



**Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas en dos variedades de abacá (mucílago), Bungalonón y Tangongón, para la bioconservación de papaya (*Carica papaya*) y piña (*Ananas comosus*)**

Dávila Falcones, Sonia Alejandra

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería en Biotecnología

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniería Biotecnológica.

PhD. Sánchez Llaguno, Sungey Naynee

21 de febrero del 2022

### Reporte de verificación de contenido

**COPYLEAKS**

DévilF SoniaA Trabajo de integración curricular.pdf  
Scanned on: 23:46 February 16, 2022 UTC

Overall Similarity Score: **3.6%**  
Results Found: **30**  
Total Words in Text: **21653**

Original Words	395
Words with Minor Changes	61
Paraphrased Words	198
Copied Words	3475

**Results**

- 1. [Formación de la comunidad y el aprendizaje del...](#)
- 2. [Formación de la comunidad y el aprendizaje del...](#)
- 3. [Resumen de las competencias y habilidades profesionales por...](#)
- 4. [ANÁLISIS EN PSICOLOGÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN...](#)
- 5. [Y LO QUE ES UN PDF](#)
- 6. [Y LO QUE ES UN PDF](#)
- 7. [¿Qué es la Normalización? Definición y ejemplos \(Charlynet\) |...](#)
- 8. [UNIVERSIDAD DE CUERNA](#)
- 9. [Unidad de Trabajo según realidad Unidad 1 Universidad UNIVERSI...](#)
- 10. [Cinco funciones principales del programa de Normalización?](#)
- 11. [UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ANGELES, SECCION D...](#)
- 12. [Andrés Rosales Martínez y otros, 2018, PDF de Google Books - TALLER...](#)
- 13. [ACCIONES 3.pdf](#)
- 14. [¿Qué es el programa de NORMALIZACIÓN? FUNDACIÓN ANGELES...](#)
- 15. [TALLERES ANGELES, julio 19, pdf xps](#)
- 16. [La institución Normaliza unidades de medida una vez de cada...](#)
- 17. [¿Cuál es el propósito de los manuales de Normalización?](#)
- 18. [Realiza una descripción de la importancia de la copia protegida...](#)
- 19. [UNIDADES DE ALMIRÓN DE DOS VARIACIONES DE MALANSA](#)
- 20. [norma.pdf | PPT | Scribd](#)
- 21. [8. DISEÑO DE FORMAS Y PAREDES ANILAS ULESA.pdf](#)
- 22. [Angeles Laboratorio y Tecnología, Placing Notebook | Pinterest...](#)
- 23. [Resumen de los objetivos de la Normalización en para un pro...](#)
- 24. [TALLERES ANGELES, agosto 19, pdf xps](#)
- 25. [Proyecto de Biología](#)
- 26. [Almacenamiento e identificación de bacterias ácido lácticas a pe...](#)
- 27. [Utilización: Construcción de azar y bordes en la cabeza...](#)
- 28. [Almacenamiento e identificación molecular de microorganismos...](#)
- 29. [Módulo: Estudio de las condiciones técnicas de la vía que v...](#)
- 30. [República Universidad Técnica de Ambato Estado de la C...](#)

Firma:

Firmado electrónicamente por:  
**SUNGEY NAYNEE SANCHEZ LLAGUNO**

PhD. Sánchez Llaguno, Sungey Naynee  
DIRECTOR



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

### CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

#### Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, “AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN DOS VARIEDADES DE ABACÁ (MUCÍLAGO), BUNGALONÓN Y TANGONGÓN, PARA LA BIOCONSERVACIÓN DE PAPAYA (*Carica papaya*) Y PIÑA (*Ananas comosus*)” fue realizado por la señora **Dávila Falcones, Sonia Alejandra** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 21 de febrero del 2022



Firmado electrónicamente por:  
SUNGEY NAYNEE  
SANCHEZ LLAGUNO

**PhD. Sánchez Llaguno, Sungey Naynee**

**C. C.: 12053488673**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**Responsabilidad de autoría**

Yo, **Dávila Falcones, Sonia Alejandra**, con cédula de ciudadanía n°1714847405, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **"AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN DOS VARIEDADES DE ABACÁ (MUCÍLAGO), BUNGALONÓN Y TANGONGÓN, PARA LA BIOCONSERVACIÓN DE PAPAYA (*Carica papaya*) Y PIÑA (*Ananas comosus*)"** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 21 de febrero del 2022

Firma

**Dávila Falcones, Sonia Alejandra**

C.C.: 1714847405



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**Autorización de Publicación**

Yo **Dávila Falcones, Sonia Alejandra**, con cédula de ciudadanía n°1714847405, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN DOS VARIEDADES DE ABACÁ (MUCÍLAGO), BUNGALONÓN Y TANGONGÓN, PARA LA BIOCONSERVACIÓN DE PAPAYA (*Carica papaya*) Y PIÑA (*Ananas comosus*)”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 21 de febrero del 2022

Firma

.....  
**Dávila Falcones, Sonia Alejandra**

C.C.: 1714847405

## Dedicatoria

La tesis está dedicada a:

Principalmente a Dios, por darme la vida, ser mi guía y fortaleza cada día en este proceso de alcanzar uno de mis anhelos más esperados.

A mi esposo Luis Zambrano, quien, pese a la distancia, ha sido incondicional en mi vida, con su amor, respeto y comprensión, sumado a sus oraciones, ha sabido respaldarme en cada momento, gracias, mi amor, por ayudarme alcanzar un nuevo objetivo.

A mis princesas Mayumi y Mandira, mi gran bendición, por ser mi motor, por comprender mi ausencia en muchos momentos en consecuencia de buscarles un mejor futuro.

A mis padres, por el apoyo incondicional en estos años en consecución de mi título, gracias a ustedes por el cuidado de mis princesas, por su paciencia y cariño.

A mis hermanos, sobrinos, y más del grupo familiar, por aportar siempre con su granito de arena y sus bendiciones.

De ustedes también es este triunfo, gracias por siempre

***Sonia Dávila.***

## **Agradecimiento**

A Dios por darme la sabiduría, y mi familia por ayudarme a conseguir la meta deseada. Gracias por creer en mí.

A mi tutora, PhD. Sungey Sánchez al igual que el PhD. Juan Neira, por ser de gran aporte, compartiendo sus sabios conocimientos tanto en los años de estudios, así como en el trabajo de titulación, Gracias por su apoyo.

A la ingeniera Katty Medina por su colaboración en la fase de laboratorio.

A la ingeniera Joselyn López por sus conocimientos impartidos en este estudio.

Al ingeniero Jorge Cueva por su constante apoyo durante toda la carrera, compartiendo sus conocimientos y su gran amistad. Gracias infinitas.

A todos los docentes por sus conocimientos impartidos durante toda la carrera.  
Les agradezco por sus enseñanzas.

Al Abogado Alejandro Falcones por su ayuda en esta etapa de tesis al igual que las empresas de Abacá por facilitarme la materia prima.

“Sentir gratitud y no expresarla es como envolver un regalo y no darlo”

Por ello GRACIAS

***Sonia Dávila.***

## Contenido

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido .....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de autoría .....	4
Autorización de Publicación .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento .....	7
Índice de Tablas.....	14
Índice de Figuras .....	18
Resumen.....	20
Abstract.....	21
Capítulo I.....	22
Introducción.....	22
Objetivos .....	24
Objetivo General .....	24
Objetivos Específicos .....	24
Hipótesis Nula.....	25

Hipótesis Alternativa .....	25
Capítulo II.....	26
Revisión Bibliográfica .....	26
El Abacá.....	26
Clasificación Taxonómica.....	26
Características .....	27
Variedades .....	27
El mucílago de abacá .....	27
El Proceso Fermentativo .....	28
Bacterias Ácido Lácticas (BAL) .....	29
Productos alimenticios fermentados por las BAL .....	29
Sustancias Sintetizadas por las BAL.....	30
Identificación molecular .....	32
Bioconservación.....	32
Las Bacteriocinas.....	33
Las bacteriocinas en la industria alimentaria .....	33
La Piña .....	34
Clasificación Taxonómica.....	34
Manejo Postcosecha de la Piña .....	35
Enfermedades postcosecha .....	36

	10
La Papaya.....	37
Clasificación Taxonómica.....	37
Manejo Postcosecha de la Papaya.....	37
Enfermedades postcosecha.....	38
Capítulo III.....	39
Materiales y métodos.....	39
Ubicación del Área de Investigación.....	39
Ubicación política.....	39
Ubicación geográfica.....	39
Ubicación ecológica.....	40
Materiales.....	41
Fermento del mucílago de abacá.....	41
Determinación de sólidos solubles.....	41
Determinación de pH.....	42
Determinación de la acidez titulable.....	42
Aislamiento e Identificación de las bacterias ácido lácticas.....	43
Bioconservación de las frutas.....	43
Recuento de poblaciones microbianas.....	44
Conservación de las bacterias ácido lácticas.....	44
Análisis estadístico.....	45

	11
Factores y niveles del experimento .....	45
Comparación de tratamientos .....	46
Tipo de diseño .....	46
Repeticiones .....	46
Comparación de tratamientos .....	48
Tipo de diseño .....	48
Repeticiones .....	49
Variables evaluadas.....	50
Métodos .....	52
Obtención de la materia prima .....	52
Fermentación del mucílago de abacá .....	53
Aislamiento de las bacterias ácido lácticas.....	53
Identificación microbiana .....	54
Conteo bacteriano.....	55
Secuenciación y análisis filogenético .....	55
Bioconservación de las frutas.....	55
Capítulo IV .....	57
Resultados y discusiones .....	57
Análisis de varianza para la fermentación. ....	57
Prueba de significancia de Tukey para los factores de estudio de fermentación	60

Resultados del estudio de las variedades de mucílago de abacá (Factor A) .....	60
Resultados del estudio para las frutas bioconservadas (Factor B) .....	62
Prueba de Tukey para las interacciones significativas en la fermentación. ....	64
<b>Análisis de Tukey en la interacción A*B (Abacá*Fermentación)</b> .....	64
Identificación de BAL presentes en la fermentación del mucílago de abacá. ....	66
Análisis de varianza para la bioconservación. ....	69
<b>Análisis de varianza para la variable acidez titulable</b> .....	69
<b>Análisis de varianza para la variable pH</b> .....	72
Análisis de varianza para la variable sólidos solubles .....	75
Análisis de varianza para la variable pérdida de peso.....	78
Prueba de significancia de Tukey para los factores de estudio .....	80
Resultados del estudio para las variedades de mucílago de abacá (Factor A) .....	80
Resultados del estudio para las frutas bioconservadas (Factor B) .....	82
Resultados del estudio para la temperatura de bioconservación (Factor C) .....	84
Prueba de Tukey para las interacciones significativas en la bioconservación.....	86
Análisis de Tukey en la interacción A*B (Abacá*Fruta) .....	86
Análisis de Tukey en la interacción A*C (Abacá*Temperatura) .....	88
Análisis de Tukey en la interacción B*C (Fruta*Temperatura) .....	91

Análisis de Tukey en la interacción A*B*C (Abacá*Fruta*Temperatura) ....	94
Análisis de conglomerados.....	98
Análisis de componentes principales. ....	99
Capítulo V .....	105
Discusión.....	105
Abacá (Factor A).....	105
Fruta (Factor B).....	105
Atmósfera (Factor C) .....	107
Respecto a la interacción A*B*C (Variedades de abacá-Frutas-Atmósferas) ..	108
Capítulo VI .....	111
Conclusiones.....	111
Recomendaciones .....	113
Bibliografía .....	114

