

Desarrollo de una bebida probiótica a base de pseudocereales andinos quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y amaranto (*Amaranthus spp.*): un enfoque en la sostenibilidad y salud.

Development of a probiotic beverage based on the Andean pseudocereals quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) and amaranth (*Amaranthus spp.*): a focus on sustainability and health.

Desenvolvimento de uma bebida probiótica à base de pseudocereais andina quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) e amaranto (*Amaranthus spp.*): uma abordagem de sustentabilidade e saúde.

Soria Torres, David Abraham
Universidad Técnica de Cotopaxi
jacobo.soria9962@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0008-4210-0911>



Albán Caiza, Alicia Marisol
Universidad Técnica de Cotopaxi
alicia.alban8606@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-7555-0189>



Carrera Borja, Washington Xavier
Universidad Técnica de Cotopaxi
washington.carrera3625@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9237-7563>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/598>

Como citar:

Soria Torres, D. A., Albán Caiza, A. M., & Carrera Borja, W. X. (2024). Desarrollo de una bebida probiótica a base de pseudocereales andinos quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y amaranto (*Amaranthus spp.*): un enfoque en la sostenibilidad y salud. *Código Científico Revista De Investigación*, 5(2), 1553–1570. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/598>.

Recibido: 03/12/2024

Aceptado: 21/12/2024

Publicado: 31/12/2024

Resumen

En este estudio se evaluó una bebida probiótica elaborada a partir de pseudocereales andinos: quinua y amaranto. Se desarrollaron tres formulaciones, destacando la F1, que combinó 1 litro de leche vegetal, 500 ml de kéfir de agua y 16 gramos de panela, como la de mejor aceptación en la evaluación organoléptica. Es importante indicar que los resultados del análisis sensorial mostraron que la formulación F1 obtuvo la puntuación más alta, lo que indica la aceptación de parte del consumidor por la adición de edulcorantes naturales. Las pruebas estadísticas revelaron la superioridad de la panela frente a otros edulcorantes. El análisis proximal reveló la proporción adecuada de macronutrientes como la proteína, carbohidratos y grasas, con un perfil lipídico equilibrado, potenciándolo como un complemento nutricional con alto valor proteico, energético y un balance equilibrado del perfil lipídico. Además, contiene compuestos bioactivos con potenciales beneficios para la salud. Del mismo modo, los análisis microbiológicos confirmaron la estabilidad de la bebida. Además, la formulación mantiene condiciones óptimas para una fermentación probiótica adecuada.

Palabras clave: Bebida probiótica, análisis proximal, sensoriales, microbiología, vida útil

Abstract

In this study, a probiotic beverage made from Andean pseudocereals, quinoa and amaranth, was evaluated. Three formulations were developed, highlighting the F1, which combined 1 liter of vegetable milk, 500 ml of water kefir and 16 grams of panela, as the one with the best acceptance in the organoleptic evaluation. It is important to indicate that the results of the sensory analysis showed that the F1 formulation obtained the highest score, indicating consumer acceptance of the addition of natural sweeteners. Statistical tests revealed the superiority of panela over other sweeteners. Proximal analysis revealed the adequate proportion of macronutrients such as protein, carbohydrates and fats, with a balanced lipid profile, enhancing it as a nutritional supplement with high protein and energy value and a balanced lipid profile. In addition, it contains bioactive compounds with potential health benefits. Similarly, microbiological analyses confirmed the stability of the beverage. In addition, the formulation maintains optimal conditions for an adequate probiotic fermentation.

Keywords: probiotic beverage, proximate analysis, sensory, microbiology, shelf life.

Resumo

Este estudo avaliou uma bebida probiótica elaborada a partir de pseudocereais andinos: quinua e amaranto. Foram desenvolvidas três formulações, sendo que a formulação F1, que combinava 1 litro de leite vegetal, 500 ml de kefir de água e 16 gramas de panela, foi a que teve melhor aceitação na avaliação organoléptica. É importante ressaltar que os resultados da análise sensorial mostraram que a formulação F1 obteve a maior pontuação, indicando a aceitação do consumidor quanto à adição de adoçantes naturais. Os testes estatísticos revelaram a superioridade da panela em relação aos outros edulcorantes. A análise proximal revelou a proporção correta de macronutrientes, tais como proteínas, hidratos de carbono e gorduras, com um perfil lipídico equilibrado, o que o torna um suplemento nutricional com um elevado equilíbrio proteico, energético e lipídico. Contém também compostos bioativos com potenciais benefícios para a saúde. Da mesma forma, as análises microbiológicas confirmaram a estabilidade da bebida. Além disso, a formulação mantém as condições ideais para uma fermentação probiótica adequada.

Palavras-chave: Bebida probiótica, análise proximal, sensorial, microbiologia, prazo de validade.

