

ELABORACIÓN DE YOGURT ENRIQUECIDO CON MUCÍLAGO DE CACAO (*THEOBROMA CACAO L*) Y SU EVALUACIÓN DE SU CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL

ELABORATION OF YOGURT ENRICHED WITH COCOA MUCILAGE (*THEOBROMA CACAO L*) AND ITS EVALUATION OF ITS PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY QUALITY

Paúl Alexander Guerrero Méndez¹, Jonathan Alexander Arguello Cedeño², Karol Yannela Revilla Escobar³.

{paguerrero@pucese.edu.ec¹, jaarguello@pucese.edu.ec², kyrevilla@pucese.edu.ec³}

Fecha de recepción: 12/02/2025 / Fecha de aceptación: 18/02/2025 / Fecha de publicación: 03/03/2025

RESUMEN: El mucílago es una sustancia gelatinosa contenida en la pulpa del cacao, tradicionalmente considerada un subproducto poco aprovechado de la industria chocolatera. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad fisicoquímica y sensorial del yogurt enriquecido con mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*). Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial A*B, donde el factor A correspondió a los tipos de mucílago (CCN51 y Fino de Aroma), y el factor B, a las concentraciones de mucílago de cacao (5 % y 10 %). Los resultados fisicoquímicos mostraron un pH entre 3,88 y 4,21, °Brix de 9,67 % a 14,33 %, y una acidez entre 0,72 % y 0,81 %. En la evaluación sensorial, se observó que el tipo de cacao y la concentración de mucílago influyeron significativamente en las categorías sensoriales. Utilizar un 10 % de mucílago de cacao de la variedad CCN51 (T2) mejoró la intensidad en las categorías sensoriales de olor (4,59), color (4,18) y sabor (4,17). Por otro lado, el uso del 5 % de mucílago de cacao Fino de Aroma impactó positivamente en la textura, con un valor de 4,30. Todos los tratamientos presentaron una excelente aceptabilidad, con valoraciones superiores a 4,00. En conclusión, la utilización de subproductos agroindustriales como es el caso del mucílago de cacao puede ser utilizado en la elaboración de productos alimenticios de tal forma que en la presente investigación se

¹Carrera de Agroindustrias, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, SEDE Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-0493-2226>.

²Carrera de Agroindustrias, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, SEDE Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-2861-4659>.

³Carrera de Agroindustrias, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, SEDE Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-8734-1216>.

demonstró que la inclusión de concentraciones del 5 % y 10 % de mucílago de cacao influye significativamente en las características fisicoquímicas y sensoriales del yogurt.

Palabras clave: Concentraciones, exudado, fermentación, innovación alimentaria, subproducto

ABSTRACT: Mucilage is a gelatinous substance contained in cocoa pulp, traditionally considered an underutilized by-product of the chocolate industry. The aim of this study was to evaluate the physicochemical and sensory quality of yogurt enriched with cocoa mucilage (*Theobroma cacao L.*). A Completely Randomized Design (CRD) was applied with an A*B factorial arrangement, where factor A corresponded to the types of mucilage (CCN51 and Fino de Aroma), and factor B, to the concentrations of cocoa mucilage (5% and 10%). The physicochemical results showed a pH between 3.88 and 4.21, °Brix from 9.67% to 14.33%, and an acidity between 0.72% and 0.81%. In the sensory evaluation, it was observed that the type of cocoa and the mucilage concentration significantly influenced the sensory categories. Using 10% of CCN51 cocoa mucilage (T2) improved the intensity in the sensory categories of smell (4.59), colour (4.18) and flavour (4.17). On the other hand, the use of 5% of Fino de Aroma cocoa mucilage positively impacted the texture, with a value of 4.30. All treatments presented excellent acceptability, with scores higher than 4.00. In conclusion, the use of agro-industrial by-products such as cocoa mucilage can be used in the production of food products, so in this research it was demonstrated that the inclusion of concentrations of 5% and 10% of cocoa mucilage significantly influences the physicochemical and sensory characteristics of yogurt.

