

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE YOGURT FRUTADO ELABORADO CON DOS NIVELES DE PULPA DE COPOAZÚ (*Theobroma grandiflorum*)

Physicochemical evaluation and sensory acceptability of fruit-flavored yogurt made with two levels of copoazú (*Theobroma grandiflorum*) pulp

(Artículo de investigación)

Simón Aldo Chuquimia Chavarria¹, Gladys Quispe Mollo², Gladys J. Chipana-Mendoza³

Resumen

El copoazú (*Theobroma grandiflorum*) es un fruto amazónico de vida útil poscosecha corta y alto potencial nutricional y sensorial para la industria láctea. El objetivo del presente estudio fue determinar el nivel óptimo de incorporación de pulpa de copoazú en yogurt frutado, evaluando su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas y la aceptabilidad sensorial. El estudio se desarrolló en la zona Florida, municipio de Viacha (La Paz, Bolivia). Se elaboraron dos tratamientos de yogurt frutado (8 % y 10 % de pulpa) siguiendo el procedimiento estandarizado de pasteurización lenta, inoculación con *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, incubación (6-8 h) y adición de pulpa. Las variables pH y sólidos solubles totales (°Brix) se determinaron según los métodos de la Norma Boliviana NB 33016:2006, y la aceptabilidad se evaluó mediante una escala hedónica facial mixta de cinco puntos con 30 panelistas semientrenados. El tratamiento con 10 % de pulpa presentó un pH de 4.47 y 18 °Brix, con una aceptabilidad del 90 %, mientras que el tratamiento con 8 % de pulpa registró un pH de 4.53, 19 °Brix y una aceptabilidad del 80 %. Ambas formulaciones cumplieron el límite de pH ≤ 4.6 establecido por la NB 33016 y mostraron alta aceptación general, con una ligera superioridad del tratamiento al 10 %. Estos resultados coinciden con estudios sobre yogures elaborados con pulpa de copoazú y otros frutos amazónicos, que reportan efectos positivos de la fruta sobre la aceptación sensorial y las propiedades fisicoquímicas del producto. Se concluye que la pulpa de copoazú constituye una alternativa viable y de alto valor agregado para la diversificación de productos lácteos fermentados en el altiplano boliviano.

Palabras clave: yogurt frutado, *Theobroma grandiflorum*, pulpa de fruta amazónica, evaluación sensorial, pH, propiedades fisicoquímicas.

Abstract

Copoazú (*Theobroma grandiflorum*) is an Amazonian fruit with a short postharvest shelf life and high nutritional and sensory potential for the dairy industry. The objective of this study was to determine the optimal level of copoazú pulp incorporation in fruit-flavored yogurt by evaluating its effect on physicochemical properties and sensory acceptability. The study was conducted in the Florida area, in the municipality of Viacha (La Paz, Bolivia). Two fruit-flavored yogurt treatments (8 % and 10 % pulp) were prepared following the standardized procedure of slow pasteurization, inoculation with *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*, incubation (6–8 h), and pulp addition. The variables pH and total soluble solids (°Brix) were determined according to the methods specified in Bolivian Standard NB 33016:2006, and acceptability was evaluated using a five-point mixed facial hedonic scale with 30 semi-trained panelists. The treatment with 10 % pulp had a pH of 4.47 and 18 °Brix, with a 90 % acceptance rate, while the treatment with 8 % pulp had a pH of 4.53, 19 °Brix, and an 80 % acceptance rate. Both formulations met the pH ≤ 4.6 limit established by NB 33016 and showed high overall acceptance, with the 10% treatment being slightly more acceptable. These results are consistent with studies on yogurts made with copoazú pulp and other Amazonian fruits, which report positive effects of the fruit on the product's sensory acceptance and physicochemical properties. It is concluded that copoazú pulp constitutes a viable, high-value-added alternative for the diversification of fermented dairy products in the Bolivian Altiplano.

Keywords: fruit-flavored yogurt, *Theobroma grandiflorum*, Amazonian fruit pulp, sensory evaluation, pH, physicochemical properties.