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Clasificación taxonómica del abacá.....</i>	26
<b>Tabla 2</b> <i>Parámetros físico-químicos del mucílago de abacá de dos variedades. .....</i>	28
<b>Tabla 3</b> <i>Sustancias sintetizadas en los alimentos por las BAL. ....</i>	30
<b>Tabla 4</b> <i>Clasificación taxonómica de la piña.....</i>	34
<b>Tabla 5</b> <i>Proceso aplicado en la postcosecha de piña. ....</i>	35
<b>Tabla 6</b> <i>Clasificación taxonómica de la papaya .....</i>	37
<b>Tabla 7</b> <i>Proceso aplicado en la postcosecha de la papaya. ....</i>	37
<b>Tabla 8</b> <i>Características de la ubicación ecológica del lugar de la investigación. .....</i>	40
<b>Tabla 9</b> <i>Recursos necesarios para la fermentación del mucílago de abacá. ....</i>	41
<b>Tabla 10</b> <i>Recursos empleados para la determinación de sólidos solubles en: mucílago de abacá, papaya y piña.....</i>	41
<b>Tabla 11</b> <i>Recursos empleados para la determinación de pH en: mucílago de abacá, papaya y piña.....</i>	42
<b>Tabla 12</b> <i>Recursos empleados para la determinación de acidez titulable en: mucílago de abacá, papaya y piña.....</i>	42
<b>Tabla 13</b> <i>Recursos empleados para el aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas provenientes del mucílago de abacá fermentado. ....</i>	43
<b>Tabla 14</b> <i>Recursos empleados para la preparación de la solución probiótica y de la muestra .....</i>	43

<b>Tabla 15</b> Recursos empleados para el recuento de las poblaciones microbianas procedentes de papaya y piña. ....	44
<b>Tabla 16</b> Recursos empleados para conservar las bacterias ácido lácticas .....	44
<b>Tabla 17</b> Factores y Niveles para probar en la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de abacá. ....	45
<b>Tabla 18</b> Comparación de tratamientos antes y durante la fermentación del mucilago de abacá para la obtención de bacterias ácido-lácticas. ....	46
<b>Tabla 19</b> Representación del análisis de varianza, antes y después de la fermentación del mucilago de abacá para la obtención de bacterias ácido-lácticas. ....	47
<b>Tabla 20</b> Factores y Niveles para probar en la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de abacá. ....	47
<b>Tabla 21</b> Comparación de tratamientos en la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de abacá. ....	48
<b>Tabla 22</b> Representación del análisis de varianza para el estudio de la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de abacá.....	49
<b>Tabla 23</b> Análisis de varianza para la variable acidez titulable durante la fermentación. ....	57
<b>Tabla 24</b> Análisis de varianza para la variable pH durante la fermentación. ....	58
<b>Tabla 25</b> Análisis de varianza para la variable sólidos solubles durante la fermentación. ....	59
<b>Tabla 26</b> Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor A en las variables físico-químicas. ....	60
<b>Tabla 27</b> Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor B en las variables físico-químicas. ....	62

<b>Tabla 28</b> Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B en las variables físico-químicas.....	64
<b>Tabla 29</b> Resultados de pruebas microbiológicas de identificación bacteriana.	66
<b>Tabla 30</b> Cebadores utilizados para la secuenciación por PCR de 16S rRNA de la bacteria <i>Leuconostoc mesenteroides</i> .....	66
<b>Tabla 31</b> Características de identificación de la bacteria <i>Leuconostoc mesenteroides</i> . ....	67
<b>Tabla 32</b> Análisis de varianza para la variable acidez titulable en el día 0 de la bioconservación.....	69
<b>Tabla 33</b> Análisis de varianza para la variable acidez titulable en el día 5 de la bioconservación.....	70
<b>Tabla 34</b> Análisis de varianza para la variable acidez titulable en el día 10 de la bioconservación.....	71
<b>Tabla 35</b> Análisis de varianza para la variable pH en el día 0 de la bioconservación.....	72
<b>Tabla 36</b> Análisis de varianza para la variable pH en el día 5 de la bioconservación.....	73
<b>Tabla 37</b> Análisis de varianza para la variable pH en el día 10 de la bioconservación.....	74
<b>Tabla 38</b> Análisis de varianza para la variable sólidos solubles en el día 0 de la bioconservación.....	75
<b>Tabla 39</b> Análisis de varianza para la variable sólidos solubles en el día 5 de la bioconservación.....	76
<b>Tabla 40</b> Análisis de varianza para la variable sólidos solubles en el día 10 de la bioconservación.....	77

<b>Tabla 41</b> <i>Análisis de varianza para la variable pérdida de peso en el día 5 de la bioconservación.</i> .....	78
<b>Tabla 42</b> <i>Análisis de varianza para la variable pérdida de peso en el día 10 de la bioconservación.</i> .....	79
<b>Tabla 43</b> <i>Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor A en las variables físico-químicas.</i> .....	80
<b>Tabla 44</b> <i>Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor B en las variables físico-químicas.</i> .....	82
<b>Tabla 45</b> <i>Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor C en las variables físico-químicas.</i> .....	84
<b>Tabla 46</b> <i>Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B en las variables físico-químicas del día 0.</i> .....	86
<b>Tabla 46</b> <i>Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B en las variables físico-químicas del día 5.</i> .....	86
<b>Tabla 48</b> <i>Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B en las variables físico-químicas y microbiológicas del día 10.</i> .....	87
<b>Tabla 49</b> <i>Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*C en las variables físico-químicas del día 0.</i> .....	88
<b>Tabla 50</b> <i>Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*C en las variables físico-químicas del día 5.</i> .....	89
<b>Tabla 51</b> <i>Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*C en las variables físico-químicas y microbiológicas del día 10.</i> .....	89
<b>Tabla 52</b> <i>Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción B*C en las variables físico-químicas del día 0.</i> .....	91

<b>Tabla 53</b> Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción B*C en las variables físico-químicas del día 5.....	92
<b>Tabla 54</b> Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción B*C en las variables físico-químicas y microbiológicas del día 10. ....	92
<b>Tabla 55</b> Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B*C en las variables físico-químicas del día 0. ....	94
<b>Tabla 56</b> Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B*C en las variables físico-químicas del día 5. ....	95
<b>Tabla 57</b> Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B*C en las variables físico-químicas del día 10. ....	95
<b>Tabla 58</b> Matriz de correlación de componentes principales.....	99
<b>Tabla 59</b> Porcentajes de varianza total explicado.....	100
<b>Tabla 60</b> Matriz de componentes.....	102
<b>Tabla 61</b> Viabilidad de las bacterias ácido lácticas provenientes del mucílago de abacá, en los días 0,5 y 10 de la biorremediación en papaya y piña.....	103
<b>Tabla 62</b> Mohos, levaduras y enterobacterias en la bioconservación de papaya y piña con la aplicación de bacterias ácido-lácticas provenientes del mucilago de abacá en los días 5 y 10.....	104

### Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Ubicación geográfica del sitio de investigación. ....	40
<b>Figura 2</b> Estudio del efecto de las variedades del mucílago de abacá (Factor A) en las variables de estudio. ....	60

<b>Figura 3</b> Estudio del efecto del tipo de fermentación del mucílago de abacá (Factor B) en las variables de estudio.....	62
<b>Figura 4</b> Estudio del efecto de la fermentación (Factor B) en las variables de estudio para la interacción A*B en las variables físico-químicas. ....	64
<b>Figura 5</b> Árbol filogenético basado en las secuencias 16S ARNr de bacterias ácido-lácticas. ....	67
<b>Figura 6</b> Estudio del efecto de las variedades del mucílago de abacá (Factor A) en las variables de estudio. ....	80
<b>Figura 7</b> Estudio del efecto de las frutas (Factor B) en las variables de estudio. ....	82
<b>Figura 8</b> Estudio del efecto de la atmósfera (Factor C) en las variables de estudio. ....	84
<b>Figura 9</b> Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de estudio.	87
<b>Figura 10</b> Estudio del efecto de la interacción A*C en las variables de estudio. ....	90
<b>Figura 11</b> Estudio del efecto de la interacción B*C en las variables de estudio. ....	93
<b>Figura 12</b> Estudio del efecto de la interacción A*B*C en las variables de estudio. ....	96
<b>Figura 13</b> Dendograma para los factores en estudio.....	98
<b>Figura 14</b> Gráfica de sedimentación.....	101
<b>Figura 15</b> Gráfica de componentes principales.....	102

## Resumen

El estudio realizado tuvo como objetivo aislar las bacterias ácido lácticas a partir de dos variedades de mucílago de abacá (Bungalonón y Tangongón), para la bioconservación de piña (*Ananas comosus*) y papaya (*Carica papaya*), con la finalidad de prolongar vida útil; ya que durante la postcosecha pueden ser afectadas por patógenos. Para aislar las bacterias ácido lácticas se llevó a cabo la fermentación del mucílago de abacá durante 72 horas, y posteriormente fueron cultivadas en medio MRS Agar por el método de extensión, obteniendo seguidamente un cultivo puro por el método de estrías en medio MRS Agar; posteriormente se inóculo las bacterias en caldo MRS, con su respectiva resuspensión con el tampón ácido cítrico citrato de sodio. La parte experimental se basó en la aplicación de un diseño trifactorial (Abacá: Bungalonón y Tangongón; Frutas: Papaya y Piña; Atmósferas: Sin Refrigeración y Refrigeración) bajo un D.BC.A. que consistió en 8 tratamientos con 3 repeticiones; se aplicó la prueba de Tukey al 5% para diferenciar las medias. Durante la fermentación del mucílago de abacá se distinguió la bacteria *Leuconostoc mesenteroides*. Mientras que, los resultados físico-químicos (sólidos solubles, acidez, pH y pérdida de peso) y microbiológicos aplicados en las dos especies de frutas demostraron diferencias estadísticamente significativas ya que la papaya al ser un fruto climatérico se diferencia de la piña, en las actividades metabólicas internas del proceso de maduración. Consecuentemente, se determinó que el crecimiento hongos y levaduras fue inhibido debido a la aplicación de bacterias ácido lácticas como recubrimiento.

Palabras clave:

- **BIOCONSERVACIÓN**
- **MUCÍLAGO DE ABACÁ**
- **BAL**
- **PAPAYA**
- **PIÑA**

## Abstract

The objective of the study carried out was to isolate lactic acid bacteria from two varieties of abaca mucilage (Bungalón and Tangongón), for the bioconservation of pineapple (*Ananas comosus*) and papaya (*Carica papaya*), in order to prolong service life; since during the post-harvest they can be affected by pathogens. To isolate the lactic acid bacteria, fermentation of the abaca mucilage was carried out for 72 hours, and subsequently they were cultivated in MRS Agar medium by the extension method, subsequently obtaining a pure culture by the streak method in MRS Agar medium; Subsequently, the bacteria were inoculated in MRS broth, with their respective resuspension with the sodium citrate citric acid buffer. The experimental part was based on the application of a trifactorial design (Abacá: Bungalón and Tangongón; Fruits: Papaya and Pineapple; Atmospheres: Without Refrigeration and Refrigeration) under a D.B.C.A. which consisted of 8 treatments with 3 repetitions; Tukey's test at 5% was applied to differentiate the means. During the fermentation of abaca mucilage, the bacterium *Leuconostoc mesenteroides* was distinguished. While the physical-chemical (soluble solids, acidity, pH and weight loss) and microbiological results applied to the two fruit species show statistically significant differences since papaya, being a climacteric fruit, differs from pineapple, in Internal metabolic activities of the maturation process. Consequently, it will be limited that the growth of fungi and yeasts was inhibited due to the application of lactic acid bacteria as a coating.