Keywords: Concentrations, exudate, fermentation, food innovation, by-product

INTRODUCCIÓN

La utilización de mucílago de cacao contribuye significativamente a la sostenibilidad y aprovechamiento integral del fruto. Los subproductos derivados de estas materias primas significan una fuente importante de nutrientes que podrían utilizarse en la elaboración de productos saludables, contribuyendo así a diversificar la oferta de alimentos que se presentan a la población. Es necesario mencionar que el mucílago de cacao es una sustancia que recubre las semillas del cacao, tradicionalmente utilizada como sustrato en el proceso de fermentación de los granos de cacao, y es también un elemento importante en la formación de sustancias precursoras de aroma, sabor afrutado y dulzor natural no requiere azúcares adicionales (1). Este subproducto de la producción de cacao tiene un alto valor nutricional y funcional, debido a su contenido de vitaminas B, C, D, E y minerales esenciales como calcio, hierro, potasio, magnesio y zinc, el mucílago de cacao se presenta como una fuente valiosa de nutrientes (2). Además, su alta capacidad antioxidante lo posiciona como una materia prima prometedora para el desarrollo de productos que combatan el estrés oxidativo (3).

Es por ello que, durante la fermentación del cacao, el mucílago es fundamental debido a que permite la formación de compuestos como el alcohol y el ácido acético, los cuales son clave para que las almendras de cacao fermenten adecuadamente (4). Sin embargo, una cantidad significativa de mucílago, estimada entre el 5 % y el 7 %, se pierde como exudado, lo que equivale a más de 70 litros por tonelada de cacao procesado, esta pérdida no solo es considerable, sino que también representa una oportunidad interesante para su reutilización y aprovechamiento en la elaboración de nuevos productos alimenticios y cosméticos (5).

En Ecuador existen diferentes variedades de cacao de las cuales predomina la variedad Fino de aroma y CCN-51 (6). Ecuador produce aproximadamente 320,000 toneladas de cacao al año aunque la demanda global supera esta cantidad abriendo una importante oportunidad de crecimiento para el sector impulsado por cerca de 189,000 familias de pequeños agricultores que representan más del 84 % de los productores de cacao en el país sin embargo muchos enfrentan barreras significativas como el limitado acceso a financiamiento condiciones climáticas adversas y bajos niveles de productividad lo cual restringe sus posibilidades de mejorar su calidad de vida y desarrollo económico (7).

Actualmente, el mucílago de cacao, que representa entre el 55 % y 74 % del total del fruto, es considerado un desperdicio debido al desconocimiento de métodos tecnológicos adecuados para su aprovechamiento y a la falta de interés en su uso. Además, contribuye a esta situación la ausencia de mecanismos avanzados para su recolección (8). Por su parte, es necesario mencionar que el cacao fino de aroma se distingue por su aroma floral sabor afrutado y notas complejas que son altamente valoradas en la industria chocolatera (9). Por otro lado, el CCN-51, una variedad híbrida desarrollada para mejorar el rendimiento y la resistencia a enfermedades es conocido por su mayor productividad y robustez en diferentes condiciones ambientales (10). A pesar de que su perfil de sabor es menos apreciado en comparación con el fino de aroma, su uso extensivo se debe a su eficiencia y menor costo de producción.

Por lo antes expuesto el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad físicoquímica y sensorial del yogurt enriquecido con mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) tanto de la variedad CCN-51 como Fino de Aroma, que al mismo tiempo se resalta como un ingrediente innovador que contribuye a la valorización de los subproductos de la industria del cacao, todo mientras se promueve prácticas sostenibles en la agroindustria, mejorando la eficiencia de la cadena de producción del cacao.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

La obtención del mucílago de las dos variedades de cacao se obtuvo en la finca “Selva verde” ubicado en el recinto “La Unión de Atacames” situado en la provincia de Esmeraldas, Ecuador con una Latitud. 0.834018° o 0° 50' 2.465" norte; Longitud. -79.887090° o 79° 53' 13.524" oeste. El proceso de elaboración del yogurt, caracterización físicoquímica y sensorial se llevó a cabo en

el laboratorio de “Agroindustrias” de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas – Campus Tachina.



Figura 1. Tipos de cacao utilizados (CCN51 y Fino de Aroma) en el proceso de elaboración del yogurt.

