wright, A., Repo-Carrasco-Valencia, R., Korhonen, H., & Plumed-Ferrer, C. (2016). Development of a fermented quinoa-based beverage. *Food Science and Nutrition*, 5(3), 602–608. <https://doi.org/10.1002/fsn3.436>
- Pedrero, D. L., & Pangborn, R. M. (1989). *Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos*. México: Editor Alhambra Mexicana.
- Petrova, P., & Petrov, K. (2020). Lactic acid fermentation of cereals and pseudocereals: Ancient nutritional biotechnologies with modern applications. *Nutrients*, 12(4), 1–26. <https://doi.org/10.3390/nu12041118>
- Peyer, L. C., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2016). Lactic acid bacteria as sensory biomodulators for fermented cereal-based beverages. *Trends in Food Science & Technology*, 54, 17–25.
- Rizzello, C. G., Lorusso, A., Montemurro, M., & Gobbetti, 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. In *Journal of Applied Microbiology* (Vol. 102, Issue 1, pp. 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>