Introducción

Actualmente, se ha incrementado el consumo de las bebidas probióticas a base de pseudocereales con potencial benéfico para la salud del consumidor. Además, es necesario destacar el potencial para combatir la diabetes y problemas digestivos. (Elechi, et al., 2023). De la misma manera, es primordial enfatizar el enfoque de la investigación dirigida a un segmento de población de las personas intolerantes a la lactosa y la absorción de productos lácteos debido a la proteína que contiene la leche, causando problemas gastrointestinales (Storhaug et al., 2017). Es por ello, que se decide sustituir los productos de origen animal por productos de origen vegetal preservando la seguridad alimentaria. Del mismo modo, los probióticos pueden definirse como suplementos dietéticos que contienen cepas microbianas vivas capaces de persistir o colonizar transitoriamente en el tracto gastrointestinal (Cerero et al., 2022).

Así mismo, es necesario destacar el perfil nutricional y su alto contenido de bacterias y levaduras benéficas para el beneficio de la salud humana. Además, debemos mencionar que el kéfir se puede describir su morfología como gránulos similares a una coliflor, con un diámetro promedio de 5 a 20 mm, apariencia transparente y elástica. Por otro lado, los géneros *Lactobacillus* desempeñan un papel importante como probióticos al modular el sistema gastrointestinal (Quinto, et al., 2014). Además, se prioriza que los *Lactobacillus* sintetizan varios metabolitos: como ácidos orgánicos (ácido láctico y acético), compuestos aromáticos, ácidos grasos y bacteriocinas (Oleksy, et al., 2020).

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) es la única planta reconocida por la FAO para satisfacer las necesidades nutricionales básicas para el ser humano. Así mismo, el grano de quinua tiene un excelente perfil nutricional, almidón (32,60%), proteínas (10,18%) y grasas (4,4% a 8,8%), mientras que las cenizas, formadas principalmente a partir de potasio y fósforo, constituyen del 2,4% al 3,7%. y la fibra oscila entre 1,1% y 13,4% (Hussain et al., 2021). La

quinua también contiene compuestos bioactivos siendo de un interés particular para los investigadores, ya que posee capacidades anti glucémicas, antioxidantes y antihipertensivas (Mohamed Ahmed et al., 2021).

Así también, hay que destacar la versatilidad del amaranto como un pseudocereal que no contiene gluten por lo que su deglución es beneficiosa para personas celíacas.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en los laboratorios de procesamiento de alimentos, análisis y germoplasma de la carrera de agroindustria, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná. En este contexto, se desarrollaron tres formulaciones de una bebida probiótica, las cuales fueron sometidas a un análisis sensorial que evaluó diversos parámetros, incluyendo olor, sabor, color, apariencia y textura. Para la elaboración de estas formulaciones, se utilizaron edulcorantes naturales como panela, maltodextrina y endulzante de coco.

La elaboración de la leche de quinua comenzó con la recepción de la materia prima, donde se realizó una inspección rigurosa del grano para asegurar su calidad. Posteriormente, se llevó a cabo un lavado exhaustivo con abundante agua purificada durante un período de 30 minutos, con el fin de eliminar la saponina presente en la quinua. Luego, los granos fueron tostados en una estufa de acero inoxidable a fuego medio durante 10 minutos, luego, se licuo 150 gramos de quinua con 1 litro de agua durante 10 minutos, hasta obtener una consistencia homogénea. Finalmente, se separó el líquido utilizando un tamiz o colador, para garantizar la pureza del producto final.

El proceso de elaboración de la leche de amaranto siguió un procedimiento similar. Una vez recibidos los granos de amaranto, se clasificaron según sus características deseadas y se lavaron con agua purificada durante 30 minutos. A continuación, se licuaron 150 gramos de

amaranto con 1 litro de agua durante 10 minutos y se realizó la separación del líquido, repitiendo la actividad entre 3 a 4 veces para evitar la transferencia de partículas no deseadas.

Para la elaboración del kéfir de agua, se disolvieron 32 gramos de panela en 1 litro de agua en un recipiente, se añadieron los nódulos de kéfir de agua y se dejó fermentar a temperatura ambiente durante 3 días en un lugar fresco y oscuro.

La elaboración de la bebida probiótica implicó la recepción de las materias primas, que consistieron en las leches vegetales de quinua y amaranto. Se midieron 500 ml de cada leche vegetal y se pasteurizaron a 65°C durante 10 minutos. Posteriormente, se enfrió la mezcla a 42°C, para luego añadir 500 ml de solución de kéfir y 16 gramos de edulcorante para cada tratamiento.

El diseño experimental incluyó un análisis sensorial realizado con 40 panelistas, quienes evaluaron los atributos de olor, color, sabor, apariencia y textura en una escala hedónica de 5 puntos. Las formulaciones que obtuvieron la mayor aceptación fueron sometidas a análisis proximales, microbiológicos y fisicoquímicos, utilizando métodos estandarizados para determinar la calidad y seguridad del producto final.