Diseño experimental

En la presente investigación se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial A*B donde el factor A corresponde a Tipos de mucilago cacao (CCN51 y Fino de aroma) y factor B es igual a las concentraciones de mucilago de cacao (5 % y 10 %). Para el análisis de varianza (ANDEVA), se utilizó el software libre InfoStat, con el objetivo de comparar las medias obtenidas en los tratamientos. Posteriormente, se aplicó una prueba de rangos múltiples de Tukey con una probabilidad de $p \leq 0.05$ para determinar las diferencias significativas entre los grupos. Los tratamientos se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos en estudio.

<i>Tratamientos</i>	<i>Tipo mucilago de cacao (Factor A)</i>	<i>Concentración de Mucilago de Cacao (Factor B)</i>
<i>T1</i>	<i>Mucilago de cacao CCN51</i>	<i>5 %</i>
<i>T2</i>	<i>Mucilago de cacao CCN51</i>	<i>10 %</i>
<i>T3</i>	<i>Mucilago de cacao Fino de Aroma</i>	<i>5 %</i>
<i>T4</i>	<i>Mucilago de cacao Fino de Aroma</i>	<i>10 %</i>

Procedimiento experimental

Para obtener el mucílago, se utilizaron semillas de cacao sin restos de cáscara. Estas semillas se pasaron por un colador de acero inoxidable para filtrar el mucílago, el cual se recogió en un recipiente con hielo encapsulado, a fin de evitar su fermentación. En la preparación del yogurt, se empleó leche pasteurizada con aproximadamente un 3 % de grasa y se incorporó un cultivo iniciador de yogurt natural. La mezcla se dejó reposar durante 9 horas a 42 °C. Posteriormente, se batió y se inoculó las distintas concentraciones de mucílago (5).

CARACTERIZACIONES FÍSICOQUÍMICAS

Determinación del pH

Para medir el pH, se tomaron 50 ml de muestra de yogurt. Posteriormente, se procedió a calibrar el pH-metro Milwaukee antes de sumergir el electrodo en la muestra de yogurt, registrándose la lectura correspondiente a cada uno de los tratamientos (11).

Determinación de grados Brix

El contenido de Brix se determinó utilizando un refractómetro 0-90 % ATC, que mide la concentración de sólidos solubles (principalmente azúcares) en el yogurt. Se colocó una gota de la muestra de yogurt en la superficie del prisma del refractómetro, se cerró la tapa del prisma y se esperó unos segundos para que la muestra se distribuya uniformemente y finalmente se tomó la lectura de la muestra (12).

Determinación de la acidez

Se evaluó la acidez titulable del yogurt por el método de Dornic, primero se midió una alícuota de yogurt de 10 ml. Luego, se añadió tres gotas fenolftaleína, que cambia de color al alcanzar el punto de equivalencia. A continuación, se tituló la solución con una solución estándar de hidróxido de sodio (NaOH) de 0.1 N, hasta que se observó un cambio de color persistente, se anotó el volumen de NaOH consumido y se determinó aplicando la ecuación 1 (13).

Donde

G: Cantidad de NaOH en mL utilizado.

N: Normalidad de la solución de NaOH.

Meq: Miliequivalente del ácido predominante en la muestra

V: Volumen de la muestra de leche en ml

$$\% \text{ de Acidez} = \frac{G \times N \times \text{Meq}}{V} \times 100 \text{ Ecuación 1}$$

Caracterización sensorial

Para caracterizar sensorialmente el yogurt enriquecido con mucílago de cacao, se realizó una evaluación con un panel de 30 catadores no entrenados, quienes calificaron atributos como sabor, aroma, textura y apariencia en una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 = "me desagrada mucho" y 5 = "me gusta mucho" (14).

RESULTADOS

Caracterizaciones Físicoquímicas

En la Tabla 2 se presentan los resultados de las propiedades fisicoquímicas del yogurt enriquecido con diferentes concentraciones de mucílago de cacao (variedades CCN-51 y Fino de Aroma).

Se determinó que el tratamiento T3 (Mucilago de cacao fino de aroma + 5 %), con un pH de $4,21 \pm 0,0588$ fue estadísticamente diferente ($p < 0,05$) de los tratamientos T1 (CCN51 + 5 %) y T2 (CCN51 + 10 %), que mostraron valores de pH de $3,97 \pm 0,0500$ y $3,88 \pm 0,1809$ respectivamente. De esta forma, se demuestra que la incorporación de mucílago de cacao de la variedad Fino de Aroma contribuye a una menor acidificación del yogurt en comparación con la variedad CCN-51 que está relacionado con la composición química del mucilago, incluyendo el contenido de azúcares y compuestos bioactivos.