¹ Estudiante, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. schuquimiachavarria@gmail.com

² Estudiante, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. gladysquispemollo9@gmail.com

³ Docente Investigadora, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. gchipana@umsa.bo. <https://orcid.org/0000-0001-8014-0385>

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores riesgos para la salud de la población en las últimas décadas se asocia a la dieta desbalanceada y al sobreconsumo de alimentos y bebidas con alto contenido de azúcar y calorías. Frente a ello, la alimentación saludable se ha consolidado como uno de los pilares del bienestar cotidiano de las personas. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recomienda un consumo mínimo de 160 litros de leche por persona al año para una nutrición adecuada, tomando como referencia países con altos niveles de consumo como Uruguay (250 L/año), Argentina (210 L/año), Paraguay (180 L/año) y Brasil (160 L/año) (IBCE, 2018). En Bolivia, sin embargo, el consumo per cápita se sitúa muy por debajo de esta recomendación: 66.7 litros/año en 2023, aunque con una tendencia creciente respecto a los 42.6 litros/año, registrados una década antes (Agencia Boliviana de Información, 2023).

En el departamento de La Paz, particularmente en el Altiplano paceño, las provincias productoras de ganado bovino lechero son Omasuyos, Los Andes, Ingavi, Murillo y Aroma, siendo Omasuyos la de mayor rendimiento productivo (8.1 L/vaca/día) (Morales, 2009). Los sistemas de producción lechera se consideran una estrategia social, económica y cultural clave para el sustento de las comunidades altiplánicas, al proveer simultáneamente seguridad alimentaria y preservación de valores culturales (FAO, 2020).

En este contexto, el uso de frutos amazónicos como materia prima para la elaboración de yogurt surge como una alternativa para diversificar la oferta láctea y dar valor agregado a especies subutilizadas. El copoazú (*Theobroma grandiflorum*) es un fruto amazónico de vida útil poscosecha corta y alta susceptibilidad al deterioro durante el almacenamiento refrigerado, por lo que su incorporación a productos lácteos fermentados representa una vía de conservación y aprovechamiento económico (ACEAA-Conservación Amazónica y UAP, 2021). Estudios en pulpa y harina de copoazú confirman que su adición mejora parámetros fisicoquímicos como la capacidad de retención de agua, el contenido de compuestos fenólicos totales y las propiedades sensoriales de bebidas lácteas fermentadas (Gutiérrez-Álzate et al., 2023), así como la aceptación sensorial general en yogures caprinos y bovinos (Costa et al., 2015; Costa et al., 2017; Domingues et al., 2026).

La leche es la secreción de la glándula mamaria de las hembras de los mamíferos y constituye un alimento complejo, compuesto por agua, grasa, lactosa, proteínas y micronutrientes; su fracción grasa forma una emulsión aceite/agua, mientras que las proteínas constituyen una solución coloidal (Siddiqui et al., 2024). Según su procesamiento, puede clasificarse en pasteurizada, tratada a temperatura ultra elevada (UHT), esterilizada, homogeneizada o con contenido graso ajustado (Codex Alimentarius, 2022).

El yogurt es una leche fermentada resultante del crecimiento de bacterias lácticas que producen ácido láctico, inhibiendo el desarrollo de microorganismos indeseables. Nutricionalmente es equiparable a la leche, con la ventaja de una mayor digestibilidad derivada de la fermentación; su sabor y consistencia dependen de la calidad y el tipo de leche empleada, y su valor nutricional puede incrementarse mediante la adición de fruta (Britos, 2025). El yogurt es reconocido como una fuente relevante de calcio, vitamina B12, fósforo y potasio, obtenido a partir de la fermentación láctica producida por *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (Domingues et al., 2026), por lo que resulta fundamental mantener las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y controlar cada etapa del proceso de elaboración.

