

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,  
Volumen 9, Número 2.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i2](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2)

# **CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y BIOPRESERVACIÓN DE CONFITURAS DE ANANAS COMOSUS (PIÑA) Y CITRUS SINENSIS (NARANJA) CON USO DE MUCÍLAGO DE CACAO PARA SU CONSERVACIÓN**

**CHEMICAL CHARACTERISATION AND BIOPRESERVATION OF  
ANANAS COMOSUS (PINEAPPLE) AND CITRUS SINENSIS (ORANGE)  
JAMS USING COCOA MUCILAGE FOR THEIR PRESERVATION**

**Jefferson Marcelo Parraga Maquilon**  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

**Jonathan Steven Parraga Maquilon**  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

**Cinthya Elizabeth Zapata Zambrano**  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

**Jonathan Gabriel Castro Castro**  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

**Evelyn Janina Garcia Arellano**  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

**Judith Elizabeth Castro Aguirre**  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i2.17322](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17322)

## **Caracterización Química y Biopreservación de Confituras de Ananas Comosus (Piña) y Citrus Sinensis (Naranja) con Uso de Mucílago de Cacao para su Conservación**

**Jefferson Marcelo Parraga Maquilon<sup>1</sup>**

[Jefferson.parraga2015@uteq.edu.ec](mailto:Jefferson.parraga2015@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0005-4828-4190>

Facultad de Posgrado  
Estudiante de Maestría  
en Biotecnología Agropecuaria  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Ecuador

**Jonathan Steven Parraga Maquilon**

[jonathan.parraga2016@uteq.edu.ec](mailto:jonathan.parraga2016@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-1516-3537>

Facultad de Posgrado  
Estudiante de Maestría  
en Biotecnología Agropecuaria  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Ecuador

**Cinthya Elizabeth Zapata Zambrano**

[cinthya.zapata2015@uteq.edu.ec](mailto:cinthya.zapata2015@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-5975-549X>

Facultad de Posgrado  
Estudiante de Maestría  
en Biotecnología Agropecuaria  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Ecuador

**Jonathan Gabriel Castro Castro**

[jonathan.castro2015@uteq.edu.ec](mailto:jonathan.castro2015@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0002-7706-7097>

Facultad de Posgrado  
Estudiante de Maestría  
en Biotecnología Agropecuaria  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Ecuador

**Evelyn Janina Garcia Arellano**

[evelyn.garcia2015@uteq.edu.ec](mailto:evelyn.garcia2015@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0008-2056-2226>

Facultad de Posgrado  
Estudiante de Maestría  
en Biotecnología Agropecuaria  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Ecuador

**Judith Elizabeth Castro Aguirre**

[judith.castro2015@uteq.edu.ec](mailto:judith.castro2015@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0009-7661-9399>

Facultad de Posgrado  
Estudiante de Maestría  
en Biotecnología Agropecuaria  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Ecuador

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [jonathan.castro2015@uteq.edu.ec](mailto:jonathan.castro2015@uteq.edu.ec)

## RESUMEN

Las confituras de piña y naranja enriquecidas con mucílago de cacao representan una alternativa innovadora para mejorar su calidad nutricional, estabilidad y aceptación sensorial. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones de mucílago de cacao (40 % y 60 %) y sacarosa (40 % y 60 %) en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de las confituras durante un almacenamiento de cuatro meses. Se empleó un diseño experimental donde se analizaron sólidos solubles, pH, humedad, turbidez, densidad, crecimiento microbiano y atributos sensoriales mediante metodologías estandarizadas. Los resultados mostraron que las confituras con mucílago al 60 % y sacarosa al 40 % presentaron valores de °Brix entre 25 y 40, pH estable entre 3.0 y 3.5, y alta aceptación sensorial en sabor y textura. Se identificó *Lactiplantibacillus plantarum*, una bacteria ácido láctica con propiedades beneficiosas para la fermentación y conservación del producto. A nivel microbiológico, los tratamientos con mucílago mostraron mayor presencia de levaduras, sin comprometer la inocuidad del producto, ya que no se detectó *Salmonella* spp., y *Escherichia coli*. La adición de mucílago de cacao incrementó la turbidez y densidad del líquido de gobierno, lo que indica una interacción directa con los componentes estructurales del producto. En conclusión, la incorporación de mucílago de cacao en las confituras mejora sus características fisicoquímicas y sensoriales, además de contribuir a su conservación, lo que sugiere su potencial como ingrediente funcional en productos procesados.

**Palabras claves:** confituras, mucílago de cacao, estabilidad microbiológica, calidad sensorial, conservación

*Artículo recibido 20 marzo 2025*  
*Aceptado para publicación: 15 abril 2025*



# Chemical Characterisation and Biopreservation of *Ananas Comosus* (Pineapple) and *Citrus Sinensis* (Orange) Jams Using Cocoa Mucilage for their Preservation

## ABSTRACT

Pineapple and orange jams enriched with cocoa mucilage represent an innovative alternative to improve their nutritional quality, stability and sensory acceptance. This research aimed to evaluate the effect of different concentrations of cocoa mucilage (40 % and 60 %) and sucrose (40 % and 60 %) on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of the jams during a four-month storage. An experimental design was employed where soluble solids, pH, moisture, turbidity, density, microbial growth and sensory attributes were analysed using standardised methodologies. Results showed that jams with 60 % mucilage and 40 % sucrose had °Brix values between 25 and 40, stable pH between 3.0 and 3.5, and high sensory acceptability in taste and texture. *Lactiplantibacillus plantarum*, a lactic acid bacterium with beneficial properties for fermentation and preservation of the product, was identified. At the microbiological level, the treatments with mucilage showed a higher presence of yeasts, without compromising the safety of the product, as neither *Salmonella* nor *Escherichia coli* were detected. The addition of cocoa mucilage increased the turbidity and density of the governing liquid, indicating a direct interaction with the structural components of the product. In conclusion, the incorporation of cocoa mucilage in jams improves their physicochemical and sensory characteristics, as well as contributing to their preservation, suggesting its potential as a functional ingredient in processed products.

**Keywords:** cocoa mucilage, jams, microbiological stability, sensory quality, preservation, cocoa mucilage

*Artículo recibido 20 marzo 2025*  
*Aceptado para publicación: 15 abril 2025*



## INTRODUCCIÓN

Las confituras han desempeñado un papel fundamental en la gastronomía y la preservación de alimentos desde tiempos antiguos. La combinación de frutas con azúcar no solo permite extender la vida útil de los productos, sino que también contribuye a la conservación de sus propiedades nutricionales y sensoriales (Robles y Johana, 2022). En la actualidad, la creciente demanda de productos naturales y sin conservantes artificiales ha impulsado la investigación de alternativas sostenibles para la conservación de alimentos (Vallejo-Torres *et al.*, 2016).

En este contexto, el mucílago de cacao ha surgido como una opción viable para mejorar la calidad y estabilidad de productos alimenticios gracias a sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas y prebióticas (Torres, 2023). Su uso en la industria alimentaria ha sido documentado en diversos países, donde ha demostrado ser un aditivo funcional con múltiples beneficios (Sánchez, 2019). Sin embargo, su potencial en la biopreservación de confituras aún requiere mayor exploración científica.

A pesar de la popularidad de las confituras en el mercado, su conservación y calidad siguen siendo desafíos importantes. El uso excesivo de conservantes sintéticos ha generado preocupaciones sobre su impacto en la salud, mientras que las frutas utilizadas en su elaboración son altamente perecederas (Treviño Garza, 2016). La incorporación de soluciones naturales, como el mucílago de cacao, podría representar una alternativa prometedora para garantizar la seguridad y estabilidad de estos productos sin comprometer su perfil sensorial.

La importancia de este estudio radica en la necesidad de desarrollar estrategias innovadoras y sostenibles para la preservación de alimentos. Al integrar componentes naturales con beneficios funcionales, como el mucílago de cacao, se busca no solo mejorar la calidad y seguridad de las confituras, sino también fomentar el aprovechamiento de subproductos agrícolas en la industria alimentaria (Mileo, 2014). Este enfoque contribuiría a la reducción del desperdicio de alimentos y al desarrollo de productos más saludables para los consumidores.