En cuanto a los grados °Brix el T4 (Fino de aroma + 10%) alcanzó el valor más alto ($14,67 \pm 0,5773$), siendo superior al T3 ($9,67 \pm 2,7868$). Esto indica que una mayor concentración de mucílago de cacao Fino de Aroma aporta un mayor contenido de sólidos solubles lo que también se puede ver reflejado en una mejor percepción de dulzor en el producto final.

Por último, en la variable de acidez, el T4 mostró un valor más alto ($0,81 \pm 0,0058$), mientras que T1 presentó el valor más bajo ($0,72 \pm 0,0058$). Estos resultados señalaron que el aumento en la incorporación de mucílago de cacao favorece al incremento de la acidez del producto final esto se debe a los azúcares fermentables como glucosa y fructosa que pueden ser metabolizados por las bacterias ácido-lácticas.

Tabla 2. Resultados de las características fisicoquímicas del yogurt enriquecido con mucílago de cacao para los diferentes tratamientos.

Tratamientos	pH	°Brix	Acidez
T1 (Mucilago de cacao CCN51 + 5%)	$3,97 \pm 0,0500^A$	$14,00 \pm 0,7527^B$	$0,72 \pm 0,0058^A$
T2 (Mucilago de cacao CCN51 + 10%)	$3,88 \pm 0,1809^A$	$14,33 \pm 2,6076^{BC}$	$0,80 \pm 0,0058^{AB}$
T3 (Mucilago de cacao fino de aroma + 5%)	$4,21 \pm 0,0588^B$	$9,67 \pm 2,7868^A$	$0,75 \pm 0,0100^A$
T4 (Mucilago de cacao fino de aroma + 10%)	$4,10 \pm 0,0057^{AB}$	$14,67 \pm 0,5773^C$	$0,81 \pm 0,0058^B$

Nota: *Letras diferentes en la misma columna después de cada valor indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey.

Caracterización sensorial

En la Tabla 3 y Figura 1 se muestran los resultados de la evaluación sensorial del yogurt con diferentes concentraciones de mucílago de cacao (variedades CCN-51 y Fino de Aroma). En la variable olor, el tratamiento T2 (Mucilago de cacao CCN51 + 10 %) obtuvo el valor más alto ($4,59 \pm 0,0115$), siendo estadísticamente diferente ($p < 0,05$) de los demás tratamientos, mientras que el tratamiento T1 (Mucilago de cacao CCN51 5%) presentó el valor más bajo ($3,71 \pm 0,01$). En relación a la categoría sensorial de color la mayor intensidad se situó en el T2 ($4,18 \pm$

0,015) con diferencias significativas respecto a T4 que mostró la valoración más bajo ($3,91 \pm 0,011$). En cuanto al sabor, el tratamiento T1 (Mucilago de cacao CCN51 + 5 %) destacó con el valor más alto ($4,17 \pm 0,1527$) mientras que T4 (Mucilago de cacao fino de Aroma + 10 %) presentó el valor más bajo ($3,87 \pm 0,0577$). Para la variable textura, el tratamiento T3 (Mucilago de cacao fino de Aroma + 5 %) obtuvo el puntaje más alto ($4,57 \pm 0,0577$), siendo significativamente diferente de T2 que presentó una valoración más baja con $3,73 \pm 0,1527$. Finalmente, en la aceptabilidad del producto final, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, de esta manera se enfatiza que los tratamientos presentaron una valoración superior a 4 con el descriptor de me gusta. Sin embargo, se destaca al incluir 10 % de mucilago de cacao fino de aroma presentó una aceptación superior ($4,20 \pm 0,10$) por parte de los catadores. Por consiguiente, cada concentración y variedad de mucílago de cacao influye de manera particular en las propiedades sensoriales del yogurt.