Considerando las dificultades de la población para cubrir los valores de ingesta diaria recomendados, surge la idea de utilizar el copoazú como materia prima para la elaboración de yogurt. El copoazú es un fruto de vida útil poscosecha corta, propenso al deterioro durante el almacenamiento refrigerado, por lo que su incorporación a un producto lácteo fermentado representa una alternativa viable de conservación y aprovechamiento. A esto se suma el creciente interés de los consumidores por alimentos naturales, lo que convierte a la producción práctica y económica de este tipo de productos en una meta deseable para la industria. En este contexto, el copoazú se plantea como una alternativa para la adición de pulpa en yogures, aportando características sensoriales particulares al producto final. Se pretende que los resultados de esta investigación aporten información útil sobre el aprovechamiento adecuado del copoazú, contribuyendo a incrementar su valor económico y nutritivo. Asimismo, en Bolivia, la incorporación de frutos amazónicos como el copoazú en productos lácteos permitiría poner en valor la biodiversidad nacional y generar alternativas de comercialización para las comunidades productoras.

El objetivo de la presente investigación fue determinar el porcentaje óptimo de incorporación de pulpa de copoazú (8 % y 10 %) en la elaboración de yogurt frutado, evaluando su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas (pH y °Brix) y la aceptabilidad sensorial mediante una escala hedónica aplicada a consumidores de la población de Viacha, en cumplimiento de los parámetros establecidos por la Norma Boliviana NB 33016:2006 y las Buenas Prácticas de Manufactura de IBNORCA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se desarrolló en una infraestructura adaptada, ubicada en la zona Florida, Distrito 6 de la ciudad de Viacha, provincia Ingavi, en el Altiplano Norte del departamento de La Paz, Bolivia, a 22 km de la sede de gobierno. Las coordenadas geográficas del centro de operaciones son 580418,30 E y 8164985,09 S (zona 19 K), a una altitud aproximada de 3908 m s. n. m. El municipio de Viacha tiene una extensión territorial de 1120.86 km², equivalente al 20.7 % de la superficie de la provincia Ingavi.

Metodología

Se empleó leche fresca de vaca y pulpa de copoazú como materias primas principales. Los equipos utilizados fueron pH-metro, refractómetro y balanza gramera. Como insumos se emplearon azúcar, cultivo láctico y pulpa de fruta; como materiales, olla de acero inoxidable, utensilios de cocina antibacteriales y botellas con tapa; y como aditivos, estabilizante (SIN-428), acidificante (SIN-331) y conservante (SIN-202), en cumplimiento del Codex Alimentarius (2023).

El pH se determinó por potenciometría directa, introduciendo el electrodo del pH-metro previamente calibrado en la muestra homogeneizada, y registrando la lectura tras su estabilización. Los sólidos solubles totales (°Brix) se determinaron por refractometría, depositando dos gotas de muestra en el prisma del refractómetro. La acidez titulable de la leche se determinó por titulación con hidróxido de sodio 0.1 N, empleando fenolftaleína como indicador, hasta la aparición de un color rosado tenue persistente por 10 segundos, según el procedimiento estandarizado del laboratorio.

La elaboración del yogurt frutado, se realizó bajo un enfoque de investigación cualitativo, empleando el método descriptivo propuesto por Hernández et al. (2014), orientado a caracterizar la percepción del consumidor y recolectar información confiable sobre la aceptación del producto. Las variables de respuesta fisicoquímicas se determinaron conforme a la Norma Boliviana NB 33016:2006.

Se utilizó una ficha de evaluación sensorial con escala hedónica estructurada de 5 puntos (1 = menor aceptación; 5 = mayor aceptación), la elección de una escala de 5 puntos (Figura 1), en lugar de la escala hedónica de 9 puntos más tradicional, responde a estudios que reportan su uso frecuente y validez en paneles de consumidores no entrenados, facilitando la comprensión del instrumento por parte de evaluadores sin experiencia previa en análisis sensorial (Ramírez-Navas, 2012). El panel estuvo conformado por 30 consumidores semientrenados. Adicionalmente, el producto fue presentado en la Feria de Ciencia y Tecnología de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria y en el concurso de Emprendedores organizado por la Sociedad Científica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.



Figura 1. Grado de aceptabilidad, ficha de escala hedónica facial mixta de cinco puntos empleada en la evaluación sensorial (da Cunha et al., 2013).