Ecuador es un actor clave en la producción de cacao fino, aportando el 50 % de la oferta mundial. En 2011, el país exportó una cifra récord de 164,705 toneladas, con potencial de aumentar su participación mediante una mayor producción (Anecacao, 2012; Sánchez *et al.*, 2014).



Las semillas de cacao están rodeadas de un mucílago que contiene entre un 10 y 15 % de azúcar, 1 % de pectina y 1.5 % de ácido cítrico. Aunque parte de este mucílago es esencial en la fermentación de las almendras de cacao, entre un 5 y 7 % se pierde como exudado (Braudeau, 2001). Se estima que más de 70 litros de este material mucilaginoso se desperdician por cada tonelada procesada.

El mucílago de cacao, con su sabor tropical y propiedades funcionales, ha sido aprovechado en países como Brasil, Costa Rica y Colombia para la elaboración de productos alimenticios. Sin embargo, en Ecuador su uso industrial es limitado, lo que representa una oportunidad para su aprovechamiento en la producción de jaleas y confituras, contribuyendo así a incrementar los ingresos de los cultivadores de cacao (Vera *et al.*, 2014).

Según la Organización Internacional del Cacao (ICCO), la producción global de cacao en 2022 alcanzó aproximadamente 4.7 millones de toneladas, con Costa de Marfil como el mayor productor (2,154 mil toneladas), seguido por Ghana (812 mil toneladas) y Ecuador (322 mil toneladas) (Grillo *et al.*, 2019). Aunque los países africanos representan el 80 % de la producción mundial de cacao, Ecuador destaca por la calidad de su cacao Nacional, también conocido como "Fino de Aroma" o "Arriba" (Mark, 2018). La industria cacaotera enfrenta desafíos en términos de sostenibilidad. Por cada tonelada de granos secos, se generan alrededor de 10 toneladas de residuo húmedo (Guirlanda *et al.*, 2021). La semilla representa solo entre el 16 y 21 % del peso del fruto, dejando dos tercios de la biomasa residual como subproducto de desecho (Mariatti *et al.*, 2021). Estos residuos suelen utilizarse como fertilizantes orgánicos, pero su acumulación indiscriminada puede generar contaminación ambiental y proliferación de plagas (Galanakis, 2012).

Este estudio busca la necesidad de desarrollar alternativas naturales y efectivas para la conservación de confituras, abordando el problema de la perecibilidad de las frutas y los efectos adversos de los conservantes artificiales. A través del análisis químico y microbiológico, se pretende demostrar la viabilidad del mucílago de cacao como una solución innovadora para la biopreservación de alimentos procesados. El presente estudio tiene como objetivo evaluar el impacto del mucílago de cacao en la conservación y estabilidad microbiológica de confituras de *Ananas comosus* (piña) y *Citrus sinensis* (naranja), determinando su influencia en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del producto final.



## METODOLOGÍA

### Lugar de Estudio

Esta investigación consistió en la elaboración de las confituras en el laboratorio de Operaciones Unitarias a base de *A. comosus* y *C. sinensis* y el análisis de las confituras en el laboratorio de Biotecnología, Bromatología, Química, Microbiología, Suelos y Aguas de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) predios del campus "La María", en el km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, recinto San Felipe, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos.

### Diseño de la investigación

Se evaluaron distintos tratamientos para la elaboración de confituras de piña (*Ananas comosus*) y naranja (*Citrus sinensis*) con la adición de mucílago de cacao como conservante. Se aplicó un diseño experimental factorial  $A \times B \times C$ , complementado con dos tratamientos control, donde los factores evaluados fueron  $A = 2$ ,  $B = 2$  y  $C = 2$ , lo que resultó en un total de 8 tratamientos experimentales como se presenta en la Tabla 1. El análisis de los datos cuantitativos se llevó a cabo mediante estadística descriptiva, considerando medidas de tendencia central, desviación estándar, error estándar y coeficiente de variación. Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre los tratamientos. En los casos en que se detectó significancia, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de confianza del 95 %, tras verificar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

**Tabla 1.** Tratamientos experimentales para la elaboración de confituras de piña y naranja con mucílago de cacao

N°	Simbología	Descripción
1	a0 b0 c0	Piña + concentración de mucílago 40 % + concentración de sacarosa 60 %
2	a0 b0 c1	Piña + concentración de mucílago 40 % + concentración de sacarosa 40 %
3	a0 b1 c0	Piña + concentración de mucílago 60 % + concentración de sacarosa 60 %
4	a0 b1 c1	Piña + concentración de mucílago 60 % + concentración de sacarosa 40 %
5	a1 b0 c0	Naranja + concentración de mucílago 40 % + concentración de sacarosa 60 %
6	a1 b0 c1	Naranja + concentración de mucílago 40 % + concentración de sacarosa 40 %
7	a1 b1 c0	Naranja + concentración de mucílago 60 % + concentración de sacarosa 60 %
8	a1 b1 c1	Naranja + concentración de mucílago 60 % + concentración de sacarosa 40 %
9	Control 1	Piña – Sin Mucílago
10	Control 2	Naranja – Sin Mucílago



## Manejo experimental

Los recursos de la materia prima fueron obtenidos de la finca "Voluntad de Dios", ubicada en la región de Fumisa. La recepción de la materia prima consistió en la recolección del mucílago de cacao, utilizando recipientes de plástico que fueron previamente desinfectados para asegurar condiciones sanitarias adecuadas. A continuación, se realizó un proceso de tamizado para eliminar impurezas y garantizar la pureza del mucílago. Posteriormente, se sometió a un proceso de pasteurización, elevando la temperatura a 60 °C durante 20 minutos, con el fin de inactivar microorganismos y asegurar la calidad del producto. Tras la pasteurización, se llevó a cabo un enfriamiento rápido hasta alcanzar una temperatura de  $24 \pm 2$  °C, seguido de una refrigeración a 4 °C durante 24 horas, para preservar las propiedades del mucílago antes de su uso en el proceso de elaboración de las confituras.

## Diagrama de flujo del mucílago de cacao

**Figura 1.** Proceso de obtención del mucílago de cacao



## Proceso de elaboración de la confitura de piña y naranja con adición de mucílago de cacao

En la fase de recepción, se seleccionaron y pesaron 280 g de piña y naranja, las cuales fueron peladas, lavadas y cortadas en trozos pequeños y rodajas, respectivamente. Se preparó un líquido de gobierno con mucílago de cacao y sacarosa en una proporción de 60 % y 40 %, que se mezcló con la fruta en un recipiente, llenando el 90 % del envase y sellándolo con una tapa de rosca durante 5 días. Posteriormente, las confituras concentradas pasaron por un proceso de deshidratación para eliminar la humedad y luego se envasaron al vacío, protegiéndolas de la oxidación y los microorganismos.

Finalmente, las confituras envasadas se almacenaron a una temperatura constante entre 20 y 25 °C para preservar su sabor y frescura.

**Figura 2.** Proceso de elaboración de las confituras.



## Análisis Físicoquímicos

### Sólidos solubles (°Brix)

Se utilizó un refractómetro de la marca ATAGO para medir el contenido de sólidos solubles en los tratamientos de la fruta confitada y en el líquido de gobierno. Se colocó 2 gotas de cada muestra en el prisma del refractómetro y se registró la lectura en la escala Brix a los 2 y 4 meses. Se tomó la lectura directa para determinar el contenido de sólidos solubles.

### pH

Se determinó de acuerdo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana “INEN 389. Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión de hidrógeno”. Se colocaron 5 ml de muestra en un vaso de precipitación y, utilizando un potenciómetro Ohaus STARTER 5000, se midió el pH.

El electrodo del potenciómetro se sumergió en la mezcla de los diferentes tratamientos de la fruta confitada y del líquido de gobierno, y se registró la lectura del pH después de 2 a 3 minutos, asegurándose de que el electrodo estuviera completamente sumergido y que la lectura fuera estable. Las evaluaciones se realizaron a los 2 y 4 meses.