Keywords:

- **BIOCONSERVATION**
- **ABACA MUCILAGE**
- **BAL**
- **PAPAYA**
- **SALT PINEAPPLE**

## Capítulo I

### Introducción

Las frutas tropicales son una fuente importante de nutrientes para la alimentación humana; estas contribuyen con el 3% de las exportaciones mundiales de los productos alimenticios que son de origen agrícola Orrego, et al., (2020); entre las cuales se destacan la piña y la papaya debido a su alto nivel de calidad sensorial. Conforme a lo expresado por (Pandashina, 2021) en el 2019, se exportaron 89 TM de piña en el mundo; mientras que, en cuanto a la papaya las exportaciones mundiales ascendieron a 354 568 TM (Granda, 2021).

Tanto la piña como la papaya son frutas con un alto nivel de producción en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas; las cuales tienen como destino principal, al mercado internacional (Pandashina, 2021) y (Granda, 2021). Para lo cual, es necesario someterlas a un proceso pos-cosecha que evalúa la calidad de los atributos organolépticos conforme al mercado de exportación (Velásquez, 2018).

Sin embargo, a pesar de los rigurosos parámetros que se analizan previo a su traslado; el contenido acuoso, las condiciones de almacenamiento, la tasa respiratoria y ciertas enfermedades pos-cosecha que en un inicio son indetectables, pueden provocar pérdidas por las devoluciones o el rechazo de las frutas debido a la degradación de su calidad (Velásquez, 2018).

La bioconservación ha surgido como una nueva tecnología para conservar frutas y verduras de forma natural a través del uso de microorganismos beneficiosos que pueden controlar la proliferación de patógenos, gracias a la producción de metabolitos específicos Linares et al., (2018).

Las BAL por su parte, se han destacado históricamente gracias a su capacidad para conservar alimentos a través de la fermentación, como los lácteos, carnes, pescado, verduras, algunas legumbres, cereales y frutas Dimidi et al., (2019). Por lo cual, han sido definidas como “seguras para el consumo humano”

por la FDA ya que proliferan eficientemente bajo ambientes ricos en CO<sub>2</sub>; lo que ha sustentado su uso potencial para la bioconservación Linares et al., (2018).

El abacá es un cultivo de creciente importancia en las zonas de Santo Domingo y La Concordia por la calidad de su fibra. Sin embargo, su cosecha deja un alto porcentaje de residuos en campo que no son aprovechados; puesto que, el producto de interés de esta especie corresponde tan solo entre el 2% al 5% de su composición (Álvarez & Guevara, 2020). Lo que deja a la deriva considerables cantidades de mucílago, que pueden ser un medio potencial para la obtención de BAL, debido a la naturaleza del cultivo. Ya que como menciona Guevara, (2021) se han hallado diversas especies de BAL en especies que se cultivan cerca del suelo.

Basándose en lo manifestado con anterioridad, el presente estudio de investigación aporta con ideas para el desarrollo de la biotecnología industrial a través del fundamento científico; a partir de la fermentación del mucílago de abacá para la obtención de BAL; microorganismos que, a su vez tienen potencial para la bioconservación de frutas tropicales con interés exportable como la piña y la papaya.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Aislar y caracterizar bacterias ácido lácticas en dos variedades de abacá (Mucílago), Bungalonón y Tangongón, para la bioconservación de papaya (*Carica papaya*) y piña (*Ananas comosus*).

### ***Objetivos Específicos***

Aislar bacterias ácido lácticas presentes en la fermentación de las variedades de abacá (Mucílago), Bungalonón y Tangongón.

Evaluar el efecto de la aplicación de las bacterias ácido lácticas para la bioconservación de papaya y piña.

Determinar la influencia de las atmósferas controladas en la bioconservación de papaya y piña.

Determinar mediante análisis físico-químicos y microbiológicos la influencia del bioconservante aplicado en las características de la papaya y piña.

***Hipótesis Nula***

**Ho:** Las variedades de abacá (Mucílago), Bungalanón y Tangongón, no influyen sobre el aislamiento de bacterias ácido lácticas del fermento.

**Ho:** La aplicación de las bacterias ácido lácticas no influye en la bioconservación de papaya y piña.

**Ho:** El tipo de fruta no influye, en la bioconservación con bacterias ácido lácticas provenientes del mucílago de abacá

**Ho:** Las atmósferas controladas no influyen sobre la bioconservación de papaya y piña.

***Hipótesis Alternativa***

**Ha:** Las variedades de abacá (Mucílago), Bungalanón y Tangongón, sí influyen sobre el aislamiento de bacterias ácido lácticas del fermento.

**Ha:** La aplicación de las bacterias ácido lácticas sí influye en la bioconservación de papaya y piña.

**Ha:** El tipo de fruta influye, en la bioconservación con bacterias ácido lácticas provenientes del mucílago de abacá

**Ha:** Las atmósferas controladas si influyen sobre la bioconservación de papaya y piña.

## Capítulo II

### Revisión Bibliográfica

#### El Abacá

El abacá es una fibra vegetal que se originó en Filipinas; siendo este, el primer país en producirla. En 1521, Ferdinand Magellan en las islas Cebú observó la utilización de este material en las vestimentas de los pobladores; sin embargo, el cultivo tomó importancia comercial en 1820 (Zambrano, 2015). No obstante, Filipinas lo produjo hasta la segunda guerra mundial; puesto que, el ejército japonés cesó la producción haciendo que los productores buscaran nuevos sitios donde cultivarla (Chang & Montero, 2015).

Es así como a través de los años, el abacá llegó a territorio ecuatoriano; donde se implantó en primera instancia la variedad bungalanon (Pera, 2019). Desde entonces, Ecuador se ha posicionado como el segundo país exportador de fibra de Abacá, que tiene como destino: EEUU, Japón, Reino Unido y China (Cárdenas, 2016).

#### ***Clasificación Taxonómica***

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica del abacá*

División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	<i>Musa</i>
Epíteto	<i>textiles</i>

Nota: Esta tabla presenta la clasificación taxonómica del abacá, obtenida de (FAO, 2010).

### **Características**

El abacá se caracteriza por ser una planta bastante similar al plátano, debido a su parentesco familiar, por lo cual su producción es perenne distinguida por un ciclo de inicio que va de 18 a 24 meses, para ser cosechada cada 2 meses o conforme al manejo si, este es adecuado, puede lograr una producción prolongada hasta por 20 años (Pardo, 2018). Conforme a Waller & Wilsby, (2019) este tipo de plantas poseen una composición del 90% de agua y sólo entre un 2 a 5% de fibra.

### **Variedades**

Según un estudio realizado por Alman & Herrera, (2021) las variedades con mayor popularidad en Ecuador son:

**Bungalanon.** Es una variedad de rápido crecimiento, pseudotallo corto y delgado de color oscuro y hojas brillantes con fibra suave (Alman & Herrera, 2021).

**Tangongon.** Su pseudotallo de mayor diámetro y tamaño, con resistencia a condiciones adversas, plagas y enfermedades (Alman & Herrera, 2021)

**Manguindanao.** Posee pseudotallos de porte alto y de color rojizo oscuro exterior con fibras brillantes y suaves (Alman & Herrera, 2021)

### **El mucílago de abacá**

El mucílago es un compuesto que se caracteriza por la retención de agua en diversas secciones de las plantas; este por lo general se utiliza para la obtención de etanol a través de la fermentación alcohólica que se traduce posteriormente en su destilación (Álvarez & Guevara, 2020). A continuación, se presenta el análisis bromatológico del mucílago de abacá a partir de dos variedades:

**Tabla 2**

*Parámetros físico-químicos del mucílago de abacá de dos variedades.*

Parámetros	Unidad	Bungalanon	Tangongon
Sólidos solubles	Brix	4	3
Acidez titulable	%	0,0073	0,0091
pH	%	4,49	4,37
Grasa	%	0,60	0,25
Proteína	%	0,78	0,69
Humedad	%	96,80	98,10
Cenizas	%	9,12	8,10

Nota: Esta tabla presenta los parámetros bromatológicos del mucílago de abacá de las variedades bungalanon y tangongon (Álvarez & Guevara, 2020).

### **El Proceso Fermentativo**

Es un proceso natural de metabolismo central en el que un organismo convierte un carbohidrato, como el almidón o el azúcar, en un alcohol o un ácido. Por ejemplo, la levadura realiza la fermentación para obtener energía al convertir el azúcar en alcohol. Desde un punto de vista bioquímico, la fermentación es realizada por levaduras y algunas bacterias como las BAL; cuando el piruvato generado a partir del metabolismo de la glucosa se descompone en etanol y dióxido de carbono (Maicas, 2020).

Conforme a lo expresado por las BAL, se asocian fuertemente con las fermentaciones de granos en cacao, por ejemplo; donde crecen hasta alcanzar entre  $10^7$ - $10^8$  UFC/g cuando sólo ha transcurrido un lapso de 36 a 48 horas del proceso fermentativo. Entre las BAL más destacadas de este tipo de fermentos están: *Lactobacillus fermentum* y *Lactobacillus plantarum* (López, 2021).

## **Bacterias Ácido Lácticas (BAL)**

Las BAL pertenecen a un amplio grupo de bacterias caracterizadas por la formación de ácido láctico como producto final único o principal (más del 50%) de la utilización de carbohidratos. Además, se adaptan a diversas condiciones y cambian su metabolismo en consecuencia; cubriendo una variada gama de géneros que incluyen especies de Lactobacilos, Enterococos, Lactococos, Pediococos, Estreptococos, Tetragenococos, Vagococos, Leuconostocs, Oenococos, Carnobacterias y Weissella (George et al., 2018).

Los BAL se consideran generalmente reconocidos como seguros (GRAS) debido a su uso ubicuo en los alimentos y su papel único en la microflora saludable de las superficies mucosas humanas. Hasta la fecha, 50 cepas de BAL han obtenido el estatus de presunción de seguridad calificada (QPS) por parte de la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (Ricci et al., 2017).

La capacidad de los BAL para producir ácidos orgánicos y otras sustancias antimicrobianas los ha hecho esenciales en la conservación de alimentos de origen vegetal, mientras que también son los microbios más importantes que promueven cambios positivos significativos en los aspectos saludables de los alimentos vegetales. Su metabolismo durante la fermentación contribuye a reducir algunos factores tóxicos y antinutricionales y a promover compuestos bioactivos biodisponibles (Filannino et al., 2018).

### ***Productos alimenticios fermentados por las BAL***

Aunque los LAB son probablemente más conocidos por su papel en la fermentación láctea, también juegan un papel importante en la producción de vino (Kleerebezem et al., 2017). Algunos de los productos alimenticios fermentados de bacterias del ácido láctico incluyen kéfir, queso, mantequilla, yogur, chucrut, suero de leche, verduras en salmuera, masa madre, cuajada de soja, koumiss, rebozado, uttapam, carne fermentada y bebidas de origen vegetal (Ayivi et al., 2020).