Los atributos evaluados se describen a continuación, conforme a la NB 33016:2006 (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 2006):

- Sabor: característico del producto, libre de acidez excesiva, sabor amargo u otro sabor extraño.
- Olor: característico para cada forma de presentación, sin olores extraños.
- Color: blanco o ligeramente amarillento en el yogurt natural; característico según la fruta incorporada.
- Aspecto: coágulo uniforme, libre de grumos, burbujas y separación de suero; distribución uniforme de la fruta.

Se evaluaron dos tratamientos correspondientes a los niveles de pulpa de copoazú (8 % y 10 %), cada uno degustado por el mismo panel de 30 consumidores semientrenados. Los resultados de la evaluación hedónica se expresaron mediante cuadros de distribución de frecuencia y porcentaje de aceptación (análisis descriptivo).

Los costos de producción se clasificaron en costos fijos (CF), independientes del volumen de producción, y costos variables (CV), proporcionales a la cantidad producida, siguiendo la clasificación estándar de costos indirectos de fabricación (CIF) y materiales e insumos (MI).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención de la pulpa de copoazú

El fruto de copoazú se adquirió de la producción amazónica boliviana (San Buenaventura, La Paz) y fue procesado siguiendo las etapas (Figura 2) de recepción, selección, lavado, calentamiento, adición de azúcar y citrato de sodio, concentración y enfriamiento, descritas a continuación:

- Recepción: control organoléptico (olor, color, sabor) para verificar la frescura del fruto.
- Selección: control de calidad por tamaño y grado de madurez.
- Lavado: extracción y limpieza de la pulpa, eliminando impurezas y partículas extrañas.
- Calentamiento: pre-pasteurizado de la pulpa.
- Adición de azúcar y citrato de sodio: proporción de 0.6 kg de azúcar por 1 kg de pulpa, con adición de SIN-331 como regulador de acidez.
- Concentración: 50 °C durante 10 minutos.
- Enfriamiento: hasta 15 °C, con licuado de la fruta entera para mejorar su aceptabilidad comercial.



Figura 2. Etapas del proceso de obtención de la pulpa de copoazú: (a) selección y lavado; (b) calentamiento; (c) cocción y adición de aditivos; (d) ajuste de pH y grados Brix; (e) envasado.

La Tabla 1 presenta los valores de pH y sólidos solubles totales (°Brix) determinados en dos lotes (repeticiones) de pulpa de copoazú antes de su incorporación al yogurt.

Tabla 1. pH y sólidos solubles totales (°Brix) de la pulpa de copoazú.

Lote de pulpa	pH	°Brix
T1	3.90	0.00
T2	3.44	0.20
Media	3.67	0.10

Elaboración del yogurt frutado

Se utilizaron 10 litros de leche adquiridos en la comunidad de Contorno Letanías (Viacha); del total, 5 L se destinaron a la elaboración del tratamiento con 8 % de pulpa y 5 L al tratamiento con 10 % de pulpa, constituyendo ambos los tratamientos evaluados en la prueba de degustación. El proceso de elaboración siguió las etapas descritas en la Tabla 2 y se ilustra en la Figura 3 y 4.

Tabla 2. Descripción del proceso de elaboración del yogurt frutado con pulpa de copoazú.

Etapas	Descripción del proceso
Recepción de leche fresca	Análisis fisicoquímico de la leche: acidez 16-18 °Dornic, sólidos no grasos (SNG) y densidad 1.032 g/mL.
Filtración	Filtrado a través de tela fina para eliminar partículas extrañas.
Pasteurización	Calentamiento a 65 °C con adición de azúcar y gelatina, continuando hasta 85 °C durante 15 min; posterior adición de acidulante (SIN-331) y conservante (SIN-202).
Enfriamiento	Reducción inmediata de la temperatura hasta 45 °C, punto crítico de control para la supervivencia del inóculo.
Inoculación	Adición de 2-3 % de cultivo láctico (<i>Lactobacillus bulgaricus</i> y <i>Streptococcus thermophilus</i>).
Incubación	6 a 8 horas en baño María a 42-45 °C, hasta alcanzar una acidez de 80 °D.
Enfriamiento	Descenso hasta 25 °C una vez alcanzado el pH óptimo (4.6).
Adición de pulpa de copoazú	Incorporación de 8 % o 10 % de pulpa a 25 °C, con mezclado uniforme.
Control de calidad	Verificación de pH y °Brix conforme a NB 33016:2006 (pH máximo 4,6).
Envasado	Envasado en botellas PET esterilizadas de 1000 mL.
Almacenamiento	Refrigeración a 4-6 °C en condiciones higiénicas controladas.