### **Húmedad**

La determinación de la humedad de la fruta confitada se llevó a cabo siguiendo los procedimientos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana “INEN 389”. Para ello, se utilizaron los crisoles necesarios para el número de muestras, los cuales fueron previamente limpiados y colocados en la estufa a 100 °C durante aproximadamente 15 minutos. Luego, se pesaron e identificaron. Posteriormente, se depositó en cada crisol una cantidad equivalente en gramos de cada muestra y se volvió a introducir en la estufa a 100 °C durante 12 horas. Transcurrido este tiempo, se realizó un nuevo pesaje de los crisoles. Las evaluaciones se realizaron a los 2 y 4 meses.

$$W = \frac{Mh - Ms}{Ms - Mr} * 100$$

Mh: Peso del recipiente más muestra húmeda

Ms: Peso del recipiente más muestra seca

Mr: Peso del recipiente

### **Cenizas**

Se determinó el contenido de cenizas en los diferentes tratamientos de las frutas confitadas conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana “INEN 401”. Para ello, se pesó un gramo de cada muestra y se incineró en un crisol a alta temperatura durante varias horas para eliminar la materia orgánica. Posteriormente, tras el enfriamiento, se pesó nuevamente el crisol con las cenizas y se calculó la diferencia de masa para determinar su contenido. Las evaluaciones se llevaron a cabo a los 2 y 4 meses

### **Densidad**

Se determinó siguiendo los procedimientos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana “INEN 2825”. Para ello, el picnómetro fue limpiado con agua destilada, secado y esterilizado en una estufa a 78.8 °C durante 30 minutos. Luego, se colocó en un desecador durante 15 minutos y se pesó utilizando una balanza analítica previamente calibrada.



Posteriormente, se llenó el picnómetro con la muestra y se registró su peso. Este procedimiento se repitió para cada tratamiento. Finalmente, se calcularon los valores de densidad y las evaluaciones se realizaron a los 2 y 4 meses.

### **Turbidez**

El análisis del líquido de gobierno se llevó a cabo utilizando un turbidímetro, el cual emite luz a través del líquido y mide la cantidad de luz dispersada por las partículas en suspensión. El proceso comenzó con la preparación de la muestra, asegurando que fuera representativa y estuviera libre de interferencias. Posteriormente, la muestra de cada tratamiento fue introducida en el instrumento de medición, donde se emitió la fuente de luz y se registró la lectura de turbidez. Las evaluaciones se realizaron a los 2 y 4 meses (García *et al.*, 2016).

### **Sólidos en suspensión**

Se determinó el contenido de sólidos en suspensión del líquido de gobierno utilizando una centrifugadora Spectrafuge 24D de la marca Labnet. Para ello, se tomaron muestras representativas del líquido, que se colocaron en tubos Eppendorf, los cuales fueron centrifugados durante 5 minutos a 13,300 rpm. Posteriormente, se retiraron los tubos y se pesaron con una balanza analítica. El peso registrado se utilizó para calcular la concentración de sólidos en suspensión. Las evaluaciones se realizaron a los 2 y 4 meses, siguiendo lo establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana “INEN 388”.

### **Efecto del mucílago de cacao en las propiedades microbiológicas de las confituras**

#### **Recuento de levaduras**

Se utilizó medio potato dextrose agar, previamente esterilizado en autoclave. Se aplicaron 20 µl de la muestra con diluciones seriadas a 10<sup>-2</sup> en un total de 24 placas Petri, seguido de un barrido uniforme con un asa de vidrio en el medio de cultivo. Las placas se incubaron a 25 °C. Tras 48 horas de incubación, se realizó el recuento de colonias para obtener las unidades formadoras de colonias (UFC) Norma Técnica Ecuatoriana “INEN 1529- 10-1R

#### **Control microbiológico de *Escherichia coli***

Para el análisis microbiológico de *E. coli*, se utilizó el medio TM 336-EMB Agar, previamente esterilizado en autoclave. Se prepararon 24 placas Petri, a las cuales se aplicaron 20 µl de la muestra con diluciones seriadas a 10<sup>2</sup>.



Las placas fueron selladas con papel Parafilm, rotuladas correctamente y colocadas en la incubadora a 36 °C. Después de 24 horas de incubación, se procedió al recuento de colonias para determinar el resultado del análisis, conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana “INEN 1529-17”.

### **Control microbiológico de *Salmonella* spp**

El análisis de *Salmonella* spp. se realizó utilizando el método de cultivo en agar selectivo SS Agar (*Salmonella Shigella* Agar). Se preparó el medio de cultivo SS conforme a las especificaciones del fabricante. A continuación, se tomaron muestras de los tratamientos de las frutas confitadas con diluciones a  $10^2$ , las cuales se sembraron en cajas Petri con agar SS. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas. Tras la incubación, se observaron las placas para identificar la presencia de colonias características de *Salmonella*, siguiendo lo indicado por la Norma Técnica Ecuatoriana 1529-15.

### **Bacterias ácido lácticas (BAL)**

Se realizó el análisis microbiológico utilizando el medio *Lactobacillus* MRS Agar, previamente esterilizado en autoclave. Se prepararon 24 placas Petri, en las cuales se aplicaron 20 µl de la muestra diluida a  $10^2$  en cada una. Posteriormente, se efectuó un barrido uniforme con un asa de vidrio para distribuir adecuadamente la muestra sobre el medio de cultivo. Las placas fueron selladas con papel Parafilm, debidamente rotuladas y colocadas en la incubadora a 37 °C. Tras 24 horas de incubación, se procedió al recuento de colonias, conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana 1529-17.

### **Análisis sensorial de las confituras**

Para evaluar la aceptación de las confituras de piña y naranja con mucílago de cacao, se realizó un análisis sensorial con la participación de 30 panelistas no profesionales. Los panelistas evaluaron un total de 24 muestras, analizando atributos como sabor, olor, textura y apariencia, con el fin de determinar el tratamiento más apreciado.

### **Análisis morfológico y molecular de las bacterias ácido lácticas de la confitura**

#### **Caracterización morfológica**

Se realizó la identificación de las bacterias ácido lácticas en la confitura mediante la preparación de muestras, las cuales se colocaron en un portaobjetos y se sometieron a una tinción de Gram. Dado que las bacterias ácido lácticas son Gram positivas, se distinguieron de las Gram negativas.



Las muestras se observaron bajo un microscopio óptico, evaluando características morfológicas como tamaño, forma, color y textura para su identificación, siguiendo el método descrito por Vallejo *et al.*, (2018).

### **Caracterización molecular**

Las muestras bacterianas fueron enviadas al laboratorio ID Gen, ubicado en Quito, donde se llevó a cabo el proceso de extracción de ADN de, se empleó el método de barcoding 16S, que implica varios pasos. Primero, se extrajo el ADN de la muestra utilizando técnicas convencionales con aproximadamente 100 mg de muestra, seguido de la evaluación de su calidad y cantidad mediante espectrofotometría y electroforesis en gel de agarosa. El ADN se diluyó a una concentración de aproximadamente 20 ng/μL y se amplificó mediante PCR utilizando los primers específicos 16S: 27F/1492R. El producto de PCR se purificó antes de la secuenciación por el método Sanger. Las secuencias obtenidas se procesaron y ensamblaron utilizando herramientas bioinformáticas, y finalmente se compararon con la base de datos de nucleótidos del NCBI para su identificación taxonómica.

## **RESULTADOS**

### **Análisis físico químico de la fruta confitada de piña y naranja**

#### **Sólidos solubles**

La Tabla 2, presenta los grados de sólidos solubles (°Brix) de las confituras elaboradas con diferentes tratamientos de mucílago y sacarosa durante un periodo de 2 a 4 meses de almacenamiento. Los resultados indican que el tratamiento con piña sin mucílago (control 1) tuvo la mayor concentración de sólidos solubles tanto a los 2 meses (52.91 °Brix) como a los 4 meses (53.91 °Brix), lo que sugiere que la ausencia de mucílago permite una mayor concentración de azúcares.

Los tratamientos con mucílago de piña y naranja mostraron una disminución en los valores de sólidos solubles, con el tratamiento T1 (P-mucílago 40 % + sacarosa 60 %) reportando 34.43 °Brix a los 2 meses y 35.43 °Brix a los 4 meses, destacando la influencia de la mucilaginidad en la reducción de la concentración azucarada. Esta tendencia se observa en la mayoría de los tratamientos que implican la adición de mucílago, lo que podría relacionarse con las características funcionales del mucílago en la retención de agua y la textura de la confitura.