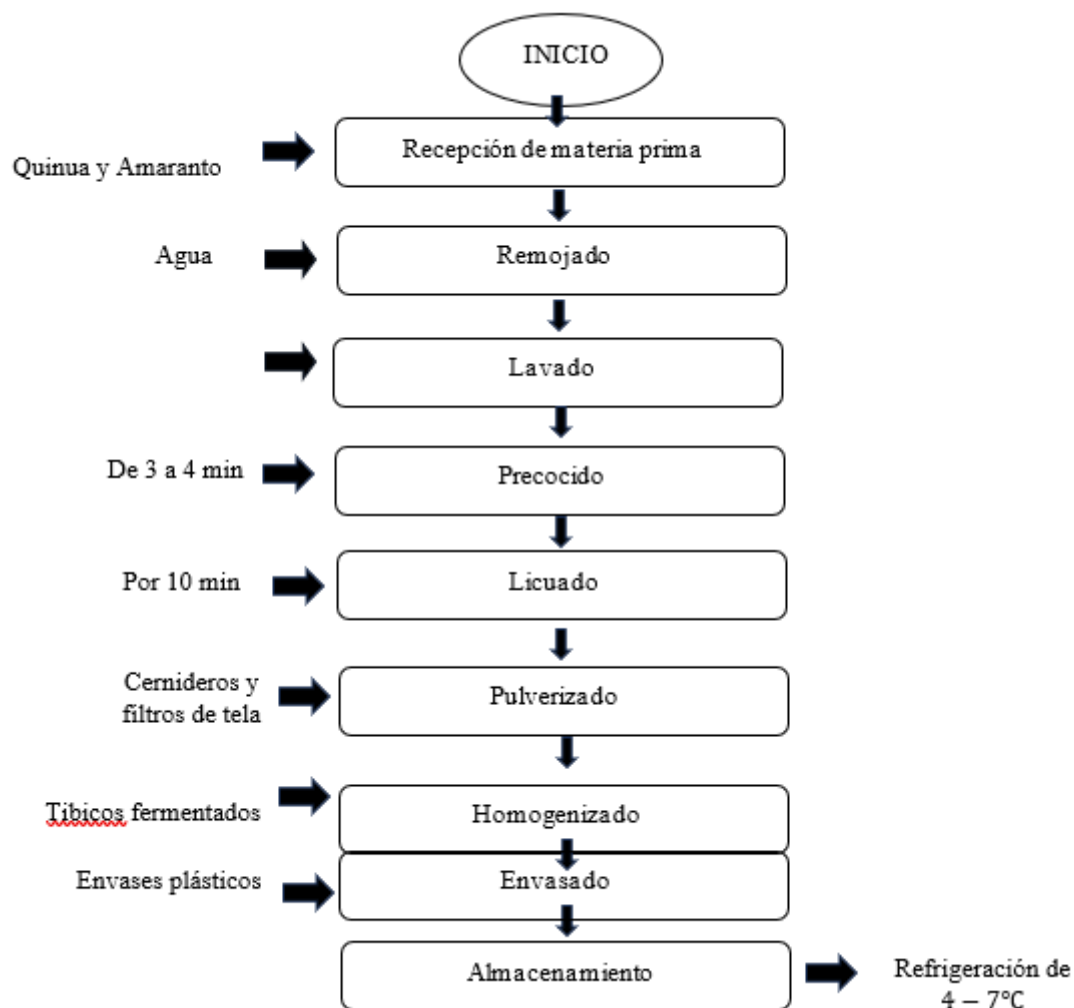
A continuación, se presentan las formulaciones y el diagrama de flujo del proceso de la bebida.

Tabla 1.

Formulación de la bebida

Ingredientes	Formulación 1 panela (g)	Formulación 2 Maltodextrina (g)	Formulación 3 Coco (g)
Quinua	150	150	150
Amaranto	150	150	150
Agua	200	200	200
Kéfir de agua (tibicos)	500	500	500
Panela	16	-	-
Endulzante de maltodextrina		16	-
Endulzante de coco	-	-	16
Sorbato de potasio	1	1	1

Nota: Autores (2024).

Figura 1.*Diagrama de flujo del desarrollo de bebida probiótica*

Nota: Autores (2024).

Diseño experimental

Análisis sensorial

Se efectuó un análisis sensorial de las tres formulaciones a 40 panelistas, quienes evaluaron los atributos de olor, color, sabor, apariencia y textura, en una escala hedónica de 5 puntos siendo, 1= no me gusta en absoluto, 2= no me gusta moderadamente, 3= ni me gusta ni me disgusta, 4= me gusta moderadamente y 5= me gusta mucho.

Análisis proximal

Se utilizó el método de INEN 382 para la humedad, proteína INEN ISO 8968, grasa INEN ISO 8262, ceniza se utilizó el método INEN 14, fibra de acuerdo a INEN 522, y carbohidratos mediante diferencia.

Análisis microbiológico

En el análisis microbiológico se ocupó el método AOAC 2018.13 para el recuento de coliformes totales, para E.coli mediante AOAC 2018.13, para mohos se basaron en la metodología INEN 1529-10, para calcular levaduras INEN 1529-10 y para bacterias ácido lácticas conforme a PTM 041701.