Fuente: Adaptado de Espinoza (2023).



Figura 3. Etapas del proceso de elaboración del yogurt frutado: (a) pasterización lenta; (b) enfriamiento de la leche; (c) inoculación e incubación (6-8 h); (d) primer batido; (e) adición de pulpa de copoazú al 8 % y 10 %; (f) segundo batido; (g) envasado; (h) almacenamiento de los tratamientos.

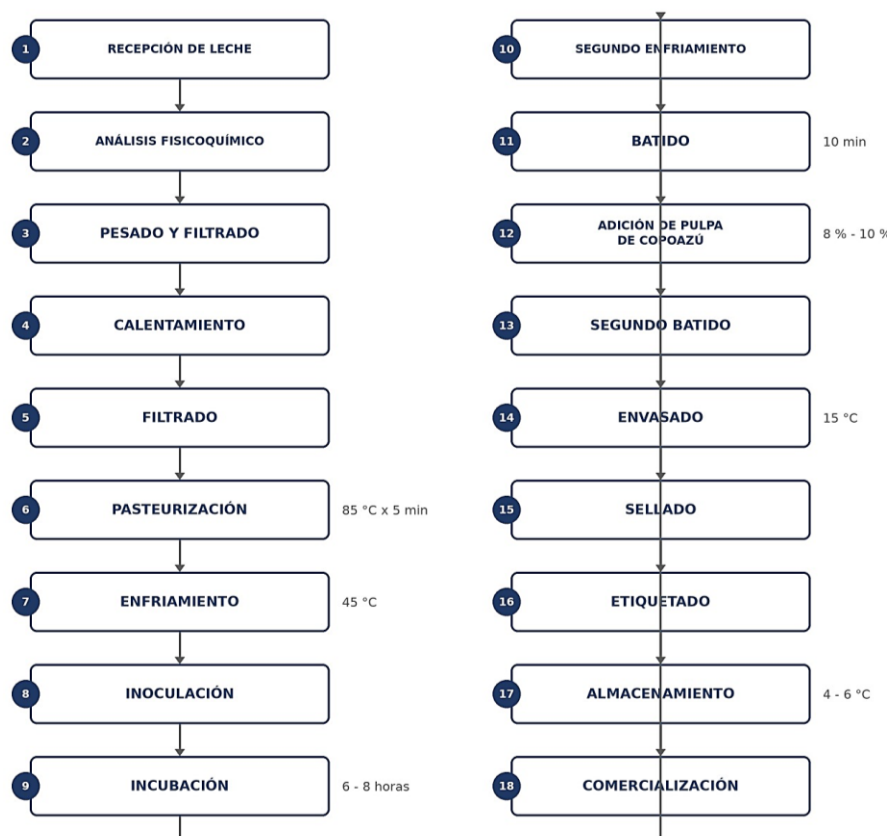


Figura 4. Proceso de elaboración del yogurt frutado con pulpa de copoazú.

Costos de producción

Los costos de producción, también denominados costos de operación, representan los gastos necesarios para mantener en funcionamiento un proyecto o línea de procesamiento; estos se clasifican en costos directos o variables, proporcionales a la producción (materia prima e insumos), y costos indirectos o fijos, independientes del volumen producido (equipos, infraestructura y mano de obra). El costo variable total de insumos para la elaboración de 20 unidades de yogurt frutado (1000 mL) fue de Bs 119.37, siendo la pulpa de copoazú (Bs 40.00) y la leche (Bs 30.00) los componentes de mayor incidencia económica (Tabla 3). El costo fijo asociado a equipos e infraestructura, prorrateado mensualmente, ascendió a Bs 2,86 (Tabla 4). Estos resultados evidencian que el principal factor limitante para la escalabilidad comercial del producto es el costo de adquisición de la pulpa de copoazú, dada su procedencia amazónica y los costos logísticos de transporte hacia el Altiplano paceño.