Un estudio realizado en Ecuador por (Verdezoto, 2017) en mucílago de cacao de diferentes variedades (CCN-51 y EET-103) con procesos fermentativos durante 24, 48 y 72 horas permitieron obtener BAL como: *Lactococcus* spp y *Enterococcus* spp.

### **Sustancias Sintetizadas por las BAL**

**Tabla 3**

*Sustancias sintetizadas en los alimentos por las BAL.*

Sustancia	Ingeniería metabólica	Ampliación de aplicaciones en la industria alimentaria	Cepas de BAL
Ácido láctico	Expresión del gen que codifica la deshidrogenasa de cadena corta para un mayor rendimiento de ácido D-láctico	Utilización de los desechos de la industria láctea como sustrato para reducir costos	<i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i> B103, <i>Lactocaseibacillus casei</i> , <i>Lactiplantibacillus pentosus</i> y <i>Lactobacillus</i> sp., <i>Enterococcus faecalis</i> .
Bacteriocinas		Inhibe el crecimiento de <i>Listeria monocytogenes</i> en carne picada cruda y dorada	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> TN8; <i>Lactilactobacillus sakei</i> CTC494

	Las gasserinas tienen actividad antibacteriana contra <i>Listeria monocytogenes</i> o <i>Bacillus cereus</i>	La gassericina A puede ser una herramienta importante para la conservación de alimentos.	<i>Lactobacillus gasseri</i>
	Sakacin P tiene actividad antibacteriana contra <i>Listeria monocytogenes</i> o <i>Bacillus cereus</i>	Sakacin P ejerce su efecto antibacteriano en embutidos fermentados	<i>Latilactobacillus sakei</i>
Polisacáridos extracelulares	Sintetizar glucano usando sacarosa	Sintetizar isomalto- / malto- polisacáridos usando diferentes sustratos	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> ; <i>Lactobacillus crispatus</i> y <i>Limosilactobacillus reuteri</i> 35-5
		Tiene una fuerte actividad inhibidora con una variedad de bacterias patógenas.	<i>Lactococcus lactis F-mou</i> y <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> BR2
	Dos glicosiltransferasas participan en la formación de glucano.	Exploración de una nueva forma de biosíntesis de glucanos	<i>Lactobacillus johnsonii</i>
Sustancias antioxidantes	Metaboliza el ácido fenólico por descarboxilasa y reductasa.	Reducir el daño de las sustancias fenólicas a la membrana	<i>Levilactobacillus brevis</i> , <i>Limosilactobacillus fermentum</i> y

	plasmática y la pared celular de las bacterias del ácido láctico.	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>
Convierta el glutatión oxidado extraído del medio ambiente en glutatión reducido.	Promoción de la síntesis de glutatión en la industria	<i>Limosilactobacillus fermentum</i> CECT 5716 y <i>Streptococcus thermophilus</i>

Nota: Esta tabla muestra la descripción de las sustancias sintetizadas en los alimentos debido a la presencia de BAL (Wang et al., 2021).

### **Identificación molecular**

La identificación a través de técnicas moleculares permite discriminar a los microorganismos que se encuentran estrechamente ligados, a nivel de cepas y a través de su aplicación universal. En la actualidad, el análisis del gen ribosómico 16S, es el más empleado para estudios filogenéticos en BAL, puesto que consta de alrededor de 1550 pares de bases; esta herramienta es bastante fiable, y consiste en amplificar el gen de interés por PCR utilizando iniciadores universales de regiones conservadas en ambos extremos del gen. Al obtener la secuencia, esta se alinea y compara con las secuencias almacenadas en bases de datos para calcular su similitud (Sánchez, 2019).

### **Bioconservación**

Conforme a Cortés et al., (2018) la bioconservación está definida como el incremento de la vida en percha; así como su seguridad alimentaria mediante la aplicación de microorganismos que proliferan naturalmente; sin embargo, estos deben ser controlados al igual que sus compuestos antimicrobianos.

## Las Bacteriocinas

Son metabolitos primarios de polipéptidos, proteínas o complejos proteicos sintetizados por bacterias utilizando ribosomas con actividad antibacteriana; estas pueden inhibir el crecimiento y la reproducción de una variedad de bacterias (Wang et al., 2021).

### ***Las bacteriocinas en la industria alimentaria***

Se prefieren las bacteriocinas producidas por microorganismos grampositivos, como las bacterias del ácido láctico, debido a sus propiedades conservantes, especialmente en la industria alimentaria. Esta preferencia también se debe en parte a su espectro inhibitorio más amplio que el de los microorganismos Gram-negativos. El uso de bacteriocinas en la industria alimentaria ha aumentado significativamente con la creciente preocupación por el uso de conservantes químicos (como los nitritos) que son perjudiciales para la salud humana (Gumienna & Górna, 2021).

Los estudios han informado de la inhibición eficaz de microorganismos como *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* *Bacillus cereus* y *Alicyclobacillus acidoterrestris* (Gumienna & Górna, 2021).

**Nisina.** La nisina es térmicamente estable y está disponible comercialmente para su uso en varios productos alimenticios. Esta bacteriocina no pierde su actividad antimicrobiana después de la pasteurización, esterilización u otros métodos de procesamiento, ya que generalmente está protegida por ingredientes alimentarios. Por lo tanto, este polipéptido natural se ha combinado con varios biopolímeros para producir materiales antimicrobianos para la conservación de alimentos (Gumienna & Górna, 2021).

Se ha demostrado que la nisina inhibe eficazmente el crecimiento de patógenos bacterianos, como *monocytogenes*. A menudo se utiliza en productos lácteos y alimentos enlatados, inhibiendo eficazmente el crecimiento de microorganismos formadores de esporas resistentes al calor, especialmente los de los géneros *Bacillus*, *Listeria* y *Clostridium* (Santos et al., 2018).

**Pediocina PA-1.** Se trata de una bacteriocina de 44 aminoácidos producida por *Pediococcus acidilactici* cuya estructura molecular contiene cuatro moléculas de lisina, tres moléculas de histidina, una molécula de ácido aspártico y cuatro moléculas de cisteína conectadas por enlaces disulfuro (León & Segura, 2020). Como proteína de bajo peso molecular sin modificar, la pediocina muestra una buena estabilidad térmica, propiedades fisicoquímicas estables y, sobre todo, un amplio espectro antimicrobiano. Además, tiene un amplio rango de adaptación a la temperatura y al pH; además, puede degradarse en el cuerpo humano debido a su naturaleza polipeptídica y puede inhibir eficazmente varias bacterias patógenas transmitidas por los alimentos (Gumienna & Górna, 2021).

Conforme a Gumienna & Górna, (2021), existen estudios donde al aplicar pediocina cruda en polihidroxibutirato (PHB) para el desarrollo de películas antimicrobianas se pudo determinar que esta protección, presentó actividad antimicrobiana contra patógenos transmitidos por los alimentos, como bacterias y hongos.

## La Piña

Los primeros datos sobre la piña se redactaron por Pedro Mártir, en 1493 al arribar Cristóbal Colón y sus navegantes hasta la Isla Guadalupe y Veragua. Esta fruta, se considera originaria de América Tropical, con su centro de origen en zonas comprendidas entre los 15° y 30° de latitud sur y 40 a 60° de longitud oeste, que posteriormente fueron extendiéndose hasta El Caribe. Posteriormente, su distribución fue llevada a cabo por los europeos hacia Asia (Chuquillanqui, 2018).

### **Clasificación Taxonómica**

**Tabla 4**

*Clasificación taxonómica de la piña*

División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Bromeliales
Familia	Bromeliaceae

Género	<i>Ananas</i>
Epíteto	<i>comosus</i>

Nota: Esta tabla presenta la clasificación taxonómica de la piña, obtenida de (Loría, 2016).

### ***Manejo Postcosecha de la Piña***

La postcosecha en piña tiene como principal objetivo, mantener la calidad de la fruta luego de ser cosechada; esta fase implica la aplicación de varios procedimientos para asegurar la manutención de sus características organolépticas, al llegar a su destino (Ulloa, 2017).

**Tabla 5**

*Proceso aplicado en la postcosecha de piña.*

Fases	Descripción
Lavado y desinfección	Luego de cosechar la fruta, esta se coloca en cajones para transportarla; su traslado se realiza hasta la planta empacadora donde es sumergida en una solución de agua clorada (100-150 mg/L) que alcanza un pH de 6 a 7,5. A continuación, las frutas son seleccionadas en una banda a través de bombas de agua que eliminan contaminantes anexos a la superficie.
Selección, encerado y aplicación de fungicida	En esta fase la banda transportadora conduce a las frutas seleccionadas hacia el área de empaque; donde la piña es ubicada para recibir el baño de cera (sin incluir la corona). El principal objetivo del encerado es reducir los daños causados por frío además de disminuir la pérdida de agua por transpiración. La aplicación del fungicida por otra parte se realiza para evitar

---

Clasificación y empaque	<p>el desarrollo de agentes patógenos tanto en la piel como en el pedúnculo.</p> <p>En esta fase las frutas se clasifican conforme a los requerimientos de las empresas exportadoras, dichos criterios se basan en: sólidos solubles, translucidez, acidez, color, peso y tamaño. Posteriormente, las piñas son colocadas en cajas de cartón corrugado que poseen dimensiones acordes a los requerimientos del mercado, considerando también homogeneidad entre las frutas.</p>
Cadena de frío	<p>Este paso inicia con un pre-tratamiento donde se alcanza una temperatura interna bastante cercana a la temperatura de almacenamiento. Las frutas, son ubicadas dentro de cámaras de almacenamiento que se trasladan luego hasta los contenedores de transporte, con una temperatura de alrededor de 7°C y una humedad relativa de 85% a 95% hasta llegar a su destino.</p>

---

Nota: Esta tabla describe de manera general el proceso postcosecha aplicado en piña (Ulloa, 2017).

### ***Enfermedades postcosecha***

Aunque el proceso de selección previo al envío es riguroso para este tipo de fruta, pueden existir enfermedades que no logran ser detectadas visualmente puesto que, pueden encontrarse en latencia. Por lo general, el corte a nivel peduncular en la cosecha es un punto susceptible frente al desarrollo de enfermedades. Entre las enfermedades postcosecha se destacan: la pudrición negra (*Thielaviopsis paradoxa*) y el ataque por mohos (*Penicillium spp*, y *Fusarium spp*) (Velásquez, 2018).

## La Papaya

La papaya o también denominada papayo, es un fruto originario de las regiones tropicales de las zonas: América Central y América del Sur. Luego de la conquista de los españoles, su distribución se llevó a cabo a través de las Antillas y América del Sur en su totalidad; difundiéndose después hasta Filipinas, Ceilán, al Sur de China, Malasia y Hawai por los navegantes de origen portugués y español (Mamani, 2018).

### **Clasificación Taxonómica**

**Tabla 6**

*Clasificación taxonómica de la papaya*

División	Antophyta
Clase	Magnoliophyta
Orden	Pariales
Familia	Caricaceae
Género	<i>Carica</i>
Epíteto	<i>papaya</i>

Nota: Esta tabla presenta la clasificación taxonómica de la papaya, obtenida de (Mamani, 2018).