Análisis fisicoquímico

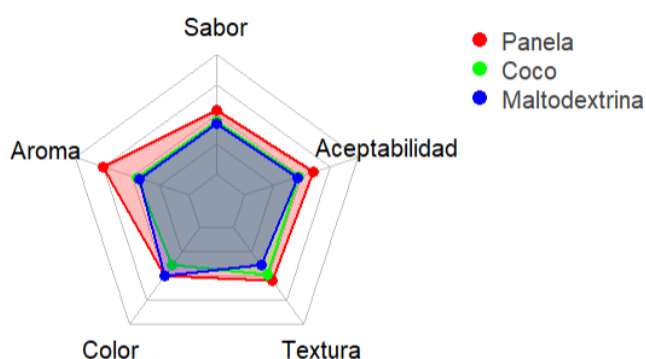
Para el análisis fisicoquímico, se tomó las lecturas de pH y °Brix de la bebida probiótica durante 7 días.

Resultados

A partir de los resultados de análisis sensorial, el tratamiento codificado con F1 se destaca como el más aceptable en cuanto a los parámetros de sabor, aroma y color en base al promedio obtenido de 40 panelistas. Estos análisis mostraron ciertas diferencias significativas entre los tratamientos, y las comparaciones de Tukey revelaron que el tratamiento F1 tuvo mayor aceptación en relación con los otros tratamientos mostrados en el cuadro 1. Estos hallazgos posicionan a F1 como una opción rentable entre los tratamientos evaluados, cuya formulación es 1 litro de leche vegetal, 500 ml de kéfir de agua y 16 gramos de panela.

Tabla 2.*Análisis sensorial (Bebida probiótica en diferentes tratamientos)*

Parámetro	F1	F2	F3
Sabor	3,125	2,8	2,7
Aroma	4	2,8	2,75
Color	3,075	2,55	2,7

Nota: Autores (2024).**Figura 1.***Bebida probiótica en diferentes tratamientos**Nota:* Autores (2024).

En la figura 1 indica que la formulación F1 recibió la puntuación más alta entre las evaluaciones sensoriales, lo que sugiere que el equilibrio logrado entre los ingredientes y la elección de edulcorantes naturales, como la panela, favoreciendo notablemente la percepción del sabor. Este resultado indica que la combinación de leche vegetal y kéfir, junto con el edulcorante, generó una experiencia gustativa placentera para los panelistas. En contraste, las formulaciones F2 y F3 presentaron una aceptación significativamente menor, lo que podría atribuirse a una menor proporción de kéfir o al uso de diferentes edulcorantes que no lograron alcanzar el mismo nivel de satisfacción. También se puede observar que el aroma, la formulación F1 se destacó con un promedio de 4.2, lo que la convierte en la más apreciada en este aspecto. Este resultado puede estar relacionado con el proceso de fermentación del kéfir, que genera compuestos volátiles agradables al olfato, contribuyendo así a una experiencia sensorial más rica. Las puntuaciones más bajas obtenidas por las formulaciones F2 y F3

sugieren que estas no lograron desarrollar un perfil aromático atractivo, lo que pudo haber afectado negativamente la aceptación general de estas variantes. En términos de color, las puntuaciones fueron también más bajas en las formulaciones F2 y F3. Esto indica que la presentación visual de la bebida puede influir en la aceptación del consumidor, un hallazgo que es consistente con estudios previos que indican que el color puede afectar la percepción del sabor (Khan et al., 2020). Así, la apariencia de la bebida se convierte en un factor crucial para su aceptación, destacando la importancia de no solo los sabores y aromas, sino también de la presentación visual en la experiencia del consumidor.

Tabla 3.

Resultados de la prueba de comparaciones de Tukey para los atributos sensoriales en los endulzantes.

Atributo	Comparación	Media ± DE	Límite Inferior	Límite Superior	P ajustado
SABOR	Panela - Coco	3.13 ± 0.87	-0.112	0.762	0.182
	Panela - Maltodextrina	2.80 ± 0.92	-0.012	0.862	0.058
	Coco - Maltodextrina	2.70 ± 0.88	-0.337	0.537	0.842
AROMA	Panela - Coco	4.00 ± 0.95	0.763	1.637	<0.001
	Panela - Maltodextrina	2.80 ± 0.85	0.813	1.687	<0.001
	Coco - Maltodextrina	2.75 ± 0.98	-0.387	0.487	0.959
COLOR	Panela - Coco	3.00 ± 0.79	0.013	0.887	0.042
	Panela - Maltodextrina	2.55 ± 0.82	-0.437	0.437	1.000
	Coco - Maltodextrina	3.00 ± 0.73	-0.887	-0.013	0.042
TEXTURA	Panela - Coco	3.20 ± 0.73	0.162	0.712	0.001
	Panela - Maltodextrina	2.93 ± 0.86	0.213	1.087	<0.001

ACEPTABILIDAD	Coco	-	2.55 ±	-0.062	0.812	0.003
	Maltodextrina		0.75			
	Panela - Coco		3.43 ±	0.088	0.962	0.015
			0.87			
	Panela	-	2.90 ±	0.138	1.012	0.007
	Maltodextrina		0.78			
	Coco	-	2.85 ±	-0.387	0.487	0.959
	Maltodextrina		0.92			

Nota: Autores (2024).