Tabla 3. Costos variables (insumos) para la elaboración de yogurt frutado con pulpa de copoazú.

Insumo	Cantidad	Costo unitario (Bs)*	Costo total (Bs)	Elemento
Leche	10 L	3.00	30.00	Materiales e insumos
Pulpa de copoazú	1 kg	40.00	40.00	Costos indirectos de fabricación - materiales e insumos
Azúcar	0.94 kg	5.00	4.70	Costos indirectos de fabricación - materiales e insumos
Citrato de sodio	0.0174 kg	18.00	0.31	Costos indirectos de fabricación - materiales e insumos
Cultivo láctico	0.00018 kg	25.00	0.004	Costos indirectos de fabricación - materiales e insumos
Envases de yogurt	20 unid.	1.78	35.60	Costos indirectos de fabricación - materiales e insumos
Fenoltaleína	10 mL	0.50	5.00	Costos indirectos de fabricación - materiales e insumos
Hidróxido de sodio	0.5 g	5.00	2.50	Costos indirectos de fabricación - materiales e insumos
Alcohol etílico	30 mL	0.025	0.75	Costos indirectos de fabricación - materiales e insumos
Agua destilada	50 mL	0.01	0.50	Costos indirectos de fabricación - materiales e insumos
Total insumos			119.364	

*1 USD = 6.96 Bs. Fuente: elaboración propia con base en Espinoza (2023).

Tabla 4. Costos fijos (recursos, equipos e infraestructura).

Recurso	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)	Elemento
Olla de acero inoxidable	1 unidad	150.00	150.00	Mano de obra directa
Jarra	1 unidad	5.00	5.00	Costos indirectos de fabricación
Tela de gasa	1 unidad	1.00	1.00	Costos indirectos de fabricación
Cuchara	1 unidad	0.50	0.50	Costos indirectos de fabricación
Balde	1 unidad	10.00	10.00	Costos indirectos de fabricación
Fuente	1 unidad	4.00	8.00	Costos indirectos de fabricación
Coladora	1 unidad	7.00	7.00	Costos indirectos de fabricación
Pipeta	1 unidad	18.00	18.00	Costos indirectos de fabricación
Termómetro	1 unidad	70.00	70.00	Costos indirectos de fabricación-materiales e insumos
Vaso precipitado	1 unidad	40.00	40.00	Costos indirectos de fabricación
Bureta	1 unidad	300.00	300.00	Costos indirectos de fabricación
Balanza	1 unidad	150.00	150.00	Costos indirectos de fabricación
pH-metro	1 unidad	650.00	650.00	Costos indirectos de fabricación
Cocina	1 unidad	250.00	250.00	Costos indirectos de fabricación
Piseta	1 unidad	30.00	30.00	Costos indirectos de fabricación
Alquiler de infraestructura	1 mes	200.00	200.00	Costos indirectos de fabricación
Refractómetro	1 unidad	350.00	350.00	Costos indirectos de fabricación

La Tabla 5 resume los parámetros fisicoquímicos y la aceptabilidad sensorial obtenidos para los dos niveles de pulpa de copoazú evaluados. Ambos tratamientos cumplieron el límite de pH máximo de 4.6 establecido por la Norma Boliviana NB 33016:2006 para yogurt. El tratamiento con 10 % de pulpa presentó un pH ligeramente inferior (4.47) y un menor contenido de sólidos solubles (18 °Brix) respecto al tratamiento con 8 % (pH 4.53; 19 °Brix), lo cual es consistente con el mayor aporte de ácidos orgánicos propios del copoazú (pH natural de la pulpa entre 3.44 y 3.90; Tabla 1) al incrementar su proporción en la mezcla. Esta tendencia coincide con lo reportado por Gutiérrez-Álzate et al. (2023), quienes observaron que la adición de pulpa de copoazú disminuye el pH y aumenta la retención de agua en bebidas lácteas fermentadas, así como con Domingues et al. (2026), quienes identificaron una relación positiva entre la proporción de pulpa de copoazú, la acidez titulable y los sólidos solubles totales en leche fermentada.