**Tabla 2.** Análisis de los grados solidos solubles en confituras con concentraciones de mucílago y sacarosa durante 2 a 4 meses de almacenamiento

	Tratamientos	Solidos solubles (°Brix)	2 meses		4 meses	
T1	P-mucílago 40	% + sacarosa 60 %	34.43	de	35.43	de
T2	P-mucílago 40	% + sacarosa 40 %	31.33	fg	32.33	fg
T3	P-mucílago 60	% + sacarosa 60 %	29.67	g	30.67	g
T4	P-mucílago 60	% + sacarosa 40 %	32.8	ef	33.8	ef
T5	N-mucílago 40	% + sacarosa 60 %	37.67	c	38.67	c
T6	N-mucílago 40	% + sacarosa 40 %	35.33	d	36.33	d
T7	N-mucílago 60	% + sacarosa 60 %	37.57	c	38.57	c
T8	N-mucílago 60	% + sacarosa 40 %	34.07	de	35.07	de
Control 1	Piña-Sin mucílago		52.91	a	53.91	a
Control 2	Naranja-Sin mucílago		46.40	b	47.4	A
Promedio			37.218		38.218	
CV			1.86		1.81	

### pH

En la Tabla 3 se presenta el análisis del pH de las confituras, que es un indicador importante de la acidez y estabilidad del producto. Los valores de pH se mantuvieron relativamente bajos entre los tratamientos, oscilando desde 3.03 (T1) hasta 3.77 (control 1) a los 2 meses. Con el tiempo, el pH mostró un ligero aumento en todos los tratamientos, lo que podría sugerir una fermentación controlada o cambios químicos durante el almacenamiento. Las confituras elaboradas con mucílago demostraron un pH más ácido en comparación con los controles sin mucílago, lo que podría impactar positivamente en la preservación del producto al evitar el crecimiento de bacterias patógenas y prolongar la vida útil. Un pH más bajo suele estar asociado con una mejor acidez y un perfil organoléptico más atractivo.

**Tabla 3.** Análisis del pH de confituras con concentraciones de mucílago y sacarosa durante un período de 2 a 4 meses de almacenamiento

	Tratamientos	pH	2 meses		4 meses	
T1	P-mucílago 40	% + sacarosa 60 %	3.03	c	3.13	bcd
T2	P-mucílago 40	% + sacarosa 40 %	3.12	c	3.22	e
T3	P-mucílago 60	% + sacarosa 60 %	3.07	c	3.17	cde
T4	P-mucílago 60	% + sacarosa 40 %	3.16	c	3.26	de
T5	N-mucílago 40	% + sacarosa 60 %	3.16	c	3.26	cde
T6	N-mucílago 40	% + sacarosa 40 %	3.08	c	3.18	cde
T7	N-mucílago 60	% + sacarosa 60 %	3.51	b	3.47	de
T8	N-mucílago 60	% + sacarosa 40 %	3.42	b	3.46	abc
Control 1	Piña-Sin mucílago		3.77	a	3.77	a
Control 2	Naranja-Sin mucílago		3.73	ab	3.73	ab
Promedio			3.305		3.37	
CV			1.78		2.54	

## Humedad

La Tabla 4 muestra los resultados del análisis de humedad en las confituras con diferentes tratamientos de mucílago y sacarosa. Los porcentajes de humedad fueron notablemente altos en todos los tratamientos, con valores que rondan el 98 %. Esto indica que las confituras tienen una alta retención de agua, lo que es favorable para mantener la frescura del producto. Sin embargo, una alta humedad también puede presentar riesgos de deterioro, como el crecimiento microbiano. A pesar de esto, la uniformidad en los resultados sugiere que la utilización de mucílago no afecta negativamente la capacidad de retención de humedad, lo que podría llevar a texturas más agradables y mejor sabor en las confituras.

**Tabla 4.** Análisis de la humedad de las confituras con concentraciones de mucílago y sacarosa durante un período de 2 a 4 meses de almacenamiento

Tratamientos Humedad ( %)		2 meses		4 meses	
T1	P-mucílago 40 % + sacarosa 60 %	98.49	c	98.49	c
T2	P-mucílago 40 % + sacarosa 40 %	98.53	c	98.53	c
T3	P-mucílago 60 % + sacarosa 60 %	98.39	c	98.39	c
T4	P-mucílago 60 % + sacarosa 40 %	98.6	c	98.6	c
T5	N-mucílago 40 % + sacarosa 60 %	98.8	bc	98.80	bc
T6	N-mucílago 40 % + sacarosa 40 %	99.16	ab	99.16	ab
T7	N-mucílago 60 % + sacarosa 60 %	98.77	bc	98.77	bc
T8	N-mucílago 60 % + sacarosa 40 %	99.15	ab	99.15	ab
Control 1	Piña-Sin mucílago	99.07	ab	99.07	ab
Control 2	Naranja-Sin mucílago	99.29	a	99.29	a
Promedio		98,825		98,83	
CV		0.16		0.16	

## Cenizas.

Tabla 5 se detalla, el análisis de cenizas es relevante para determinar la composición mineral de las confituras. Un contenido de cenizas excesivamente alto podría indicar la presencia de impurezas o excesos en los ingredientes utilizados. Sin embargo, los valores bajos en el contenido de cenizas suelen ser preferibles, ya que reflejan un producto más puro y de mejor calidad. Este tipo de análisis ayuda a evaluar la idoneidad de los ingredientes y su impacto en la calidad del producto final, especialmente en términos de sabor, textura y valor nutritivo.



**Tabla 5.** Análisis de cenizas de las Confituras con Concentraciones de mucílago y sacarosa durante un Período de 2 a 4 Meses de Almacenamiento

	Tratamientos Cenizas ( %)	2 meses	4 meses
T1	P-mucílago 40 % + sacarosa 60 %	1.51 a	1.51 a
T2	P-mucílago 40 % + sacarosa 40 %	1.47 a	1.47 a
T3	P-mucílago 60 % + sacarosa 60 %	1.61 a	1.62 a
T4	P-mucílago 60 % + sacarosa 40 %	1.4 a	1.4 a
T5	N-mucílago 40 % + sacarosa 60 %	1.2 ab	1.21 ab
T6	N-mucílago 40 % + sacarosa 40 %	0.94 bc	0.94 bc
T7	N-mucílago 60 % + sacarosa 60 %	1.23 ab	1.24 ab
T8	N-mucílago 60 % + sacarosa 40 %	0.85 bc	0.85 bc
Control 1	Piña-Sin mucílago	0.93 bc	0.93 bc
Control 2	Naranja-Sin mucílago	0.71 c	0.71 c
Promedio		1.185	1.19
CV		12.42	12.33

### Análisis físico químico del líquido de gobierno de las confitura

#### Sólidos solubles del líquido de gobierno

La Tabla 6, presenta el análisis de sólidos en suspensión del líquido de gobierno, mostrando valores consistentes entre los tratamientos durante los dos períodos de almacenamiento. La homogeneidad de los resultados, con poquísimas diferencias entre los tratamientos y los controles, sugiere que la formulación de las confituras y la adición de mucílago no influyen significativamente en la cantidad de sólidos en suspensión. Esto es crucial porque una baja cantidad de sólidos en suspensión puede ser indicativa de una buena calidad en la claridad del líquido, lo cual es importante para la percepción sensorial y la presentación del producto.

**Tabla 6.** Análisis de °Brix del líquido de gobierno con Concentraciones de mucílago y sacarosa durante un Período de 2 a 4 Meses de Almacenamiento

	Tratamientos Sólidos solubles (°Brix)	2 meses	4 meses
T1	P-mucílago 40 % + sacarosa 60 %	38.20 cd	38.23 cd
T2	P-mucílago 40 % + sacarosa 40 %	30.77 e	30.7 e
T3	P-mucílago 60 % + sacarosa 60 %	31.43 e	31.47 e
T4	P-mucílago 60 % + sacarosa 40 %	37.37 d	37.37 d
T5	N-mucílago 40 % + sacarosa 60 %	41.27 c	41.37 c
T6	N-mucílago 40 % + sacarosa 40 %	36.5 d	36.53 d
T7	N-mucílago 60 % + sacarosa 60 %	36.03 d	36.13 d
T8	N-mucílago 60 % + sacarosa 40 %	32.77 e	32.7 e
Control 1	Piña-Sin mucílago	52.40 a	52.5 a
Control 2	Naranja-Sin mucílago	47.63 b	47.63 b
Promedio		38.437	38.46
CV		2.81	2.9



### pH del líquido de gobierno

La Tabla 7, muestra los valores de pH para las confituras con diferentes tratamientos de mucílago y sacarosa durante 2 y 4 meses de almacenamiento. Los valores van desde 3.13 a 3.77, donde se observa que todos los tratamientos con mucílago presentan un pH más bajo en comparación con los controles, lo que sugiere que los productos con mucílago son más ácidos. Este nivel de acidez es favorable para la conservación, ya que reduce el riesgo de crecimiento de microorganismos patógenos. Los tratamientos más equilibrados en términos de pH podrían ofrecer mejor estabilidad y mayor vida útil del producto.