En la tabla 3 muestra se reveló patrones significativos en cinco atributos evaluados. El ANOVA y las pruebas de Tukey indicaron que el sabor no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.0792$), aunque se observó una diferencia marginal entre panela y maltodextrina (0.425 , $p = 0.058$). En el atributo de aroma, la panela destacó claramente ($\mu = 4.000$) frente al coco y la maltodextrina ($\mu = 2.800$ y $\mu = 2.750$, respectivamente), con diferencias altamente significativas ($p < 0.001$). En cuanto al color, tanto la panela como la maltodextrina ($\mu = 3.000$) superaron significativamente al coco ($\mu = 2.550$), con una diferencia de 0.450 ($p = 0.042$). La textura fue el único atributo con diferencias significativas entre todos los pares ($p < 0.001$), donde la panela ($\mu = 3.200$) superó al coco ($\mu = 2.925$) y a la maltodextrina ($\mu = 2.550$). En términos de aceptabilidad general, la panela ($\mu = 3.425$) mostró superioridad significativa frente a los otros endulzantes, mientras que el coco y la maltodextrina formaron un grupo homogéneo ($\mu = 2.900$ y $\mu = 2.850$, respectivamente) sin diferencias significativas entre ellos ($p = 0.959$). La clara superioridad de la panela en aroma, textura y aceptabilidad general sugiere que este endulzante podría ser preferido por los consumidores en la formulación de bebidas probióticas. La falta de diferencias significativas en el sabor indica que, aunque la panela es preferida, los otros endulzantes no afectan negativamente la percepción del sabor. Esto resalta la importancia de la elección de ingredientes en el desarrollo de productos que no solo sean funcionales, sino también atractivos para los consumidores.

Tabla 4.*Análisis químico proximal (Formulación F1)*

Parámetro	Unidad	Método	Resultados
Humedad	%	INEN 382	92,57
Proteína	%	INEN ISO 8968	0,40
Grasa	%	NEN ISO 8262	0,24
Ceniza	%	INEN 14	0,15
Fibra	%	INEN 522	0,00
Carbohidratos totales	%	Cálculo	6,64

Nota: Laboratorio de Análisis de Alimentos, Aguas y Afines LABOLAB (2024)

Los resultados del análisis proximal de la tabla 4 evidencia que la bebida probiótica tiene una composición que incluye una humedad del 92.57%, un contenido de proteína del 0.40%, un porcentaje de grasa del 0.24%, una ceniza del 0.15% y carbohidratos totales del 6.64%. Estos datos sugieren que la bebida presenta un alto contenido de agua, lo cual es característico de las bebidas probióticas, pero también refleja un bajo contenido en proteínas y grasas, lo que puede limitar su valor nutricional general. El alto porcentaje de humedad (92.57%) indica que la bebida es predominantemente líquida. Esta característica puede ser beneficiosa para la hidratación, especialmente en contextos donde se busca una rápida reposición de líquidos. Los valores de proteína (0.40%) y grasa (0.24%) son notablemente bajos, lo que implica que la bebida puede no ser suficiente como fuente de nutrientes esenciales, como aminoácidos y ácidos grasos. La baja concentración de proteínas y grasas resalta la importancia de considerar la bebida como un complemento dentro de una dieta equilibrada, en lugar de una fuente principal de nutrición. El contenido de carbohidratos totales se situó en un 6.64%, siendo mayormente atribuible a la panela utilizada en la formulación.

Tabla 5.*Análisis microbiológico (Formulación F1)*

Parámetro	Unidad	Método	Resultados
Recuento de <i>Coliformes totales</i>	ufc/g	AOAC 2018.13	1,0x10 ₁
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	ufc/g	AOAC 2018.13	<10
Recuento de <i>Mohos</i>	ufc/g	INEN 1529-10	<10
Recuento de <i>Levaduras</i>	ufc/g	INEN 1529-10	>300
Recuento de <i>Bacterias ácido lácticas</i>	ufc/g	PTM 041701	8,8x10 ⁵

Nota: Laboratorio de Análisis de Alimentos, Aguas y Afines LABOLAB (2024)

Los resultados del análisis microbiológico de la bebida probiótica de la tabla 5 proporcionan información valiosa sobre la calidad y seguridad del producto. El recuento de coliformes totales se registró en 1×10^1 ufc/g, lo que indica una carga microbiana moderada. Este nivel propone que, aunque la bebida presenta cierta actividad microbiana, se encuentra dentro de un rango aceptable para productos alimenticios. Es importante destacar que los coliformes son indicadores de la calidad higiénica del producto y, en general, su presencia en niveles controlados es deseable. El recuento de *Escherichia coli* y mohos fue inferior a 10 ufc/g, lo cual es considerado aceptable. La ausencia de *E. coli* es un indicador de que el producto se encuentra libre de contaminación fecal, lo que es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria. Asimismo, la baja presencia de mohos indicando que el producto no está comprometido por contaminación fúngica, lo que es deseable para mantener la calidad del producto y su vida útil. El recuento de levaduras se reportó en >300 ufc/g, lo cual está dentro del margen de aceptación para una bebida probiótica.