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos y aceptabilidad sensorial del yogurt frutado según nivel de pulpa de copoazú.

Tratamiento	pH	° Brix	Aceptabilidad (%)
8 % pulpa de copoazú	4.53	19	80
10 % pulpa de copoazú	4.47	18	90

Aceptabilidad sensorial

El tratamiento con 10 % de pulpa de copoazú obtuvo la mayor aceptabilidad sensorial (90 %), frente al 80 % registrado por el tratamiento con 8 %, evaluados por 30 panelistas semientrenados (Figura 5) mediante escala hedónica facial mixta de cinco puntos sobre los atributos de color, olor, sabor y textura. Este resultado sugiere que, dentro del rango evaluado, un mayor contenido de pulpa de fruta se asocia con una mejor percepción sensorial del producto, en línea con lo reportado por Domingues et al. (2026), quienes registraron un 83 % de aceptación general en leche fermentada con pulpa de copoazú y una intención de compra favorable.

Los resultados son consistentes con investigaciones sobre yogures caprinos con pulpa de copoazú, en los que la incorporación de la fruta mejoró la percepción del color, la viscosidad aparente y la aceptación general del consumidor (Costa et al., 2015; Costa et al., 2017), así como con estudios sobre otros frutos amazónicos y tropicales incorporados a yogur, en los que la fortificación con pulpa de fruta incrementa consistentemente los puntajes organolépticos de sabor, color y aceptabilidad general (Siddique et al., 2025).



Figura 5. Panel de consumidores semientrenados.

CONCLUSIONES

La incorporación de pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) en la elaboración de yogurt frutado resultó viable desde el punto de vista fisicoquímico y sensorial, cumpliendo los parámetros de pH establecidos por la Norma Boliviana NB 33016:2006 en ambos niveles evaluados (8 % y 10 %). El tratamiento con 10 % de pulpa de copoazú presentó la mayor aceptabilidad sensorial (90 %), con pH de 4.47 y 18 °Brix, mientras que el tratamiento con 8 % obtuvo un 80 % de aceptación, con pH de 4.53 y 19 °Brix, evaluados por un panel de 30 consumidores semientrenados de la población de Viacha.