### **Manejo Postcosecha de la Papaya**

**Tabla 7**

*Proceso aplicado en la postcosecha de la papaya.*

Fases	Descripción
Selección y clasificación	Se separan los frutos sanos sin magulladuras para agrupar los frutos por tamaño y estado de madurez.
Lavado y desinfección	Los frutos se lavan con una solución acuosa de detergente e hipoclorito de sodio al 0,1% durante 3 minutos; y, luego otro baño con agua

---

	limpia por 2 minutos; en ambos casos se utiliza agua fría. La desinfección por su parte se realiza con una solución de tiabendazol al 0,1% más un tratamiento complementario donde la fruta se sumerge en una solución de cloruro de calcio al 0,1% para prevenir la degradación de la firmeza.
Tratamiento pre-almacenamiento	En este punto, se utiliza un madurador hormonal a base de etileno conforme a las necesidades del mercado.
Empaque y almacenamiento	El empaque se lleva a cabo con cajas de cartón troqueladas con orificios de ventilación donde se colocan entre 6 a 12 unidades que se acomodan sobre almohadillas de espuma de una sola capa. La fruta suele conservarse hasta 3 semanas conforme al grado de madurez; las temperaturas utilizadas para madurez fisiológica del 25% es de 13°C, para 25-50% de 10°C, y 7°C para madurez de más del 50%.

---

Nota: Esta tabla describe de manera general el proceso postcosecha aplicado en papaya (Gutierrez, 2018).

### ***Enfermedades postcosecha***

Entre las enfermedades que afectan a la papaya durante su fase de postcosecha se encuentran: antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides*), mancha negra (*Asperisporium caricae*), pudrición peduncular (*Lasioidiplodia theobromae*), hongo de agua (*Phytophthora palmívora/ Phytophthora capsici*) y mancha café (*Cercospora papayae*) (Ruiz, 2016).

### Capítulo III

#### Materiales y métodos

##### **Ubicación del Área de Investigación**

La investigación se desarrolló en los laboratorios de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” sede Santo Domingo, ubicada en el kilómetro 24 de la vía a Quevedo, parroquia Luz de América, cantón Santo Domingo, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas.

##### ***Ubicación política***

País: Ecuador

Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas

Cantón: Santo Domingo

Parroquia: Luz de América

Sector: Km 24 Vía Quevedo

##### ***Ubicación geográfica***

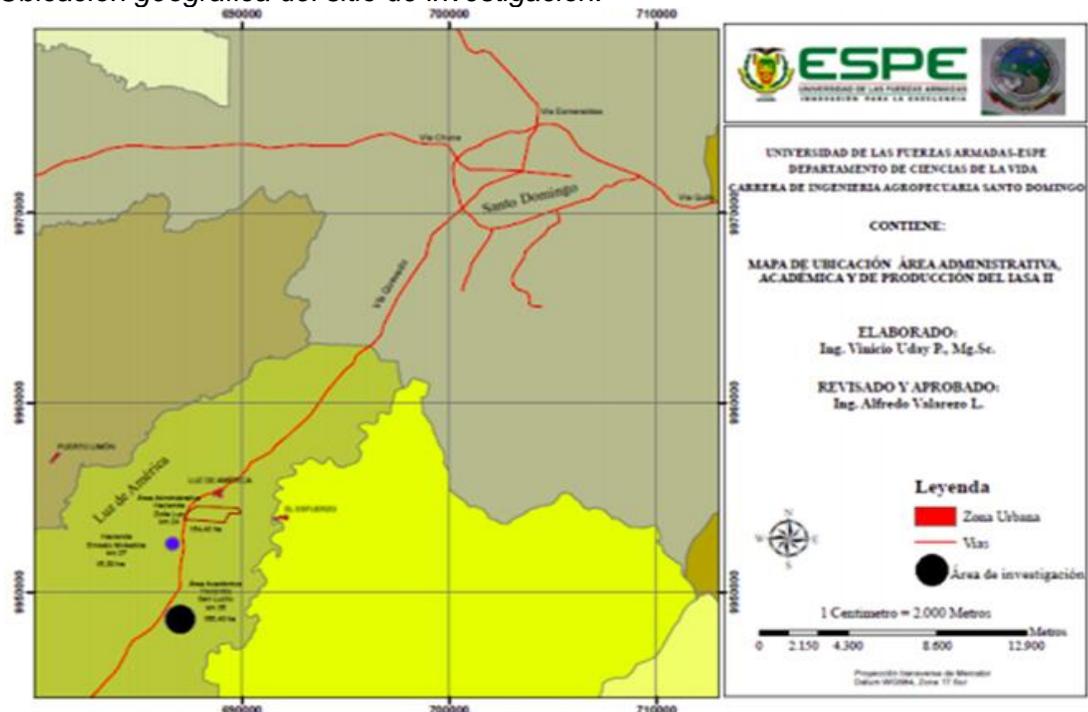
Latitud: 00° 24' 36”

Longitud: 79° 18' 43”

Altitud: 270 msnm

**Figura 1**

*Ubicación geográfica del sitio de investigación.*



Nota: Esta figura presenta la ubicación geográfica del sitio de investigación.

### **Ubicación ecológica**

**Tabla 8**

*Características de la ubicación ecológica del lugar de la investigación.*

Zona de vida:	Bosque húmedo Tropical
Altitud:	224 msnm
Temperatura media:	24 °C
Precipitación:	2860 mm año
Humedad relativa:	85%
Heliofanía:	680 horas luz/año
Tipo de suelo:	Franco arenoso

Nota: Esta tabla demuestra la ubicación ecológica del lugar de la investigación.

Fuente: Estación Agro Meteorológica "Puerto Ila" Vía Quevedo Km 34

## Materiales

### *Fermento del mucílago de abacá*

**Tabla 9**

*Recursos necesarios para la fermentación del mucilago de abacá.*

Materiales/Insumos	Muestras
Cedazo	Mucílago de abacá de la
Tela de lienzo	variedad Bungalanón
Recipiente de plástico graduado	Mucílago de abacá de la
Globos	variedad Tangongón
Fundas plásticas negras	
Embudo	
Botellas de 1 L	

Nota: Esta tabla expone los recursos empleados para la fermentación de las variedades de mucílago de abacá.

### *Determinación de sólidos solubles*

**Tabla 10**

*Recursos empleados para la determinación de sólidos solubles en: mucílago de abacá, papaya y piña.*

Equipos	Materiales/Insumos	Muestras
Refractómetro Atago	Vaso de precipitación (200 mL)	Mucílago de abacá
		Papaya
		Piña

Nota: Esta tabla expone los recursos empleados para la determinación de sólidos solubles en el mucílago de abacá y las muestras de papaya y piña.

### **Determinación de pH**

**Tabla 11**

*Recursos empleados para la determinación de pH en: mucílago de abacá, papaya y piña.*

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Potenciómetro	Vaso de precipitación (200 mL)	Agua destilada estéril	Mucílago de abacá
Balanza analítica	Probeta (100 mL)	Soluciones buffer	Papaya
	Pipeta (10 mL)		Piña
	Varilla de vidrio		

Nota: Esta tabla expone los recursos empleados para la determinación de pH en el mucílago de abacá y las muestras de papaya y piña.

### **Determinación de la acidez titulable**

**Tabla 12**

*Recursos empleados para la determinación de acidez titulable en: mucílago de abacá, papaya y piña.*

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Potenciómetro	Pipeta (10 mL)	NaOH 0,1N	Mucílago de abacá
Agitador	Vasos de precipitación (250 mL)	Agua destilada	Papaya
Plancha térmica magnética	Probeta (50 mL)		Piña
Kit de titulación	Mortero		

Nota: Esta tabla expone los recursos empleados para la determinación de acidez titulable en el mucílago de abacá y las muestras de papaya y piña.

### ***Aislamiento e Identificación de las bacterias ácido lácticas***

**Tabla 13**

*Recursos empleados para el aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas provenientes del mucílago de abacá fermentado.*

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Incubadora	Tubos de ensayo	MRS Agar	Mucílago
Cámara de flujo laminar	Mechero	Cristal violeta	de abacá
Autoclave	Asa drigalski	Lugol	fermentado
Microscopio	Asa bacteriológica	Alcohol acetona	
Balanza	Placas Petri	Safranina	
Plancha térmica magnética	Portaobjetos	Aceite de inversión	
	Frascos para medios	Peróxido de Hidrógeno	
	Micropipeta	Agua peptona	

Nota: Esta tabla expone los recursos empleados para el aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas provenientes del mucílago de abacá fermentado

### ***Bioconservación de las frutas***

**Tabla 14**

*Recursos empleados para la preparación de la solución probiótica y de la muestra*

Equipos	Materiales/Reactivos	Reactivos	Muestras
Incubadora.	Tubos de ensayo	Citrato de sodio	Aislamiento de BAL
Autoclave.	Mechero bunsen	Caldo MRS	
Cámara de flujo laminar.	Asa bacteriológica	Ácido cítrico	
Potenciómetro	Frascos para medios		
Espectrofotómetro	Micropipeta		
Centrífuga	Probeta		
	Vaso de precipitación		

Nota: Esta tabla expone los recursos empleados para la preparación de la solución probiótica y de la muestra.

### ***Recuento de poblaciones microbianas***

**Tabla 15**

*Recursos empleados para el recuento de las poblaciones microbianas procedentes de papaya y piña.*

Equipos	Materiales	Reactivos	Muestras
Incubadora.	Tubos de ensayo	Agua peptona	Papaya
Autoclave.	Vaso de precipitación (500 mL)	Agua destilada estéril	Piña
Cámara de flujo laminar.	Mechero bunsen	Láminas Petri film	
Balanza analítica sensible al 0,1 mg	Difusor		
Stomacher	Espátula		
Contador de colonias	Matraz Erlenmeyer		
	Micropipeta		
	Probeta		

Nota: Esta tabla expone los recursos empleados para el recuento de poblaciones microbianas procedentes de papaya y piña.

### ***Conservación de las bacterias ácido lácticas***

**Tabla 16**

*Recursos empleados para conservar las bacterias ácido lácticas*

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Incubadora	Tubos de ensayo	Glicerol al 30%	Bacterias ácido lácticas
Autoclave	Asa bacteriológica	Caldo MRS	
Refrigeradora	Micropipeta		
Cámara de flujo laminar	Tubos eppendorf		

---

Balanza analítica  
sensible al 0,1 mg

---

Nota: Esta tabla expone los recursos empleados en la conservación de las bacterias ácido lácticas.

### **Análisis estadístico**

#### ***Factores y niveles del experimento***

En este estudio se utilizó dos modelos estadísticos como se detalla a continuación

**Tabla 17**

*Factores y Niveles para probar en la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de abacá.*

Factores	Simbología	Niveles
Variedad de mucilago de abacá (A)	a <sub>0</sub>	Bungalonón
	a <sub>1</sub>	Tangongón
Fermentación (B)	b <sub>0</sub>	Puro
	b <sub>1</sub>	Fermentado

Nota: Esta tabla muestra los factores y niveles probados antes y después de la fermentación para la obtención de bacterias ácido lácticas provenientes de mucilago de abacá.

### **Comparación de tratamientos**

**Tabla 18**

*Comparación de tratamientos antes y durante la fermentación del mucilago de abacá para la obtención de bacterias ácido-lácticas.*

Nº	Tratamientos	Combinación
T1	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	Bungalonón + Puro
T2	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	Bungalonón + Fermentado
T3	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	Tangongón + Puro
T4	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Tangongón + Fermentado

Nota: Esta tabla muestra la comparación de tratamientos antes y durante la fermentación del mucilago de abacá para la obtención de bacterias ácido-lácticas.