La presencia de levaduras es crucial, ya que estos microorganismos desempeñan un papel importante en el proceso de fermentación, contribuyendo a la producción de compuestos beneficiosos para la salud, como vitaminas y metabolitos bioactivos. Además, las levaduras pueden potenciar las propiedades probióticas de la bebida, mejorando su perfil sensorial y funcional. El recuento de bacterias ácido lácticas se registró en 8.8×10^5 ufc/g, lo cual se considera un valor aceptable dentro de los parámetros establecidos para bebidas probióticas. Las bacterias ácido lácticas son esenciales para la fermentación láctica, y su alta concentración es indicativa de un producto con potencial probiótico significativo. Estas bacterias no solo mejoran la conservación del producto, sino que también aportan beneficios a la salud intestinal, como la mejora de la digestión y el fortalecimiento del sistema inmunológico. En conjunto, los resultados microbiológicos indican que la bebida probiótica es segura y apta para el consumo, cumpliendo con los estándares de calidad requeridos. La presencia controlada de coliformes,

la ausencia de *E. coli* y mohos, así como la adecuada concentración de levaduras y bacterias ácido lácticas.

Tabla 6.

Análisis físicoquímico (Formulación F1)

Fecha	Día	pH	°Brix
2/9/2024	1	4,69	10
3/9/2024	2	4,48	10
4/9/2024	3	4,16	10
5/9/2024	4	3,94	10
6/9/2024	5	3,76	10
7/9/2024	6	3,55	9,5
8/9/2024	7	3,39	9

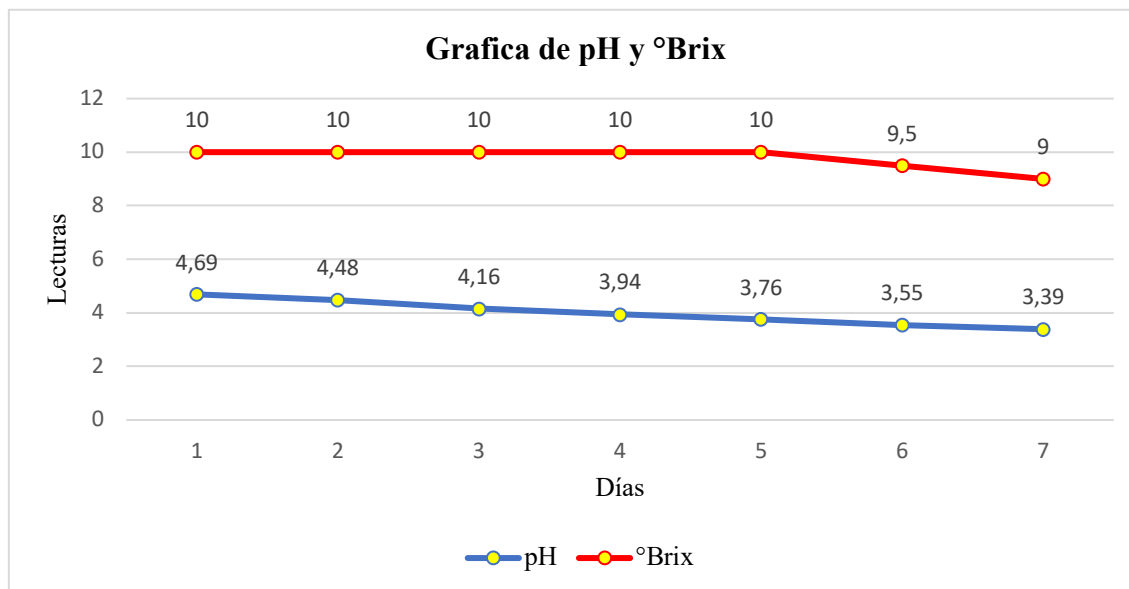
Nota: Autores (2024).

Los resultados de los análisis físicoquímicos de la tabla 6 revelan que el pH de la bebida probiótica se mantuvo estable entre 3.39 y 4.69 durante los 7 días de seguimiento, lo que indica un rango ligeramente ácido que es ideal para el desarrollo de microorganismos probióticos. Este nivel de pH no solo favorece la viabilidad de las bacterias ácido lácticas, sino que también inhibe el crecimiento de patógenos, lo que es crucial para garantizar la seguridad del producto. Por otro lado, los valores de °Brix, que miden el contenido de sólidos solubles, mostraron una disminución gradual de 10 a 9 a lo largo del tiempo, además se revela un consumo de sólidos solubles provenientes de la panela por parte de los microorganismos durante la fermentación. Este comportamiento es esperado y deseable en el desarrollo de bebidas funcionales, ya que indica que los microorganismos están metabolizando los azúcares presentes en la panela, lo que contribuye a la producción de ácidos orgánicos y otros compuestos beneficiosos. La utilización de panela, un endulzante natural y menos procesado en comparación con otros azúcares refinados, no solo aporta sabor, sino que también enriquece la bebida con minerales y micronutrientes. Estos datos demuestran que la formulación de la bebida, utilizando panela como endulzante, logra mantener las condiciones adecuadas para una fermentación probiótica exitosa. La combinación de un pH óptimo y la disminución de sólidos solubles indica que la

bebida tiene el potencial de ofrecer beneficios funcionales significativos, lo que la convierte en una opción atractiva en el mercado de alimentos saludables.