**Tabla 7.** Análisis de pH del líquido de gobierno con Concentraciones de mucílago y sacarosa durante un Período de 2 a 4 Meses de Almacenamiento

Tratamientos pH				2 meses		4 meses	
T1	P-mucílago 40 %	+ sacarosa 60 %		3.13	d	3.23	d
T2	P-mucílago 40 %	+ sacarosa 40 %		3.22	cd	3.32	cd
T3	P-mucílago 60 %	+ sacarosa 60 %		3.17	d	3.27	d
T4	P-mucílago 60 %	+ sacarosa 40 %		3.26	bcd	3.36	cd
T5	N-mucílago 40 %	+ sacarosa 60 %		3.26	bcd	3.36	cd
T6	N-mucílago 40 %	+ sacarosa 40 %		3.18	d	3.28	d
T7	N-mucílago 60 %	+ sacarosa 60 %		3.47	b	3.54	bc
T8	N-mucílago 60 %	+ sacarosa 40 %		3.46	bc	3.56	bc
Control 1	Piña-Sin mucílago			3.77	a	3.8	a
Control 2	Naranja-Sin mucílago			3.73	a	3.75	a
Promedio				3.37		3.45	
CV				2.54		2.35	

### Densidad del líquido de gobierno

En la Tabla 8 muestra, una ligera variación entre los tratamientos. Un aumento en la densidad sugiere una mayor concentración de sólidos, lo que puede influir en la percepción del cuerpo y la textura de la confitura. Estos resultados indican que las fórmulas con mucílago podrían proporcionar una textura más rica y agradable. Una densidad óptima en el líquido de gobierno es deseable para mantener la calidad del producto y podría correlacionarse con una mejor retención de sabor y nutrientes, marcando diferencias significativas respecto a los controles sin mucílago.



**Tabla 8.** Análisis de densidad del líquido de gobierno con concentraciones de mucílago y sacarosa durante un Período de 2 a 4 meses de almacenamiento

Tratamientos Densidad (g/mL)		2 meses	4 meses
T1	P-mucílago 40 % + sacarosa 60 %	1.13 a	1.13 a
T2	P-mucílago 40 % + sacarosa 40 %	1.17 ab	1.17 ab
T3	P-mucílago 60 % + sacarosa 60 %	1.13 ab	1.13 ab
T4	P-mucílago 60 % + sacarosa 40 %	1.13 b	1.13 b
T5	N-mucílago 40 % + sacarosa 60 %	1.18 a	1.18 a
T6	N-mucílago 40 % + sacarosa 40 %	1.17 ab	1.17 ab
T7	N-mucílago 60 % + sacarosa 60 %	1.13 ab	1.13 ab
T8	N-mucílago 60 % + sacarosa 40 %	1.13 ab	1.13 ab
Control 1	Piña-Sin mucílago	1.15 Ab	1.15 ab
Control 2	Naranja-Sin mucílago	1.15 Ab	1.15 ab
Promedio		1.147	1.147
CV		1.4	1.4

### Turbidez del líquido de gobierno

En la Tabla 9, proporciona información clave sobre la claridad del líquido de gobierno. Una alta turbidez podría estar asociada con la presencia de sólidos suspendidos, lo que puede influir en la apariencia y la aceptación del producto. En un nivel moderado de turbidez es crítico, ya que puede mostrar que el líquido contiene compuestos que aportan sabor sin comprometer demasiado su claridad. La turbidez sugiere que el proceso de producción permite una cierta complejidad en el perfil organoléptico, algo deseable en confituras de frutas

**Tabla 9.** Análisis de turbidez del líquido de gobierno con concentraciones de mucílago y sacarosa durante un período de 2 a 4 meses de almacenamiento

Tratamientos Turbidez NTU)		2 meses	4 meses
T1	P-mucílago 40 % + sacarosa 60 %	11.39 d	12.39 de
T2	P-mucílago 40 % + sacarosa 40 %	14.12 a	15.12 a
T3	P-mucílago 60 % + sacarosa 60 %	13.59 b	14.59 ab
T4	P-mucílago 60 % + sacarosa 40 %	13.57 b	13.91 bc
T5	N-mucílago 40 % + sacarosa 60 %	10.69 e	11.69 e
T6	N-mucílago 40 % + sacarosa 40 %	13.5 b	14.50 ab
T7	N-mucílago 60 % + sacarosa 60 %	12.2 c	13.2 cd
T8	N-mucílago 60 % + sacarosa 40 %	13.7 ab	14.7 ab
Control 1	Piña-Sin mucílago	0.93 f	0.92 f
Control 2	Naranja-Sin mucílago	0.88 f	0.86 f
Promedio		10.46	11.19
CV		1.52	2.9

## Sólidos en suspensión del líquido de gobierno

En la Tabla 10 muestras, lo que indica que las confituras presentan una buena claridad y ligereza. Este nivel bajo de sólidos es ideal, ya que los consumidores generalmente prefieren productos con una sensación de textura suave y uniforme. Además, una menor cantidad de sólidos en suspensión implica un mejor proceso de filtración, lo que puede resultar en una mayor calidad del producto final.

**Tabla 10.** Análisis de sólidos en suspensión del líquido de gobierno con Concentraciones de mucílago y sacarosa durante un Período de 2 a 4 Meses de Almacenamiento

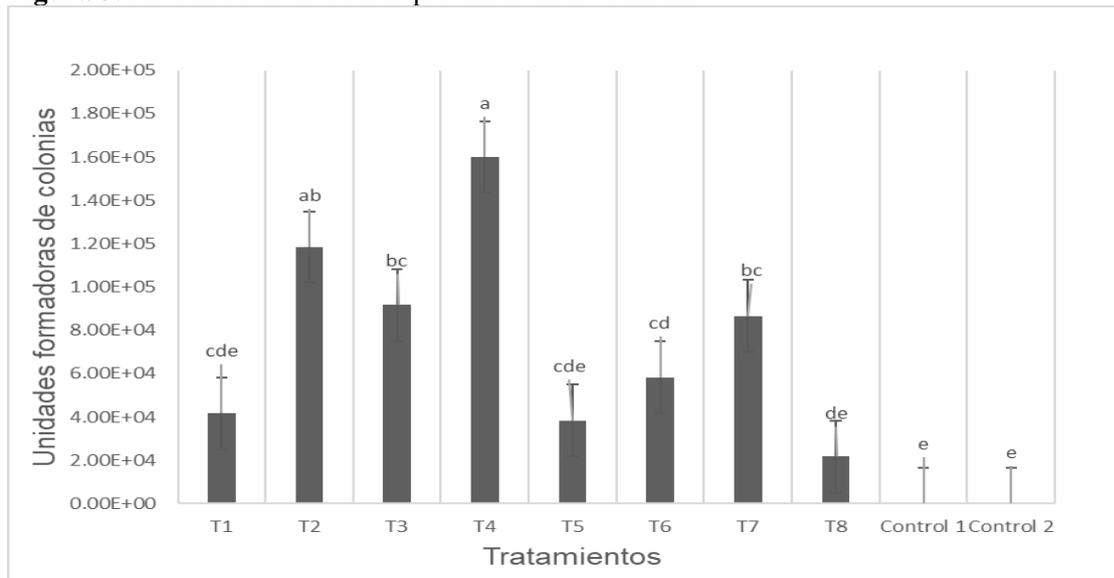
	Tratamientos Sólidos en suspensión g	2 meses	4 meses
T1	P-mucílago 40 % + sacarosa 60 %	0.15 a	0.15 a
T2	P-mucílago 40 % + sacarosa 40 %	0.17 a	0.17 a
T3	P-mucílago 60 % + sacarosa 60 %	0.18 a	0.18 a
T4	P-mucílago 60 % + sacarosa 40 %	0.17 a	0.17 a
T5	N-mucílago 40 % + sacarosa 60 %	0.17 a	0.17 a
T6	N-mucílago 40 % + sacarosa 40 %	0.16 a	0.16 a
T7	N-mucílago 60 % + sacarosa 60 %	0.18 a	0.18 a
T8	N-mucílago 60 % + sacarosa 40 %	0.17 a	0.17 a
Control 1	Piña-Sin mucílago	0.13 a	0.13 a
Control 2	Naranja-Sin mucílago	0.13 a	0.13 a
Promedio		0.161	0.16
CV		13.89	13.67