### **Tipo de diseño**

Para la obtención de las bacterias ácido lácticas antes y durante la fermentación se aplicó un diseño factorial AxB (2x2), consintiendo en un total de 4 tratamientos con tres repeticiones por tratamiento. El modelo estadístico de este diseño es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, a; \quad j = 1, 2, \dots, b; \quad k = 1, 2, \dots, c$$

### **Repeticiones**

Tres repeticiones por tratamiento, con un total de 12 unidades experimentales.

**Tabla 19**

*Representación del análisis de varianza, antes y después de la fermentación del mucilago de abacá para la obtención de bacterias ácido-lácticas.*

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Variedad de mucilago de abacá	a - 1	1
Fermentación	b - 1	1
Variedad de mucilago de abacá x fermentación	(a - 1) (b - 1)	1
Repetición	(r-1)	2
Error		6
Total		11

Nota: Esta tabla muestra la representación del análisis de varianza, antes y después de la fermentación del mucilago de abacá para la obtención de bacterias ácido-lácticas.

**Análisis funcional.** Para tomar una decisión en las variables con resultados característicos se aplicó la prueba de significancia Tukey ( $p < 0,05$ ) para el análisis de varianza.

**Tabla 20**

*Factores y Niveles para probar en la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de abacá.*

Factores	Simbología	Niveles
Variedad de mucilago de abacá (A)	a <sub>0</sub>	Bungalonón
	a <sub>1</sub>	Tangongón
Fruta (B)	b <sub>0</sub>	Papaya
	b <sub>1</sub>	Piña
Temperatura (C)	c <sub>0</sub>	Refrigeración

c<sub>1</sub>

Sin refrigeración

Nota: Esta tabla muestra los factores y niveles probados en la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de abacá.

### **Comparación de tratamientos**

**Tabla 21**

*Comparación de tratamientos en la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de abacá.*

N°	Tratamientos	Combinación
T1	a0b0c0	Bungalonón + Papaya + Refrigeración
T2	a0b0c1	Bungalonón + Papaya + Sin refrigeración
T3	a0b1c0	Bungalonón + Piña + Refrigeración
T4	a0b1c1	Bungalonón + Piña + Sin refrigeración
T5	a1b0c0	Tangongón + Papaya + Refrigeración
T6	a1b0c1	Tangongón + Papaya + Sin refrigeración
T7	a1b1c0	Tangongón + Piña + Refrigeración
T8	a1b1c1	Tangongón + Piña + Sin refrigeración

Nota: Esta tabla muestra la comparación de tratamientos en la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de abacá-

### **Tipo de diseño**

Modelo trifactorial (2x2x2), conducido en un diseño de bloques completamente al azar.

### **Repeticiones**

Tres repeticiones por tratamiento, con un total de 24 unidades experimentales.

**Tabla 22**

*Representación del análisis de varianza para el estudio de la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de abacá.*

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Variedad de mucilago de abacá	A - 1	1
Fruta	B - 1	1
Temperatura	C - 1	1
Variedad de mucilago de abacá x Fruta	(A - 1) (B - 1)	1
Variedad de mucilago de abacá x Temperatura	(A - 1) (C - 1)	1
Fruta x Temperatura	(B - 1) (C - 1)	1
Variedad de mucilago de abacá x Fruta x Temperatura	(A - 1) (B - 1) (C - 1)	1
Error Experimental		14
Total		23

Nota: Esta tabla muestra la representación del análisis de varianza para el estudio de la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de abacá.

**Análisis funcional.** Para tomar una decisión en las variables con resultados característicos se aplicó la prueba de significancia Tukey ( $p < 0,05$ ) para el análisis de varianza.

### **Variables evaluadas**

**Determinación de pH.** Para determinar el pH se utilizó los materiales mencionados anteriormente en la tabla (11) utilizando el procedimiento de la norma INEN 389 (1985):

Se procedió a medir 10 mL de la muestra en vaso de precipitación, se añadió seguidamente 100 mL de agua destilada con ayuda de una probeta, se agitó suavemente. En las muestras de frutas se dejó a reposo para que el líquido se decante evitando que los electrodos toquen las paredes del recipiente y las partículas sólida.

**Determinación de acidez titulable.** En la determinación de acidez titulable se realizó mediante la norma INEN 0381 (1985) siguiendo los pasos correspondientes para muestras líquidas en el caso del mucilago, en cambio para las muestras de fruta se siguió las instrucciones para muestras sólidas con la utilización de materiales de la tabla (12):

Para preparar las muestras líquidas, se colocó 25 mL de la muestra en un matraz volumétrico diluyendo la misma a 250 mL con agua destilada anticipadamente hervida y enfriada, mezclando con ayuda de un magneto la solución.

Por el contrario, en las muestras sólidas, se pesó 25 g de muestra en un mortero y se trituro la misma, seguidamente se colocó en un matraz Erlenmeyer añadiendo 50 ml de agua destilada caliente. Consecutivamente, se calentó la muestra a baño maría durante 30 minutos; se dejó enfriar, se transfirió el contenido a un matraz volumétrico, disolviendo a un volumen de 250 mL con agua destilada previamente hervida y enfriada.

Para su respectiva medición se tomó 25 mL de la muestra preparada anteriormente con ayuda de una probeta y se transfirió a un vaso de precipitación de 250 mL, se sumergió los electrodos en la muestra. Se añadió lentamente 0,1 N de hidróxido de sodio, hasta obtener un pH 7, se siguió añadiendo en cuatro gotas

a por vez, registrando el volumen de esta y el pH obtenido después de cada adición, hasta alcanzar pH 8,3 aproximadamente.

Para conocer el volumen con exactitud de solución de 0,1 N de hidróxido de sodio correspondiente al pH 8,1 se lo realizo por interpolación. Se determinó La acidez titulable mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{(V_1 N_1 M) 10}{V_2}$$

Siendo:

A = g de ácido en 1000 ml de producto.

V1 = ml de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N1 = normalidad de la solución de NaOH.

M = peso molecular del ácido de referencia (0,064 de ácido cítrico).

V2 = volumen de la alícuota tomada para el análisis.

**Determinación de sólidos solubles.** Se colocó dos gotas de la muestra en el prisma del refractómetro y se procedió a leer la cantidad de sólidos solubles totales en grados Brix.

**Determinación de la pérdida de peso.** El valor de pérdida de peso se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso final}} * 100$$

**Recuento de las poblaciones microbianas.** Se preparó diluciones seriadas con agua peptona de acuerdo a lo recomendado por el fabricante 15 g en 1000 mL de agua destilada, se realizó la relación correspondiente para añadir 9 mL en de agua peptona en cada tubo de ensayo según las diluciones, en este caso fue para unos tratamientos  $9^{-5}$  y para otros  $9^{-6}$ , seguidamente se esterilizó

en el autoclave por 15 minutos. Se desinfecto la cámara de flujo laminar, y se procedió a colocar 10 g de la muestra en el tubo 1, posteriormente siguiendo la técnica de diluciones en serie.

Para la inoculación en las láminas de Petrifilm, se transfirió 1 mL de las diluciones  $9^{-5}$  -  $9^{-6}$  en el centro de la lámina con cuidado impidiendo así la presencia de burbujas de aire, seguidamente los Petrifilm para aerobios se incubaron a 37° C por 42 horas, los Petrifilm para mohos y levaduras se incubaron a 25° C por 72 horas. Esto se efectuó en el día 0, 5 y 10. En el caso de las enterobacterias se utilizó AOAC Método Oficial de Análisis OMA 2003.01 Enumeración de Enterobacteraceae incubando por  $24 \pm 2$  horas a 35° C -37° C.

Par determinar las unidades formadoras de colonias (UFC) se aplicó la siguiente ecuación.

$$\text{Recuento} \left( \frac{\text{UFC}}{\text{ml}} \right) = \frac{\text{Número de colonias} * \text{Inverso del factor de dilusión}}{\text{Volumen inoculado}}$$

## **Métodos**

### ***Obtención de la materia prima***

El mucílago de abacá fue obtenido de dos fincas, la variedad Bungalonón se recolecto en la finca perteneciente a la empresa Abacá del ecuador ubicada en el Km 10 de la vía Quevedo y la variedad Tangongón fue recolectada en la finca de Sr. Cabrera Carranza Galo Florencio ubicada en Monterey, recolectándose 10 litros de mucilago por variedad mediante la maquina extractora de fibra. El mucílago fue transportado en neveras portátiles para una buena conservación y así evitar cambio en sus propiedades.

Con respecto a las frutas, la papaya fue obtenida de la finca del señor Rubén Mendoza ubicada en el cantón el Carmen y la piña fue obtenida de la finca del ingeniero Pérez Ferrin Ramiro Damián ubicada en Vallehermoso.

### ***Fermentación del mucílago de abacá***

La preparación de la fermentación se realizó utilizando los materiales de la tabla (9), el mucílago fue filtrado primeramente con un cedazo y seguidamente por la tela de lienzo, se procedió a llenar el mucílago ya libre de residuos en botellas de 1 mL tapando la boca de la botella con globo, cubriendo las mismas con fundas negras dejando fermentar por un tiempo de 72 horas a temperatura ambiente.

### ***Aislamiento de las bacterias ácido lácticas***

En el aislamiento de las bacterias ácido lácticas se procedió a preparar agar MRS según las instrucciones del fabricante, seguidamente se esterilizo todos los materiales a utilizar en la autoclave, posteriormente se desinfecto la cámara de flujo laminar se procedió a verter agar MRS en las cajas Petri y se dejó enfriar. Se realizó diluciones escalonadas hasta  $10^{-6}$  en 6 tubos de ensayos con agua peptona (1,5%), se añadió 1 mL del fermento de abacá al primer tubo de ensayo y luego se efectuó diluciones en sucesión en los tubos de ensayo consecutivos siempre junto del mechero para impedir la contaminación.

Para sembrar por la técnica de extensión se dispense asépticamente un pequeño volumen de muestra (0,1 a 0,2 ml) en el centro de la placa con una micropipeta, el asa Digralsky se esterilizo sumergiéndolo en un vaso de precipitados con alcohol y luego flameando por la llama del mechero para prender el exceso de alcohol. Primeramente, de hacer contacto con la muestra, el asa Digralsky se enfrió tocándola con el agar junto del borde de la placa, el asa Digralsky se mueve suavemente hacia adelante y hacia atrás mientras se gira la caja Petri lentamente, Esto va a permitir la distribución progresiva pero uniforme de la muestra a través de la superficie del agar. Posteriormente se coloca la tapa y se sella con papel Parafilm etiquetándola según corresponda, se dejó absorber completamente la muestra (al menos 5 minutos) antes de invertir la placa para la incubación dejando a  $35^{\circ}\text{C}$  -  $37^{\circ}\text{C}$  durante 48 horas.

Las colonias formadas, se aislaron en un nuevo agar MRS por el método

de estrías para lograr siembras axénicas. Se esterilizó el asa de bacteriológica en el sitio azul claro del mechero, hasta que estuvo al rojo vivo, se dejó enfriar seguidamente se tomó una muestra de la de la placa realizada por extensión y se realizó las estrías en la superficie de la placa Petri en forma de zigzag, se flameó el asa, para realizar la siguiente estría empezando desde donde se realizó la última continuando con la misma técnica, en la zona sin sembrar; las placas se introdujeron a incubación a 35° C - 37° C durante 48 horas, esto permitió que las bacterias aisladas experimenten un número suficiente de particiones para formar cultivos perceptible.