Tabla 3. Resultados de la ficha sensorial del yogurt enriquecido con mucílago de cacao para los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Olor	Color	Sabor	Textura	Aceptabilidad
T1 (Mucilago de cacao CCN51 + 5 %)	$3,71 \pm 0,01^A$	$4,03 \pm 0,025^B$	$4,17 \pm 0,1527^B$	$4,30 \pm 0,10^B$	$4,10 \pm 0,10^A$
T2 (Mucilago de cacao CCN51 + 10 %)	$4,59 \pm 0,0115^D$	$4,18 \pm 0,015^C$	$3,97 \pm 0,0577^{AB}$	$3,73 \pm 0,1527^A$	$4,17 \pm 0,1154^A$
T3 (Mucilago de cacao fino de aroma + 5 %)	$4,12 \pm 0,015^B$	$4,02 \pm 0,025^B$	$4,00 \pm 0,10^{AB}$	$4,57 \pm 0,0577^C$	$4,07 \pm 0,1527^A$
T4 (Mucilago de cacao fino de aroma + 10 %)	$4,19 \pm 0,0115^C$	$3,91 \pm 0,011^A$	$3,87 \pm 0,0577^A$	$4,13 \pm 0,0577^B$	$4,20 \pm 0,10^A$

Nota: *Letras diferentes en la misma columna después de cada valor indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey.

Análisis de componentes principales

Según el análisis de componentes principales (Figura 1) se observó que los tratamientos 1 y 3 mostraron una mayor intensidad en las categorías de sabor y textura, mientras que el tratamiento 2 destacó por su mayor valoración en color, olor y aceptabilidad.

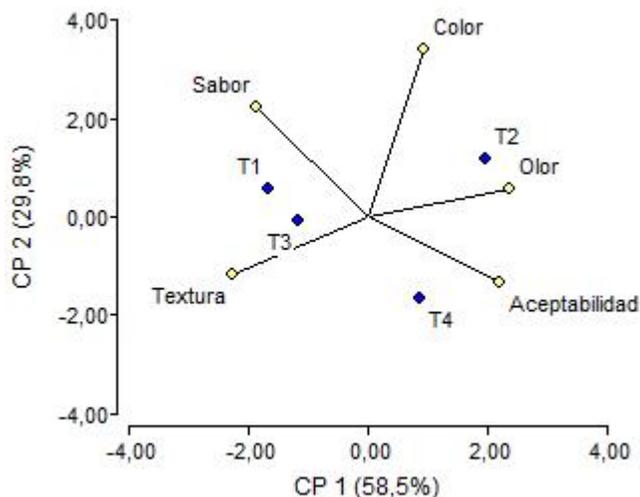


Figura 1. Análisis de componentes principales de los tratamientos.

DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica del yogurt enriquecido con mucílago de cacao

En este estudio, al utilizar distintas concentraciones de mucílago de cacao en la elaboración de yogurt, se obtuvo un rango de pH de 3,88 a 4,21, evidenciando que la adición de mucílago de cacao de la variedad Fino de Aroma incrementa progresivamente el pH del producto final. Este efecto podría deberse a la composición química del mucílago, que contiene carbohidratos, fibra y compuestos bioactivos que podrían modular la actividad de las bacterias ácido-lácticas durante la fermentación, afectando la producción de ácido láctico y, en consecuencia, la acidez final del yogurt (15). Estos resultados concuerdan con un estudio similar realizado en una bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao, en la que se reportaron valores de pH entre 3,58 y 5,54. En dicho estudio, los autores destacan que la variabilidad del pH no solo depende de la concentración de mucílago de cacao, sino también de factores como el tiempo y la temperatura de fermentación, lo que indica que las diferencias observadas entre estudios podrían atribuirse a variaciones en las condiciones de procesamiento (16). Por otro lado, investigaciones previas han determinado que valores de pH entre 4,0 y 4,4 son fundamentales para garantizar tanto el sabor como la textura de los yogures de alta calidad (17). En este sentido, los resultados del presente estudio enfatizan la importancia de ajustar la concentración de mucílago de cacao para optimizar el equilibrio entre acidez y textura, considerando que un pH más alto podría contribuir a una menor percepción de acidez y una mejor aceptación sensorial del producto.