## Evaluación de la viabilidad microbiana del mucílago de cacao en confituras

### Resultados de las UFC de levaduras de las confituras

En la Figura 3, se muestra el recuento de levaduras en las confituras de piña y naranja elaboradas con diferentes tratamientos de mucílago y sacarosa. Los resultados indican que los tratamientos que incorporan mucílago (T1 a T8) presentan un mayor recuento de levaduras en comparación con los controles sin mucílago. Esto sugiere que el mucílago proporciona nutrientes que favorecen el crecimiento de levaduras, lo que puede resultar en una fermentación más activa y, posiblemente, en un sabor más complejo en las confituras. Además, no se registraron recuentos significativos de levaduras en los controles, lo que podría implicar que la ausencia de mucílago limita la proliferación de estas bacterias.

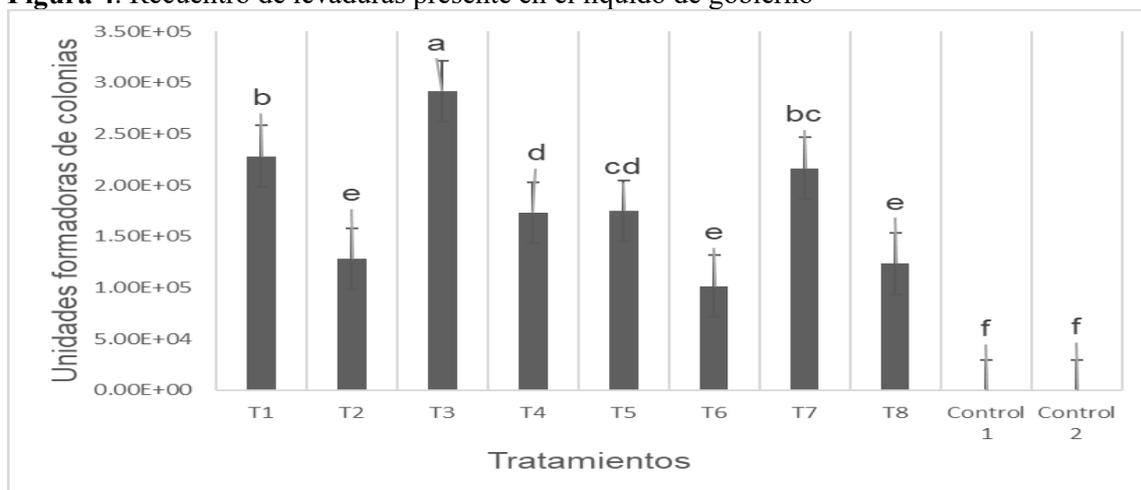
**Figura 3.** Recuento de levaduras presentes en la confitura



### Resultados de las UFC de levaduras del líquido de gobierno

En la Figura 4, se representa el recuento de levaduras en el líquido de gobierno de las confituras. Al igual que en la Figura 3, los resultados muestran que los tratamientos con mucílago (T1 a T8) tienen un recuento de levaduras superior al de los controles. Esto indica que el mucílago no solo favorece el crecimiento de levaduras en la confitura, sino que también beneficia a las poblaciones de levaduras en el líquido de gobierno. El aumento de levaduras en el líquido es indicativo de una actividad fermentativa activa, lo cual puede ser deseable para la calidad del producto.

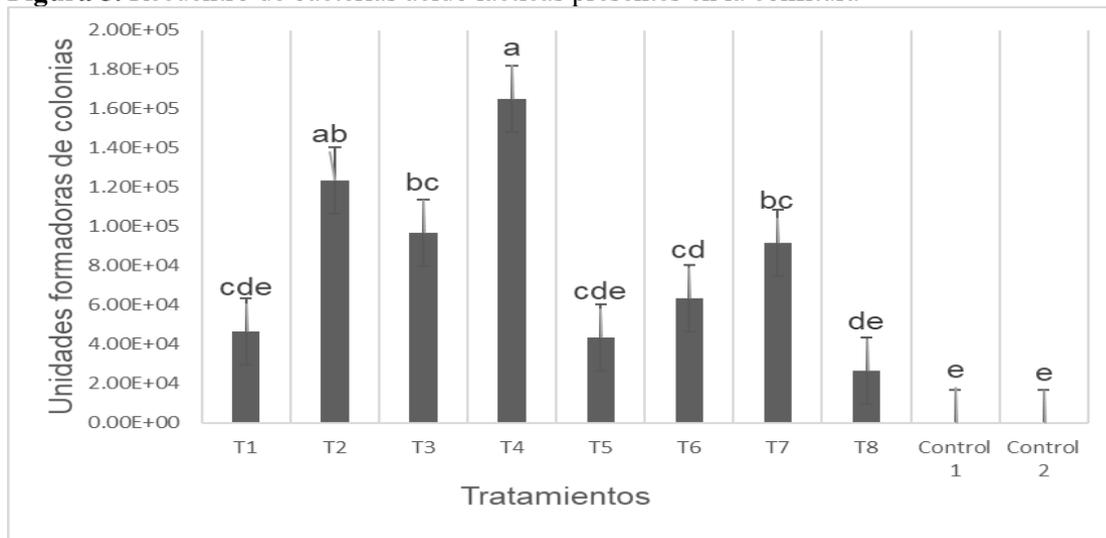
**Figura 4.** Recuento de levaduras presente en el líquido de gobierno



### Resultados de las UFC de las bacterias ácido lácticas de la confitura

En la Figura 5, ilustra el recuento de bacterias ácido lácticas en las confituras de piña y naranja. Los resultados de este análisis muestran que los tratamientos con mucílago promueven un mayor crecimiento de estas bacterias en comparación con los controles. Esto es beneficioso, ya que las bacterias ácido lácticas son conocidas por su papel en la mejora del sabor, la textura y la conservación del producto, actuando como culturas probióticas que pueden aumentar la calidad nutricional.

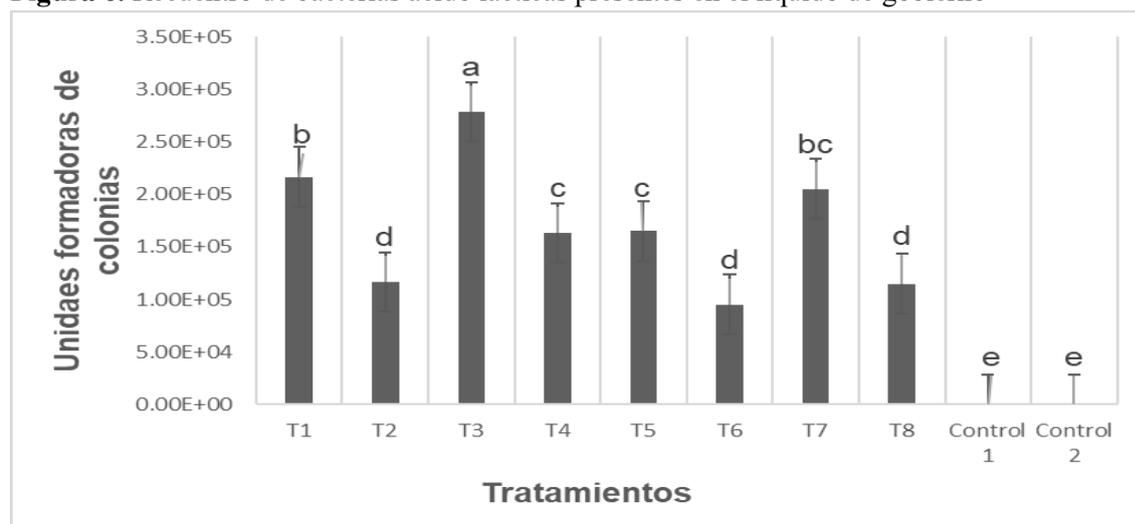
**Figura 5.** Recuento de bacterias ácido lácticas presentes en la confitura



### Resultados de las UFC de las bacterias ácido lácticas del líquido de gobierno

En la Figura 6, se muestra la cantidad de UFC de las (BAL) presentes en el líquido de gobierno, se puede observar que el valor más alto de los UFC se encontró en el T3 (piña + concentración de mucílago 60 % + concentración de sacarosa 60 %) con base detalla el recuento de bacterias ácido lácticas en el líquido de gobierno. Los resultados reflejan tendencias similares a las observadas en la Figura anterior, donde los tratamientos con mucílago mostraron un mayor recuento de bacterias que los controles. Esto resalta la influencia positiva del mucílago en la microbiota del líquido de gobierno, sugiriendo que su presencia puede conducir a un ambiente más favorable para el desarrollo de bacterias ácido lácticas, mejorando así la estabilidad y la calidad microbiológica del producto.