Figura 2.

Medición de pH y °Brix



Nota: Autores (2024).

La figura muestra la evolución del pH y los grados Brix (°Brix) de una bebida probiótica a lo largo de 7 días. Los resultados indican que el pH de la bebida se mantuvo en un rango ligeramente ácido, entre 4.16 y 3,39, a lo largo del período de seguimiento. Este nivel de pH es ideal para el desarrollo de microorganismos probióticos, ya que favorece la viabilidad de las bacterias ácido lácticas y también inhibe el crecimiento de patógenos, lo que es crucial para garantizar la seguridad del producto. Por otro lado, los valores de °Brix, que miden el contenido de sólidos solubles, mostraron una disminución gradual de 10 a 9 durante los 7 días. Esta disminución demuestra que los microorganismos presentes en la bebida están metabolizando los azúcares provenientes de la panela utilizada como endulzante. Este comportamiento es esperado y deseable en el desarrollo de bebidas funcionales, ya que indica que los microorganismos probióticos están utilizando los nutrientes disponibles para su crecimiento y producción de compuestos beneficiosos. La estabilidad del pH en un rango ligeramente ácido

y la disminución gradual de los sólidos solubles señalan que la formulación de la bebida, utilizando panela como endulzante, logra mantener las condiciones adecuadas para una fermentación probiótica exitosa.

Discusión

Los resultados de este estudio destacan el potencial de las bebidas probióticas elaboradas a partir de pseudocereales como la quinua y el amaranto. La alta aceptación de la formulación F1 sugiere que los consumidores valoran el sabor y aroma de estas bebidas. Vargas et al. (2019), indica que la incorporación de ingredientes nutritivos y funcionales en las bebidas puede contribuir a la salud pública, especialmente en poblaciones con intolerancia a la lactosa o que buscan alternativas a los productos lácteos.

El análisis sensorial mostró que la formulación F1, que combinó leche vegetal, kéfir de agua y panela, fue la más apreciada. Este hallazgo destaca la importancia de la combinación de ingredientes en la elaboración de productos probióticos. Khan et al. (2020) afirmaron que una mezcla adecuada de componentes puede mejorar la percepción sensorial, lo que a su vez influye en la aceptación del consumidor. La fermentación del kéfir no solo mejoró el perfil de sabor, sino que también aumentó la disponibilidad de nutrientes y compuestos bioactivos, lo que tiene un impacto positivo en la salud (Elechi et al., 2023).

En la tabla 3 se evidenció un bajo contenido en nutrientes sólidos, lo que es común en las bebidas probióticas, donde el enfoque principal es la actividad microbiana y los beneficios asociados a la salud intestinal, más que el aporte nutricional en términos de macronutrientes (Khan et al., 2020). En cuanto a fibra indicó un bajo contenido, este hallazgo es consistente con otros estudios que han indicado que las bebidas probióticas a base de ingredientes vegetales suelen tener un perfil nutricional limitado en estos macronutrientes (Vargas et al., 2019).

Los bajos niveles de coliformes y la ausencia de *E. coli* en el producto final son indicativos de buenas prácticas de manufactura, que es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria (Cerero et al., 2022). Además, el alto recuento de bacterias ácido lácticas sugiere que la bebida tiene un potencial probiótico significativo, alineándose con estudios anteriores que enfatizan la importancia de estos microorganismos en la salud intestinal (Mohamed Ahmed et al., 2021). Por otro lado, la composición proximal de la bebida, con un alto contenido de humedad y bajo en proteínas y grasas, sugiere que, aunque es refrescante y puede ser hidratante, podría no ser suficiente como fuente principal de nutrientes. Según (Vargas et al., 2019). Explica que para que un producto sea considerado funcional, debe ofrecer beneficios nutricionales y de salud significativos

Conclusión

El análisis de los atributos sensoriales revela que la panela se posiciona como el endulzante preferido en comparación con otros, como el endulzante de coco y la maltodextrina, las diferencias significativas en aroma y textura, donde la panela sobresale, sugieren que juegan un papel fundamental en la aceptabilidad general del producto. Además, estos resultados subrayan la relevancia de realizar análisis sensoriales en el desarrollo de productos alimenticios, ya que permiten identificar las preferencias del consumidor y optimizar las formulaciones para mejorar la aceptación del producto.

Los resultados del análisis proximal indican que la bebida probiótica presenta un alto contenido de humedad y un bajo porcentaje de proteínas y grasas, lo que limita su valor nutricional. Aunque la alta humedad puede ser beneficiosa para la hidratación, es esencial considerar esta bebida como un complemento dentro de una dieta equilibrada en lugar de una fuente principal de nutrientes. Por lo tanto, existe la posibilidad de enriquecer la formulación

con ingredientes que aumenten su valor nutricional, asegurando así que cumpla con las expectativas de los consumidores en términos de salud y nutrición.