Los valores de grados Brix obtenidos en este estudio oscilaron entre 9,67 y 14,60, indicando una mayor concentración de sólidos solubles en el tratamiento que se utilizó 10 % de mucílago de cacao fino de aroma (T4). Investigaciones previas sobre el efecto del mucílago de cacao yogurt han reportado un incremento progresivo en los grados Brix, con valores que van de 10,5 a 16,1. Este comportamiento confirma que, a medida que aumenta la concentración de mucílago de cacao, los sólidos solubles también se incrementan, lo que puede mejorar las características organolépticas del yogurt, especialmente en las categorías sensoriales de dulzura (18). Asimismo, estudios enfocados en el desarrollo de una bebida fermentada tipo kombucha inoculada con mucílago de cacao han determinado que los grados Brix del mucílago oscilan entre 21,56 y 21,58 para las variedades de cacao evaluadas (Cacao Nacional Fino de Aroma y CCN-51) (19). Estos valores, significativamente más altos que los registrados en el yogurt, indican que el mucílago de cacao posee una alta carga de azúcares fermentables, lo que podría influir en la actividad microbiana durante la fermentación y por ende en el perfil final del producto.

En cuanto a la acidez del yogurt, se observó que tanto el tipo de cacao como las concentraciones de mucílago influyen significativamente en la acidez del producto final. Se evidenció que la inclusión del 10 % de mucílago de cacao (T4) incrementa la acidez a un valor de

0,81 %, mientras que el yogurt elaborado con un 5 % de mucílago presentó una acidez inferior (0,72 %). Estos resultados demuestran que la acidez varía considerablemente según el tipo y la concentración de mucílago. En estudios previos, la adición de mucílago de azufaifo (*Ziziphus lotus*) en yogurt también condujo a un aumento significativo en la acidez titulable, con rangos entre 0,96 % y 1,06 % (20). Por otro lado, en la elaboración de un néctar de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) enriquecido con mucílago de cacao, se determinó una acidez titulable más elevada en los tratamientos con mayores concentraciones de mucílago, observando que con un 15 % de mucílago se alcanzó una acidez de 1,97 %, frente al tratamiento sin mucílago, que presentó una acidez inferior (0,89 %) (21).

Caracterización sensorial del yogurt enriquecido con mucílago de cacao

Al emplear diversas concentraciones de mucílago de cacao en la producción de yogurt, los resultados indicaron al utilizar 10% de mucilago de cacao de la variedad CCN51 (T2) permite obtener mejor intensidad en las categorías sensorial de olor, color y sabor. Mientras que al utilizar 5 % de mucilago de cacao fino de aroma influye en la textura del producto final. Con esto se demuestra que al incluir mucilago de cacao mejora la calidad sensorial de los productos. De acuerdo con lo mencionado por Vega-Vega et al (2023) quienes al incluir 25 % de mucilago de cacao nacional en la elaboración de una bebida obtuvieron como resultado un mejor aroma y sabor con valoraciones de 4,66 y 4,67 respectivamente, lo que equivale a la preferencia "me gusta moderadamente" , esto es similar a la tendencia observada en este estudio, donde se corrobora que el mucílago de cacao, especialmente en ciertas variedades y concentraciones, aporta un perfil aromático favorable (22) . Es necesario mencionar que el color del yogurt cambia en función de la concentración de mucílago de cacao, esto guarda relación con investigaciones donde utilizaron concentraciones del 40 % en la formulación de una bebida láctica y enfatizaron que la cantidad de mucilago influye en el color de la bebida (23) . Por su parte, Arciniega-Alvarado et al., (2020) menciona que el olor del mucilago confiere un aroma característico a cacao en las muestras (24) . Además, el olor del mucílago es afrutado y con un ligero olor a cacao, lo cual ha sido muy perceptible por los jueces sensoriales acerca de la formulación catada (25) . Por último, investigaciones previas han demostrado una aceptación superior del 70 % en yogurt que contenía la jalea de exudado de cacao, presentando mejores características en comparación con el tratamiento testigo (5) . Es importante señalar que las características fisicoquímicas, como el pH, el °Brix y la acidez, influyen significativamente en la calidad sensorial del producto final. En este sentido, diversos autores coinciden en que un pH más bajo, que indica una mayor acidez, mejora la intensidad del sabor ácido, lo cual resulta deseable para muchos consumidores (26).