### ***Identificación microbiana***

**Tinción Gram.** Para la preparación del frotis se utilizó el asa bacteriológica pasándola previamente por el sitio azul claro del mechero, hasta que estuvo al rojo vivo, se dejó enfriar seguidamente se tomó una muestra mínima de la siembra realizada por estría, se puso sobre un portaobjetos y se añadió una gota de agua destilada. La muestra se extendió con ayuda del asa de inoculación hasta obtener una capa fina y uniforme, el portaobjetos se secó moviéndola circularmente sobre la llama para impedir el sobrecalentamiento el calor adecuado ayudó a la adhesión celular al portaobjetos evitando la pérdida de cultivo (Tripathi & Sapra, 2021).

La Tinción de Gram se realizó cubriendo la muestra fijada con cristal violeta, dejando la misma por 60 segundos, posteriormente se utilizó la solución de yodo cubriendo el frotis durante 60 segundos para fijar el tinte, a continuación se añadió alcohol cetona para realizar la disolución durante 15 segundos evadiendo una decoloración excesiva en las células grampositivas, y como último paso se añadió al frotis la solución básica de fucsina durante 60 segundos, se realizó lavados con agua normal después de cada reactivo y el exceso de la misma se secó al aire libre. Posteriormente se observó al microscopio (Tripathi & Sapra, 2021).

**Prueba de catalasa.** Se utilizó un palillo de madera estéril para colocar una cantidad pequeña de crecimiento de colonias en el área de un portaobjetos previamente frotado con alcohol y seco, colocando una gota de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 3% sobre

la muestra bacteriana. Seguidamente se observó el progreso de las burbujas de oxígeno dando como positivo si estas se forman antes de los 20 segundos (Reiner, 2010).

### ***Conteo bacteriano***

Se realizó en Petrifilm con las muestras frescas de mucilago determinando una concentración final 10<sup>10</sup> UFC/ml, se procedió a preparar diluciones seriadas con la técnica antes mencionada, los Petrifilm aerobios se incubaron a 37° C por 42 horas, los Petrifilm para mohos y levaduras se incubaron a 25° C por 72 horas. este procedimiento se lo realizo en muestras puras de mucilago, así como también para la bioconservación de frutas en los días 0, 5 y 10.

### ***Secuenciación y análisis filogenético***

Las bacterias aisladas en placas Petri con medio MRS Agar fueron enviadas a MacroGen Inc. de Corea del Sur para la secuenciación de ARNr 16S. Las secuencias obtenidas fueron comparadas con el programa BLASTn.

El aislado de LAB se identificó convencionalmente mediante cultivo con medio de caldo MRS, seguido de tinción de Gram y prueba de catalasa. La confirmación molecular del aislamiento implicó el análisis del gen 16S rRNA con cebadores específicos, 785F 5' (GGA TTA GAT ACC CTG GTA) 3' y 907R 5' (CCG TCA ATT CMT TTR AGT TT) 3', el cebador de PCR 27F 5' (AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG) 3' y 1492R 5' (TAC GGY TAC CTT GTT ACG ACT T) 3'.

### ***Bioconservación de las frutas***

**Solución bacteriana.** Se suspendió 55,15 g de caldo MRS en 1000 mL de agua destilada, se calentó con agitación constante y se llevó a ebullición durante 1 o 2 minutos para su disolución total, seguidamente se distribuyó en frascos para medios de 500 mL esterilizando en la autoclave a 121 ° C durante 15 minutos, seguidamente se desinfecto la cámara de flujo laminar y se procedió a inocular las bacterias aisladas incubando por 24 horas a 37° C, posteriormente se midió la absorbancia.

Las bacterias se centrifugaron a 10000 rpm durante 15 min, seguidamente se eliminó el sobrenadante, se procedió a lavar con tampón de ácido cítrico-citrato de sodio (pH 3,8: 0,1M) centrifugando nuevamente a 10000 rpm durante 15 min, este procedimiento se lo realizó hasta que el sobrenadante fue claro (aproximadamente 2-3 veces). Últimamente, se preparó 1 L de solución bacteriana del mismo tampón de ácido cítrico-citrato de sodio (1:1 v/v) (Russo et al., 2014)

**Preparación de la muestra.** Las frutas fueron lavadas con agua normal para retirar cualquier impureza, seguidamente se sumergieron en una solución de ácido cítrico al 2% durante 15 min y luego se humedeció con la solución bacteriana. Las frutas estuvieron almacenadas por 10 días a temperatura ambiente y en refrigeración.

## Capítulo IV

### Resultados y discusiones

#### Análisis de varianza para la fermentación.

**Tabla 23**

*Análisis de varianza para la variable acidez titulable durante la fermentación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Abacá	2,353E-09	1	2,353E-09	0,237	0,644
B:Fermentación	3,351E-06	1	3,351E-06	337,222	0,000
C:Repetición	2,763E-09	2	1,382E-09	0,139	0,873
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	1,600E-07	1	1,600E-07	16,105	0,007
RESIDUOS	5,963E-08	6	9,938E-09		
TOTAL	3,576E-06	11			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza de acidez titulable durante la fermentación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

Observando la Tabla 20, en el análisis de varianza ANOVA, muestra diferencia significativa en el factor: B y la interacción AXB; mientras que, el factor: A, al igual que las réplicas, no presentaron diferencia significativa.

**Tabla 24**

*Análisis de varianza para la variable pH durante la fermentación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Abacá	0,027	1	0,027	33,844	0,001
B:Fermentación	3,865	1	3,865	4830,844	0,000
C:Repetición	0,001	2	0,000	0,500	0,630
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,706	1	0,706	882,094	0,000
RESIDUOS	0,005	6	0,001		
TOTAL	4,603	11			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza de pH durante la fermentación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En la tabla 21, en el análisis de varianza ANOVA, los factores de estudio: A; B, así mismo la interacción: A\*B, presentaron diferencia significativa, mientras que, en las réplicas, no se observó diferencia durante la fermentación.

**Tabla 25**

*Análisis de varianza para la variable sólidos solubles durante la fermentación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Abacá	2,708	1	2,708	541,500	0,000
B:Fermentación	12,000	1	12,000	2400,000	0,000
C:Repetición	0,020	2	0,010	2,000	0,216
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,000	1	0,000	0,000	1,000
RESIDUOS	0,030	6	0,005		
<b>TOTAL</b>	<b>14,758</b>	<b>11</b>			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza de sólidos solubles durante la fermentación

Elaborado por: Dávila, S (2022).

Conforme al análisis de varianza de la tabla 22, los factores: A y B, presentaron diferencia significativa durante la fermentación, mientras que en las réplicas al igual que la interacción: A\*B, no se evidenció diferencia estadística

## Prueba de significancia de Tukey para los factores de estudio de fermentación

### Resultados del estudio de las variedades de mucílago de abacá (Factor A)

**Tabla 26**

Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor A en las variables físico-químicas.

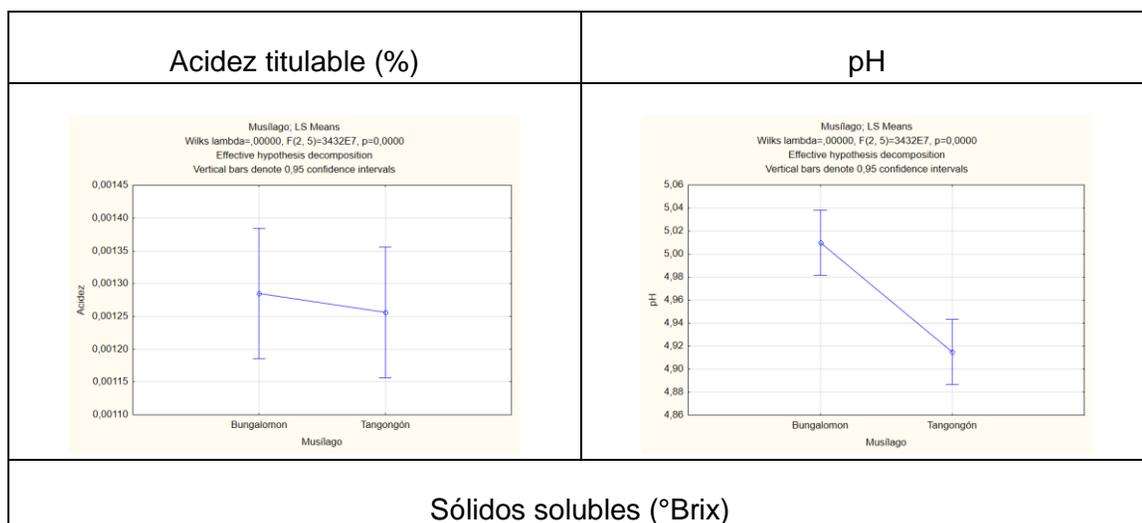
Factor A (Abacá)	Brix	pH	Acidez
Bungalón	3,05 <sup>B</sup>	5,01 <sup>B</sup>	0,00126 <sup>A</sup>
Tangongón	2,1 <sup>A</sup>	4,915 <sup>A</sup>	0,00129 <sup>A</sup>

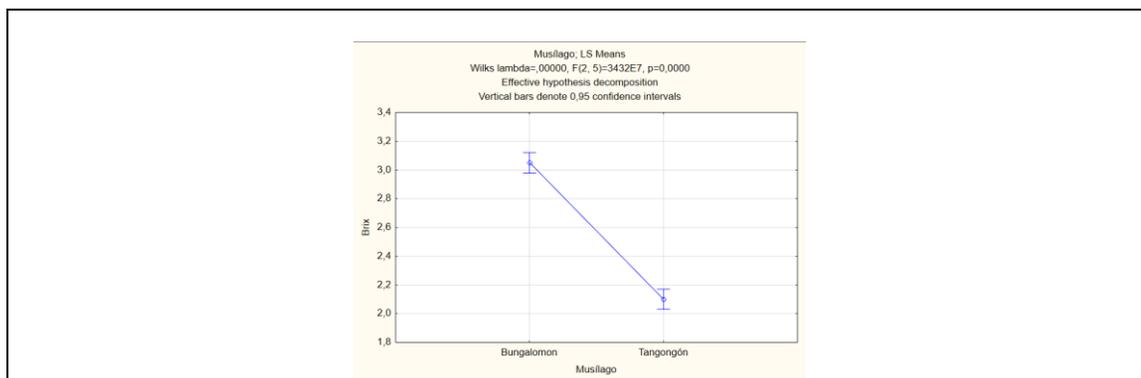
Nota: Esta tabla muestra los resultados de la prueba Tukey para las variedades de abacá con respecto a sus características físico-químicas en las frutas bioconservadas.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Figura 2**

Estudio del efecto de las variedades del mucílago de abacá (Factor A) en las variables de estudio.





Nota: Esta figura muestra el efecto de las variedades del mucílago de abacá (Factor A) en las variables de estudio.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En función del análisis de significancia (Tukey  $p > 0.05$ ) que muestra la figura 2, se observa que: El grupo "A" la variedad de Tangongón presentó un menor valor en sólidos solubles y pH que la variedad de Bungalón. En lo que respecta a la acidez titulable, la variedad de Tangongón como a Bungalón presentaron valores estadísticamente similares.