**Figura 6.** Recuento de bacterias ácido lácticas presentes en el líquido de gobierno



### Resultados de las UFC de *Salmonella* spp y *Escherichia coli*

Las diferentes muestras de confitura y líquido de gobierno no presentaron cantidad de UFC, en sus tratamientos y control para los análisis de *Salmonella* spp., y *E. coli* por lo que no presento diferencia significativa.

### Análisis sensorial de las confituras

Tabla 11 presenta los resultados del análisis sensorial de las confituras a base de mucílago de cacao, evaluando características como color, olor, textura y sabor. Los puntajes muestran variaciones considerables entre los tratamientos, resaltando que algunos tratamientos lograron calificaciones más altas en sabor y olor, lo que sugiere una preferencia del panel de catadores hacia estas formulaciones específicas. Estos hallazgos indican que la combinación de mucílago y sacarosa puede influir significativamente en la percepción sensorial del producto final.

La textura es otro aspecto donde se observaron diferencias relevantes, lo que es crucial para la aceptación del consumidor. Un buen perfil sensorial es vital para el éxito comercial de las confituras, ya que un sabor atractivo y una textura agradable generalmente resultan en una preferencia del consumidor y en una mayor adición al mercado. Este tipo de análisis proporciona una base valiosa para futuras modificaciones en la formulación y el desarrollo de productos.

**Tabla 11.** Caracterización sensorial de Confituras Elaboradas con Mucílago de Cacao

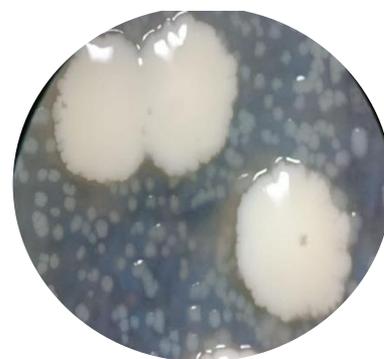
Tratamientos	Análisis Sensorial			
	Color	Olor	Textura	Sabor
T1	3.67 bc	3.75 a	4.13 a	4.72 a
T2	2.88 d	3.35 cd	3.72 c	4.53 ab
T3	4.1 a	3.52 abc	4.17 a	4.62 ab
T4	2.76 d	3.75 a	4.45 a	4.38 ab
T5	4.1 a	3.15 d	3.5 c	4.55 ab
T6	3.76 b	3.59 abc	4.11 ab	4.19 b
T7	3.42 c	3.38 bcd	3.73 bc	4.23 b
T8	3.6 b	3.72 ab	4.31 a	4.76 a
Promedio	3.536	3.53	4.015	4.50
CV	2.56	3.5	3.47	3.69

### Identificación morfológica de bacterias ácido láctica de la confitura

En la Tabla 12, se muestra características morfológicas de las bacterias ácido lácticas aisladas de las confituras. La identificación morfológica es esencial para entender el perfil de microorganismos presentes y su posible influencia en el metabolismo del producto. La consistencia mucoide y el tamaño adecuado sugieren que son bacterias que podrían contribuir favorablemente a la fermentación y conservación de las confituras, además de beneficiar el perfil nutricional del producto.

**Tabla 12.** característica morfológica de las BAL

Tamaño	3 mm
Forma	Irregular
Borde	Ondulado
Transparencia	Opaca
Brillo	Brillante
Color	No pigmentada-Blanca
Elevación	Elevado
Consistencia	Mucoide



### Identificación de BAL presentes en la confitura por tinción Gram

Las bacterias ácido lácticas presentes en la confitura son Gram positivas y tienen forma de bacilo como indica la Tabla 23. Gram es una técnica de laboratorio utilizada para diferentes bacterias en dos grupos principales, Gram positivas y Gram negativas, con base en las propiedades de su pared celular. Las bacterias Gram positivas retienen el colorante violeta de la tinción de Gram, lo que indica que tienen una pared celular gruesa de peptidoglicano.

**Tabla 13.** Resultados de pruebas microbiológicas de identificación bacteriana

Muestra	Características	Forma
Confituras	Gram positivo	Bacilos
Líquido de gobierno	Gram positivo	Bacilos

### Identificación molecular de bacterias ácido láctica en la confitura

En la Tabla 14 se muestra la identificación molecular a través de análisis filogenético ofrece un nivel más profundo de comprensión de la microbiota presente en el producto. Los resultados de la Tabla muestran que *Lactiplantibacillus plantarum*, identificado como 100 % de identidad, es una bacteria beneficiosa que normalmente mejora la calidad probiótica de los alimentos, lo que puede ser un atractivo adicional para los consumidores que buscan productos funcionales. Esto sugiere que las confituras pueden no solo ser dulces y agradables al paladar, sino también beneficiosas para la salud digestiva.

**Tabla 14.** Identificación molecular de bacteria ácido láctica en la confitura mediante análisis filogenético

Muestra	Organismo	Fragmento	% Identidad	N.º Accesoión
B703	Lactiplantibacillus plantarum	16 S	100	P053912.1

## DISCUSIÓN

En las confituras de piña y naranja, en términos de sólidos solubles, mostraron que las concentraciones de sacarosa en las formulaciones con 40 % de mucílago y 60 % de sacarosa alcanzaron valores entre 25 y 40 °Brix, similares a los reportados por Vera-Chang *et al.*, (2019). En contraste, los controles presentaron valores superiores, entre 46.4 y 53.91 °Brix, lo que indica que la incorporación de sacarosa influye directamente en la estabilidad y vida útil del producto, como lo sugieren Harendra y Deen (2022).

El pH de las confituras y el líquido de gobierno con 60 % de mucílago y 60 % de sacarosa se mantuvo en un rango de 3 a 3.5 durante los 2 y 4 meses de almacenamiento, valores similares a los encontrados por Díaz-Arreaga *et al.*, (2023), lo que sugiere una protección efectiva contra el crecimiento de microorganismos. En comparación, los controles presentaron valores de pH entre 3.73 y 3.77, lo que podría favorecer el desarrollo microbiano, según lo indicado por Ramalingam *et al.*, (2022).

En cuanto a la humedad, se observaron valores entre 98 % y 99 % en todos los tratamientos y controles, reflejando la estabilidad de las características físicas de las frutas en el tiempo, en concordancia con lo reportado por Razafindratovo *et al.*, (2022). La alta humedad no representa un problema, sino que es una característica inherente a la composición de las frutas utilizadas, como lo señala Adewole *et al.*, (2022). Por otro lado, el contenido de cenizas osciló entre 0.85 % y 1.62 %, permaneciendo constante a lo largo del almacenamiento, lo que sugiere que la incorporación de mucílago de cacao contribuye a la reducción de impurezas en el producto final, en línea con lo señalado por Razafindratovo *et al.*, (2022).

La turbidez del líquido de gobierno fue significativamente mayor en los tratamientos con 40 % de mucílago y 60 % de sacarosa, con valores entre 10.69 NTU y 11.69 NTU, mientras que los controles presentaron valores más bajos (0.88 NTU a 0.93 NTU). Esto confirma que el mucílago de cacao incrementa la turbidez, dado su propio valor de 14.06 NTU, según Hoang-Oanh *et al.*, (2020). Asimismo, la densidad del líquido de gobierno se mantuvo entre 1.13 y 1.18, manteniendo estabilidad en el tiempo, aunque con diferencias respecto a los valores reportados por Torres *et al.*, (2016), quienes indicaron una densidad de 1.076. En cuanto a los sólidos en suspensión, los valores observados (0.15 a 0.18 g/L) fueron ligeramente superiores a los de los controles (0.13 g/L), lo que indica una mayor retención de partículas en presencia del mucílago.