CONCLUSIONES

El estudio evaluó la calidad fisicoquímica y sensorial del yogurt enriquecido con mucílago de cacao de las variedades CCN-51 y Fino de Aroma en distintas concentraciones. En relación a las características fisicoquímicos, se observó que el pH osciló entre 3,88 y 4,21, con una ligera tendencia a valores más altos en los tratamientos con Fino de Aroma. La acidez titulable aumentó conforme se incrementó la concentración de mucílago, alcanzando el valor más alto

(0,81%) en el tratamiento con 10% de Fino de Aroma. En cuanto a los sólidos solubles (°Brix), los valores variaron entre 9,67 y 14,67, siendo mayores en las muestras con mayor concentración de mucílago. Desde el punto de vista sensorial, los tratamientos con mucílago de cacao mostraron una buena aceptación general, con puntuaciones cercanas a 4 en la escala sensorial. Se encontraron diferencias significativas en atributos como olor, color y textura, destacando una mejor percepción del olor en el tratamiento T2 (CCN-51 + 10%) y una textura más apreciada en T3 (Fino de Aroma + 5%). En conclusión, los resultados demostraron que la adición de mucílago de cacao mejora la calidad sensorial del yogurt sin afectar negativamente sus características físicoquímicas. Los tratamientos con mayor concentración de mucílago tienden a aumentar la acidez y los sólidos solubles, lo cual puede influir en la percepción del sabor. Se recomienda realizar estudios adicionales para optimizar la formulación y evaluar la estabilidad a largo plazo del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Soares, T., & Oliveira, M. Cocoa By-Products: Characterization of Bioactive Compounds and Beneficial Health Effects. *Molecules* . 2023 27(5).
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules27051625>
2. Goude K, Adingra KM-D, Gbotognon OJ, Kouadio EJ. Biochemical characterization, nutritional and antioxidant potentials of cocoa placenta (*Theobroma cacao L.*). *Ann Food Sci Technol*. 2019; p. 603-613: https://afst.valahia.ro/wp-content/uploads/2022/09/IV.7_Goude.pdf
3. Magna GR. Actividad antioxidante de la harina de mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) para su aplicación en la agroindustria. *Observatorio Econ Latinoam*. 2021; 19(2): p. 107-123: <https://doi.org/10.51896/oel>
4. Rojas Rojas K, Hernández Aguirre C, Mencía Guevara A. Transformaciones bioquímicas del cacao (*Theobroma cacao L.*) durante un proceso de fermentación controlada. *Agronomía Costarricense*. 2021; 45(1): p. 53–65: <https://doi.org/10.15517/rac.v45i1.45694>
5. Flores Murillo CR, Peñafiel Pazmiño ME. Propiedades bromatológicas, sensoriales y físicas de yogurt suplementado con mucílago de cacao. *Rev Cient Investig Conocim*. 2019; 3(3): p. 1342-1353: [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(3\).septiembre.2019.1342-1353](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(3).septiembre.2019.1342-1353)
6. Nieto Romero J. Análisis de producción de cacao ccn51 convencional vs cacao ccn51 con certificación orgánica. *Polo Conocimiento*. 2023; 8(9): p. 1752-1758: <https://doi.org/10.23857/pc.v8i9.6144>
7. García Briones AR, Pico Pico BF, Jaimez R. La cadena de producción del cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Rev Digit Novasinerгия*. 2021; 4(2): p. 152-172: <https://doi.org/10.37135/ns.01.08.10>
8. Márquez Coronel AJ, Salazar Román EJ. Análisis de los niveles de desperdicio del mucílago de cacao y su aprovechamiento como alternativa de biocombustible [Tesis de pregrado]. Repositorio Institucional: Universidad Estatal de Milagro, Milagro; 2015: p. 93: <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/1770>
9. Solórzano Chavez E, Amores Puyutaxi F, Jiménez Barragan J, Nicklin C, Barzola Miranda S. Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao L.*) Nacional fino de aroma cultivado.