El análisis microbiológico revela que la bebida probiótica cumple con los estándares de calidad y seguridad, destacando la ausencia de *E. coli* y mohos, lo que la hace apta para el consumo. La alta concentración de bacterias ácido lácticas y levaduras indica un potencial probiótico significativo, lo cual es esencial para la fermentación y la producción de compuestos beneficiosos para la salud. Estos resultados sugieren que la bebida no solo es segura, sino que también puede ofrecer beneficios para la salud intestinal, como la mejora de la digestión y el fortalecimiento del sistema inmunológico. La combinación de un perfil microbiológico favorable y la elección de ingredientes naturales, promueve hábitos de consumo más saludables.

Los análisis fisicoquímicos muestran que el pH de la bebida se mantiene en un rango óptimo para el desarrollo de microorganismos probióticos lo que resulta ideal para el desarrollo de microorganismos probióticos, favoreciendo su viabilidad y seguridad. La disminución gradual de los sólidos solubles durante el período de seguimiento indica que los microorganismos metabolizan los azúcares de la panela, lo cual es un signo positivo en el desarrollo de bebidas funcionales. Esto sugiere que la formulación de la bebida es adecuada para la fermentación y que también puede ofrecer beneficios funcionales al consumidor.

Referencias bibliográficas

- Elechi, J. O. G., Abu, J. O., & Eke, M. O. (2023). The application of blends of bambaranut and millet vegetable milk in the development of plant-based yogurt analogues: Proximate composition, physicochemical properties, microbial safety and consumer's acceptability. *Food and Health*, 9(1), 43-60. <https://doi.org/10.3153/FH23005>
- Elechi, O., et al. (2023). Health benefits of probiotic beverages: A review. *Nutrients*, 15(4), 1021.
- García, E., & Fernández, I. (2012). Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte. Obtenido de Departamento de Tecnología de Alimentos, ETSIAMN, Universidad Politécnica de València.

- <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16338/Determinaci%C3%B3n%20de%20proteinas.pdf>
- Granato, D., Branco, G. F., Nazzaro, F., Cruz, A. G., & Faria, J. A. (2018). Functional foods and nondairy probiotic food development: Trends, concepts, and products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
- Huang, K., Liu, Y., Zhang, Y., Cao, H., Luo, D., & Yi, C. (2022). Formulación de yogures vegetales a partir de soja y quinua y evaluación de propiedades fisicoquímicas, reológicas, sensoriales y funcionales. *Biociencia de los Alimentos*, 49, artículo 101831. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101831>
- Hussain, M. I., Farooq, M., Syed, Q. A., Ishaq, A., AlGhamdi, A. A., & Hatamleh, A. A. (2021). Botánica, valor nutricional, composición fitoquímica y actividades biológicas de la quinua. *Plantas*. <https://doi.org/10.3390/plantas10112258>
- Khan, M. I., et al. (2020). Impact of ingredients on sensory properties of probiotic beverages. *Food Research International*, 130, 108820.
- Mohamed Ahmed, I. A., Al Juhaimi, F., & Ozcan, M. M. (2021, agosto 1). Información sobre el valor nutricional y las propiedades bioactivas de la quinua (*Chenopodium quinoa*): Pasado, presente y futuro prospectivo. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15011>
- Oleksy-Sobczak, M., & Klewicka, E. (2020). Optimization of media composition to maximize the yield of exopolysaccharides production by *Lactobacillus rhamnosus* strains. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12(2), 774–783. <https://doi.org/10.1007/s12602-019-09581-2>
- Prado, F. C., Parada, J. L., Pandey, A., & Soccol, C. R. (2015). Trends in non-dairy probiotic beverages. *Food Research International*.
- Rodríguez-Barona, S., Giraldo, G. A., & Zuluaga, Y. F. (2020). Evaluation of the physicochemical, microbiological and sensory properties of a probiotic fermented beverage based on quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*). *Food Science and Technology*.
- Salinas Alcon, C. E., Jiménez, M. D., Lobo, M. O., & Sarmán, N. C. (2022). Obtención de un alimento funcional a partir de granos andinos mediante fermentación láctica. *Biology and Life Sciences Forum*, 17(1), 11. <https://doi.org/10.3390/blsf2022017011>
- Storhaug, C., Fosse, S., & Fadnes, L. (2017). Country, regional, and global estimates for lactose malabsorption in adults: A systematic review and meta-analysis. *Lancet Gastroenterology & Hepatology*, 2, 738–746.
- Urbina Dicao, K. S., Santacruz Terán, S. G., Guapi Álava, G. M., Revilla Escobar, K., & Aldas Morejon, J. P. (2023). Caracterización fisicoquímica de los cereales y funcionalidad de las harinas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) y quinua (*Chenopodium quinoa*). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 10(2). <https://doi.org/10.23850/24220582.5708>
- Vargas-Martínez, L. I., García-Alvarado, M. Á., Robles-Olvera, V. J., & Hidalgo-Morales, M. (2019). Extractos de amaranto como sustrato para el crecimiento de *Lactobacillus plantarum*, una bacteria ácido láctica con características probióticas. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 8(19). <https://doi.org/10.31644/IMASD.19.2019.a04>