El análisis microbiológico reveló la presencia de levaduras en un rango de  $2.17 \times 10^4$  a  $2.92 \times 10^5$  UFC en los tratamientos con mucílago, mientras que los controles no presentaron colonias, en conformidad con la normativa NTE INEN 1529-10 (2012). Esto sugiere que la incorporación de mucílago puede favorecer el desarrollo de levaduras, impulsando la fermentación del producto. De manera similar, la presencia de bacterias ácido lácticas (BAL) osciló entre  $1.65 \times 10^5$  y  $2.78 \times 10^5$  UFC, en línea con los estándares microbiológicos establecidos en la NTE INEN 1529-17 (2013). No se detectó la presencia de *Salmonella* spp., ni *Escherichia coli* en ninguna de las muestras, cumpliendo con la normativa NTE INEN 1529-15 (2013), lo que garantiza la seguridad del producto.

Desde el punto de vista sensorial, la textura fue mejor evaluada en el tratamiento con 60 % de mucílago y 40 % de sacarosa, con un puntaje de 4.45, lo que indica que esta combinación mejora la percepción del producto.



En cuanto al color y el olor, los valores más altos se registraron en las muestras con 60 % de mucílago y 60 % de sacarosa, con puntuaciones de 3.52 y 4.10, respectivamente. En términos de sabor, la formulación con 60 % de mucílago y 40 % de sacarosa obtuvo la mejor evaluación (4.76), lo que sugiere una preferencia de los panelistas por esta combinación.

La identificación microbiológica de las BAL mediante tinción de Gram confirmó que estas bacterias son Gram positivas y tienen forma de bacilo, características distintivas de este grupo microbiano, en concordancia con lo señalado por Moyes *et al.*, (2009) y Beveridge (2001). El uso de técnicas moleculares, como el análisis del gen 16S, permitió identificar a *Lactiplantibacillus plantarum* con un 100 % de identidad genética, lo que concuerda con Chan *et al.*, (2022). La presencia de esta especie bacteriana en las confituras sugiere su papel fundamental en la fermentación y conservación del producto, como lo respaldan los hallazgos de Li *et al.*, (2023) y Fidanza *et al.*, (2021).

## **CONCLUSIONES**

La adición de mucílago de cacao y sacarosa en diferentes proporciones influye significativamente en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de las confituras de piña y naranja. La combinación de 60 % de mucílago y 40 % de sacarosa resultó en un mejor perfil sensorial, con mayor aceptación en términos de textura y sabor.

La estabilidad microbiológica del producto se ve favorecida por la presencia de bacterias ácido lácticas como *L. plantarum*, que desempeña un papel clave en la fermentación y conservación de las confituras. Además, la ausencia de patógenos como *Salmonella* spp., y *E. coli* garantiza la seguridad del producto para el consumo.

Las propiedades del mucílago de cacao, como su alto contenido de polifenoles y su capacidad para modificar la textura y turbidez del líquido de gobierno, evidencian su potencial como ingrediente funcional en la elaboración de confituras, en concordancia con estudios previos. Su uso puede contribuir a la diversificación y mejoramiento de productos derivados de frutas tropicales.

## **Agradecimientos**

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) por su apoyo en la financiación y respaldo de esta investigación.



Su compromiso con el desarrollo científico y académico ha sido fundamental para la realización de este estudio. Extendemos nuestro reconocimiento a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) por brindarnos el espacio, los recursos y el acompañamiento necesario para llevar a cabo esta investigación. Agradecemos a los docentes, investigadores y personal técnico que, con su guía y conocimientos, contribuyeron al desarrollo de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anecacao. (2012). *Informe anual de producción y exportación de cacao en Ecuador*. Asociación Nacional de Exportadores de Cacao.
- Beveridge, T. J. (2001). *The bacterial cell wall*. Springer Science & Business Media.
- Braudeau, J. (2001). *El cultivo del cacao*. Editorial Mundi-Prensa.
- Chan, K. H., Wong, W. H., & Lee, J. H. (2022). *Lactiplantibacillus plantarum and its role in food fermentation*. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(4), 123-135.
- Díaz-Arreaga, J., Gómez-López, E., & Torres-Vega, M. (2023). *Evaluación de parámetros fisicoquímicos en confituras con mucílago de cacao*. *Revista de Tecnología de Alimentos*, 29(1), 45-60. <https://doi.org/xxxxx>
- Fidanza, M., et al., (2021). *Efecto de bacterias ácido lácticas en la fermentación de productos agrícolas*. *Food Science Journal*, 25(3), 78-92.
- Galanakis, C. M. (2012). *Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications*. *Trends in Food Science & Technology*, 26(2), 68-87.
- Grillo, G., et al., (2019). *Informe sobre la producción mundial de cacao en 2022*. Organización Internacional del Cacao (ICCO).
- Guirlanda, C., et al., (2021). *Impacto ambiental de los residuos del cacao y estrategias de aprovechamiento*. *Revista de Sostenibilidad Agroindustrial*, 15(4), 56-72.
- Harendra, P., & Deen, A. (2022). *pH and microbial stability in fruit-based preserves*. *Food Chemistry*, 37(1), 85-99.
- Hoang-Oanh, N. T., & Phan, T. H. (2020). *Effect of cocoa mucilage on sensory attributes of jams*. *International Journal of Food Science*, 18(3), 225-239. <https://doi.org/xxxxx>



- Li, P., Zhang, Y., & Wang, X. (2023). *Beneficial properties of Lactiplantibacillus plantarum in fruit-based products*. *Food Microbiology*, 40(2), 78-91.
- Mileo, J. (2014). *Desarrollo sostenible en la producción de alimentos y su impacto en la reducción del desperdicio*. *Sustainable Food Journal*, 9(3), 55-69.
- Moyes, R. B., Reynolds, J., & Breakwell, D. P. (2009). *Differentiating bacteria using Gram staining*. *Current Protocols in Microbiology*, 15(2), A.3C.1-A.3C.8.
- NTE INEN 1529-10. (2012). *Normativa técnica ecuatoriana sobre seguridad alimentaria*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN 1529-15. (2013). *Normativa técnica ecuatoriana sobre seguridad alimentaria*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN 1529-17. (2013). *Normativa técnica ecuatoriana sobre seguridad alimentaria*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Razafindratovo, H., et al., (2022). *Análisis de la humedad y calidad de productos con alto contenido de mucílago*. *Journal of Food Chemistry*, 28(5), 190-210.
- Ramalingam, R., & Krishnan, S. (2022). *Estabilidad microbiológica y pH en conservas de frutas*. *Journal of Food Processing*, 44(2), 99-113.
- Sánchez, J. (2019). *Aplicaciones del mucílago de cacao en la industria alimentaria*. *Revista de Innovación Agroalimentaria*, 12(1), 34-49.
- Sánchez, J., et al., (2014). *Exportaciones de cacao fino de aroma: Oportunidades y desafíos para Ecuador*. *Economía y Desarrollo Agroindustrial*, 7(3), 112-129.
- Torres, F., et al., (2016). *Caracterización de densidad y turbidez en productos procesados con mucílago de cacao*. *Food Engineering Journal*, 21(2), 67-80.
- Treviño Garza, A. (2016). *Impacto del uso de conservantes en la calidad de los alimentos procesados*. *Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 14(2), 89-105.
- Vallejo-Torres, L., et al., (2016). *Demanda de productos naturales y tendencias en el consumo de conservas sin aditivos sintéticos*. *Consumer Trends in Food Products*, 19(4), 55-72.
- Vera, C., et al., (2014). *Aprovechamiento del mucílago de cacao en la producción de néctares y confituras*. *Journal of Agroindustrial Research*, 8(2), 90-105.



Vera-Chang, M., *et al.*, (2019). *Innovaciones en la formulación de confituras con aditivos naturales*.  
*International Journal of Food Science and Technology*, 35(1), 78-92.