- Rev Cienc Tecnol. 2015; 8(1): p. 37-47:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5319282>
10. Quintana FL, Gómez CS, García JA, Martínez N. Perfil sensorial del clon de cacao (*Theobroma cacao L.*) CCN51 (primera cosecha de 2015). *Cienc Tecnol Aliment.* 2015; 13(1): p. 60-65: <https://doi.org/10.24054/limentech.v13i1.1610>
 11. Argote A. Medición de pH en la industria de alimentos. Científico. Hanna Instruments, Colombia. 2022. Url: https://cdn.hannacolombia.com/hannacdn/support/manual/2022/03/Medicion_de_pH_en_la_industria_alimenticia_0.pdf
 12. Martínez -Lopez, J. Lácteos fermentados [Tesis de posgrado]. Repositorio Institucional: Universidad de La Laguna, Tenerife; 2021. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/27482/Lacteos%20fermentados..pdf?sequence=1>
 13. Ramírez Siche NH, Cisneros Hilario CB. Comparación de las características de calidad de los yogures artesanales y de marca expendidos en Chimbote, 2016. *INGnosis.* 2016 Dec; 2(2): p.408-23: <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v2i2.2010>
 14. Pilligua RL, Barre Zambrano RL, Mendoza Gonzáles AE, Lavayen Delgado E, Mero Santana R. Influencia del mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de la cerveza artesanal. *ESPAMCIENCIA.* 2021; 12(1): p. 25-32: https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i1.234
 15. Igbínadolo C, Jayeola E, Yahaya E, Yahaya R. Cocoa powder supplementation in yoghurt production. *J Food Technol.* 2010; 8(3): p. 82-85: <http://dx.doi.org/10.3923/jftech.2010.82.85>
 16. Muñoz Mendoza G, Erazo Solórzano C, Vera Chang J, Tuarez García D. Fermented drink based with lactosuero and soy inoculated with mucílago de national cocoa. *Univ Cienc Tecnol.* 2020; 1(1): p. 44-52: <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/314/561>
 17. Seok-Seong K, Mina K, Young-Jun K. Comprehensive Evaluation of Microbiological and Physicochemical Properties of Commercial Drinking Yogurts in Korea. *Food Sci Anim Resour.* 2019; 39(5): p. 820–830. <https://doi.org/doi: 10.5851/kosfa.2019.e72>
 18. Lorenzo ON. Efecto del mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) en la fermentación de leche entera en las características del yogurt saborizado con café (*Coffea arabica*) [Tesis de Pregrado]. Repositorio Institucional: Universidad Agraria del Ecuador, Milagro; 2021.
 19. Castro Rodríguez R, Guerrero R, Valero A, Franco Rodríguez J, Posada Izquierdo G. Cocoa mucilage as a novel ingredient in innovative kombucha fermentation. *MDPI.* 2024; 13(11): p. 1-15: <https://doi.org/10.3390/foods13111636>
 20. Mandana -Yekta SA. Jujube mucilage as a potential stabilizer in stirred yogurt: Improvements in the physiochemical, rheological, and sensorial properties. *Food Science & Nutrition.* 2019; 12(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/fsn3.1230>
 21. Intriago Flor F, Macías Zambrano M, Napa Vizuete B, Vásquez Cortez L, Alvarado Vásquez K, Revilla Escobar K, et al. Inclusión de mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) como estabilizante en néctar de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). *Agroindustrial Science.* 2023; 13(2): p. 75-81: <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2023.02.03>

22. Vega Vega SS, Guerrón Troya VA, Guapi Álava MG, Barzola Miranda KY. Utilización de mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) con mora (*Rubus ulmifolius*) arándano. Rev Investig Talentos. 2023; 10(2): p 41-52: <https://doi.org/10.33789/talentos.10.2.189>
23. Rivera-Rojas H, Tafur-Pereda H, Pisco-Caldas J, Sánchez F, Porturas-Olaechea R. Optimización de una bebida con exudado de cacao *Theobroma cacao* L.CCN51 y suero láctico usando superficie respuesta. Agroindustrial Sci. 2023; 13(3): p. 119-126: <http://doi.org/10.17268/agroind.sci.2023.03.01>
24. Arciniega-Alvarado GA, Espinoza-León RA. Optimización de una bebida a base del mucílago del cacao (*Theobroma cacao*), como aprovechamiento de uno de sus subproductos. Dom Cienc. 2020; 6(3): p. 310-26: <https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1286>
25. Loo-Vélez YM, Fabiola HM-S. Aprovechamiento y evaluación de una bebida no alcohólica a base de mucílago y placenta de *Theobroma cacao* L., *Ananas comosus* y *Mangifera indica*. InGenio Journal. 2023; 6(1): p. 10–19: https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i1.234
26. Grasso N, Alonso-Miravalles L, O'Mahony JA. Composition, physicochemical and sensorial properties of commercial plant-based yogurts. *Foods*. 2020;9(3):252. doi: 10.3390/foods9030252.