Estos resultados, contrastados con estudios recientes sobre yogures elaborados con copoazú y otros frutos amazónicos, confirman el potencial de este fruto para el desarrollo de productos lácteos innovadores, funcionales y de alto valor nutricional, aportando además una alternativa de diversificación y valorización económica para los productores de frutos amazónicos de Bolivia.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Boliviana de Información. (2023). Producción de leche aumenta a 552,5 millones de litros y consumo per cápita sube a 66,7 litros en Bolivia. <https://historico.abi.bo/index.php/economia2/43408-produccion-de-leche-aumenta-a-552-5-millones-de-litros-y-consumo-per-capita-suba-a-66-7-litros-en-bolivia>
- ACEAA-Conservación Amazónica & UAP. (2021). Compendio de documentos sobre el copoazú (*Theobroma grandiflorum*). Programa Euroclima+, Unión Europea. <https://frutosamazonicos.org.bo/wp-content/uploads/2021/11/copoazu-guia.pdf>
- Britos, S., Katz, M., Flax-Marco, F., Torresani, M. & Vinderola, G. (2025). Impacto de la fermentación de la leche en las características microbiológicas, fisicoquímicas y nutricionales del yogurt. Actualización en Nutrición 26(1). <https://profeni.com.ar/wp-content/uploads/2025/12/Impacto-de-la-fermentacion-de-la-leche-en-las-caracteristicas-microbiologicas-fisicoquimicas-y-nutricionales-del-yogur.pdf>
- Codex Alimentarius. (2022). Norma para la leche y los productos lácteos (CXS 206-1999, rev. 2023). FAO/OMS. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B206-1999%252FCXS_206s.pdf
- Codex Alimentarius. (2023). Normas Internacionales de los Alimentos 192-1995. p. 5.
- Costa, M. P., Frasao, B. S., Silva, A. C. O., Freitas, M. Q., Franco, R. M., & Conte-Junior, C. A. (2015). Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) pulp, probiotic, and prebiotic: Influence on color, apparent viscosity, and texture of goat milk yogurts. Journal of Dairy Science, 98(9), 5995–6003. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9738>
- Costa, M. P., Monteiro, M. L. G., Frasao, B. S., Silva, V. L. M., Rodrigues, B. L., Chiappini, C. C. J., & Conte-Junior, C. A. (2017). Consumer perception, health information, and instrumental parameters of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) goat milk yogurts. Journal of Dairy Science, 100(1), 157–168. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11315>
- da Cunha, D., Braz, Raquel., Ribeiro, R., de Lacerda, L. & Elke, S. (2013). Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica. Revista Chilena de Nutrición 4(4). <https://www.redalyc.org/pdf/469/46929416005.pdf>
- Domingues, Y. O., Pissatto Peres, A., Martins, R. A. S., Souza Silva, A. R., Puerari, C., Bento, J. A. C., & Morzelle, M. C. (2026). Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) as a functional ingredient in fermented cow's milk: Technological, sensory, nutritional, and microbiological viability. Fermentation, 12(1), 20. <https://doi.org/10.3390/fermentation12010020>

- Espinoza. (2023). Análisis de producción y costos en el Centro de Investigación de Lácteos de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria. Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés.
- FAO. (2020). Ganadería sostenible en América Latina y el Caribe. <https://www.fao.org/americas/regional-initiatives/top-pages/sustainable-livestock-farming-in-latin-america-and-the-caribbean/es>
- Gutiérrez-Álzate, K., Rosario, I. L. S., de Jesus, R. L. C., Maciel, L. F., Santos, S. A., de Souza, C. O., Vieira, C. P., Cavalheiro, C. P., & Pereira da Costa, M. (2023). Physicochemical, rheological, and nutritional quality of artisanal fermented milk beverages with cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) pulp and flour. *Foods*, 12(11), 2217. <https://doi.org/10.3390/foods12112217>
- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación. McGraw Hill España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
- IBCE (Instituto Boliviano de Comercio Exterior). (2018). Demandan ampliar el consumo de leche en bolivia, para luchar contra la desnutrición. <https://ibce.org.bo/noticias-detalle.php?idNot=702>
- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad [IBNORCA]. (2006). Norma Boliviana NB 33016: Leche y productos lácteos - Yogur - Requisitos. IBNORCA.
- Morales, M., Rojas, A., & Gallo, J. (2009). Ganadería bovina de leche en el altiplano de La Paz: situación actual y proyecciones. La Paz: CIPCA - Ayuda en Acción Bolivia. <https://cipca.org.bo/publicaciones-e-investigaciones/libros/ganaderia-bovina-de-leche-en-el-altiplano-de-la-paz-situacion-actual-y-proyecciones>
- Ramírez-Navas, J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. Universidad del Valle Colombia. https://www.researchgate.net/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor
- Siddique, F., Arshad, M., Khan, R. A., Ali, M. Q., Raza, M. S., Zubairi, M. N., Firdous, N., Hussain, A., & Woldemariam, H. W. (2025). Physicochemical, antioxidant, microbial, and sensory analysis of buffalo milk stirred yogurt fortified with cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) pulp. *Food Science & Nutrition*. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70846>
- Siddiqui, S., Mahmood, S., Redha, A., Zannou, O., Chabi, I., Oussou, K., Bhowmik, S., Nirmal, N. & Maqsood, S. (2024). Physicochemical and nutritional properties of different non-bovine milk and dairy products: A review. *International Dairy Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105790>