### Resultados del estudio para las frutas bioconservadas (Factor B)

**Tabla 27**

Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor B en las variables físico-químicas.

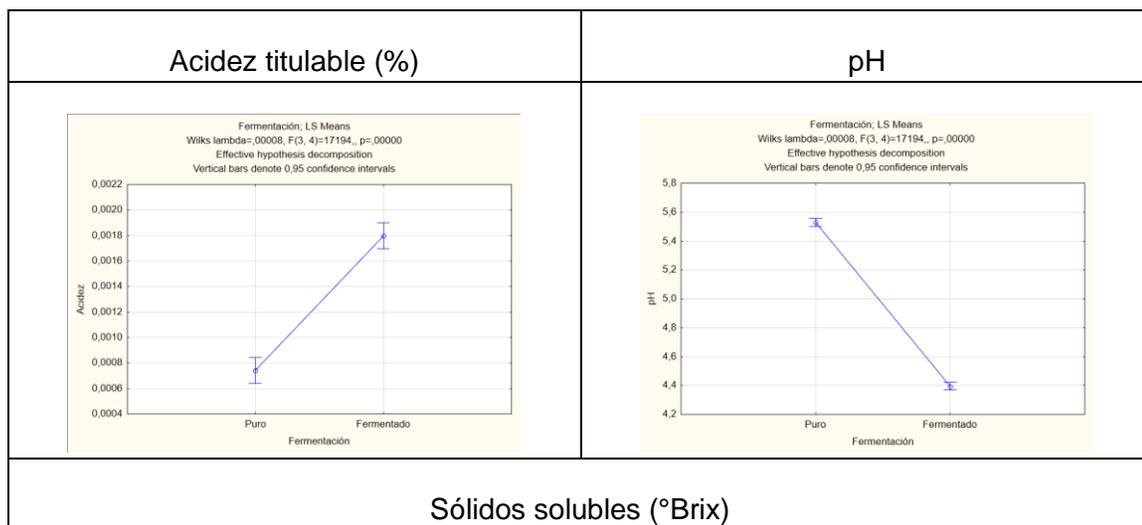
Factor B (Fermentación)	Brix	pH	Acidez
Puro	3,575 <sup>B</sup>	4,395 <sup>B</sup>	0,00074 <sup>A</sup>
Fermentado	1,575 <sup>A</sup>	4,53 <sup>A</sup>	0,0018 <sup>B</sup>

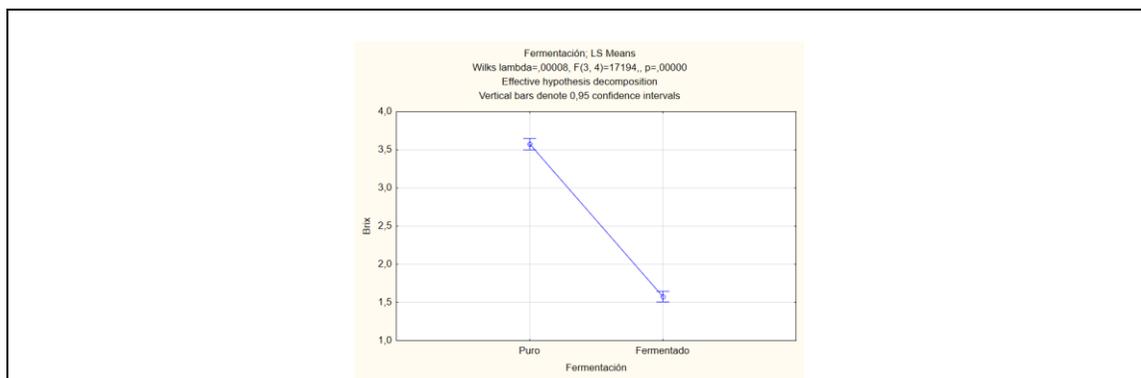
Nota: Esta tabla muestra los resultados de la prueba Tukey para el factor B, con respecto a sus características físico-químicas en las frutas bioconservadas.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Figura 3**

Estudio del efecto del tipo de fermentación del mucílago de abacá (Factor B) en las variables de estudio.





Nota: Esta figura muestra el efecto de los tipos de fermentación del mucílago de abacá (Factor B) en las variables de estudio.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En función del análisis de significancia (Tukey  $p > 0.05$ ) que muestra la figura 3, se observa que: el abacá fermentado mostró menor valor en pH y sólidos solubles, todo lo contrario, en lo que respecta a la acidez titulable donde el abacá puro presentó un menor valor.

## Prueba de Tukey para las interacciones significativas en la fermentación.

### Análisis de Tukey en la interacción A\*B (Abacá\*Fermentación)

**Tabla 28**

Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A\*B en las variables físico-químicas.

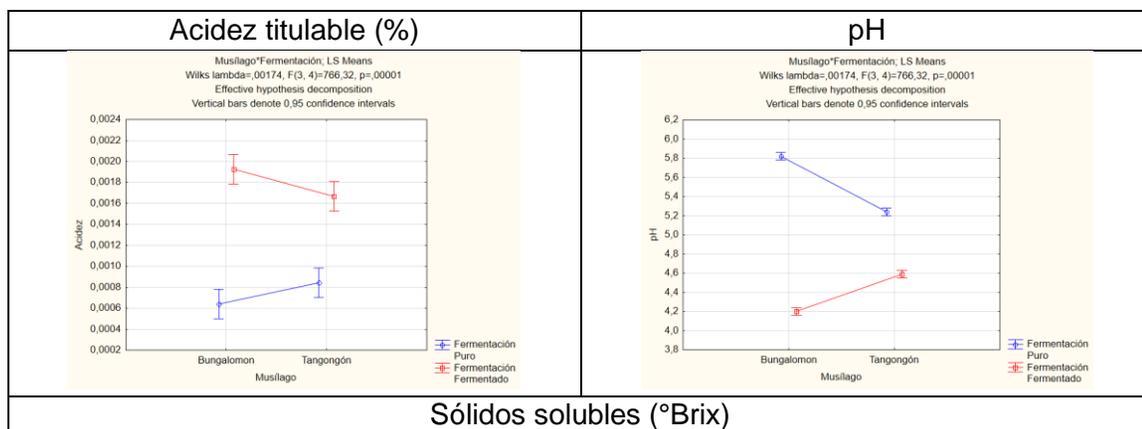
Factor A (Abacá)	Factor B (Fermentación)	Brix	pH	Acidez
Bungalón	Puro	4,05 <sup>A</sup>	5,82 <sup>D</sup>	0,00064 <sup>A</sup>
Bungalón	Fermentación	2,05 <sup>A</sup>	4,2 <sup>A</sup>	0,00193 <sup>B</sup>
Tangongón	Puro	3,1 <sup>A</sup>	5,24 <sup>C</sup>	0,00084 <sup>A</sup>
Tangongón	Fermentación	1,1 <sup>A</sup>	4,59 <sup>B</sup>	0,00167 <sup>B</sup>

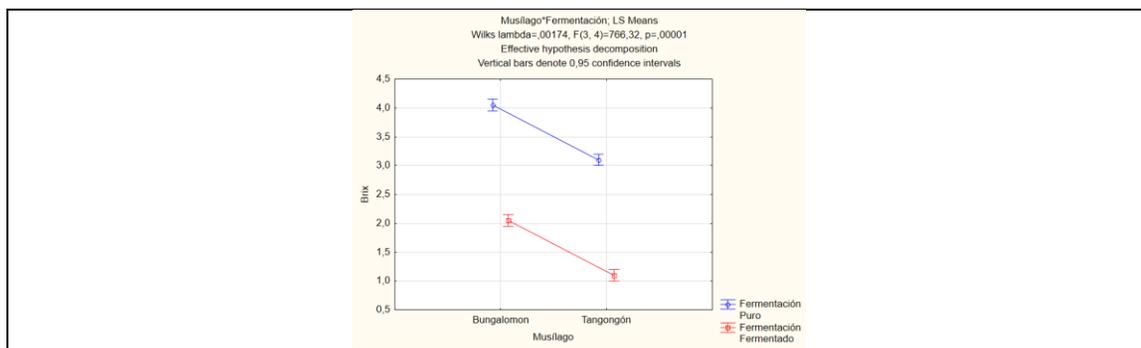
Nota: Esta tabla muestra los resultados de la prueba Tukey para la interacción A\*B (Abacá\*Fermentación) con respecto a las características físico-químicas.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

### Figura 4

Estudio del efecto de la fermentación (Factor B) en las variables de estudio para la interacción A\*B en las variables físico-químicas.





Nota: Esta figura muestra el efecto de la fermentación (Factor B) en las variables de estudio para la interacción A\*B en las variables físico-químicas.

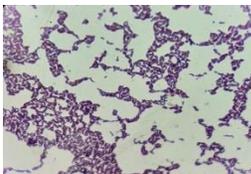
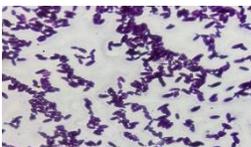
Elaborado por: Dávila, S (2022).

En la figura 4, en función del análisis de significancia (Tukey  $p > 0.05$ ), se expone la interacción A\*B. En la acidez titulable el grupo de menor valor está conformado por los tratamientos puros diferenciándose de los tratamientos fermentados ya que estos presentan un mayor valor. Respecto al pH, existe diferencia estadística entre los cuatro tratamientos, presentando un menor valor en la variedad de Bungalonón Fermentado con un pH de 4,2, todo lo contrario, a la variedad de Bungalonón Puro el cual presentó un mayor valor con un pH de 5,82. Finalmente, en solidos solubles la variedad de Tangongón fermentado mostró un valor de 1,1 mientras que la variedad de Bungalonón puro presentó un valor de 4,05, sin embargo, estadísticamente no se encontró diferencia.

## Identificación de BAL presentes en la fermentación del mucílago de abacá.

**Tabla 29**

*Resultados de pruebas microbiológicas de identificación bacteriana.*

Procedencia	Características	Tinción Gran
Abacá, variedad Bungalonón (cepa 1)	Gran positivo	
	Bacilo	
	Catalasa negativa	
Abacá, variedad Tangongón (cepa 2)	Gran positivo	
	Bacilo	
	Catalasa negativa	

Nota: Esta tabla muestra los resultados de las pruebas microbiológicas de la identificación bacteriana en la fermentación del mucílago de abacá.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Tabla 30**

*Cebadores utilizados para la secuenciación por PCR de 16S rRNA de la bacteria *Leuconostoc mesenteroides*.*

INFORMACIÓN	
Nombre del cebador de secuenciación Secuencias del cebador.	785F 5' (GGA TTA GAT ACC CTG GTA) 3' 907R 5' (CCG TCA ATT CMT TTR AGT TT) 3'
Nombre del cebador de PCR Secuencias del cebador	27F 5' (AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG) 3 1492R 5' (TAC GGY TAC CTT GTT ACG ACT T) 3'
Reino	Bacteria
Familia	<i>Lactobacillaceae</i>
Género	<i>Leuconostoc</i>
Especie	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>

Nota: Esta tabla muestra la información de los cebadores utilizados para la secuenciación por PCR de 16S rRNA de la bacteria *Leuconostoc mesenteroides*

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Tabla 31**

*Características de identificación de la bacteria Leuconostoc mesenteroides.*

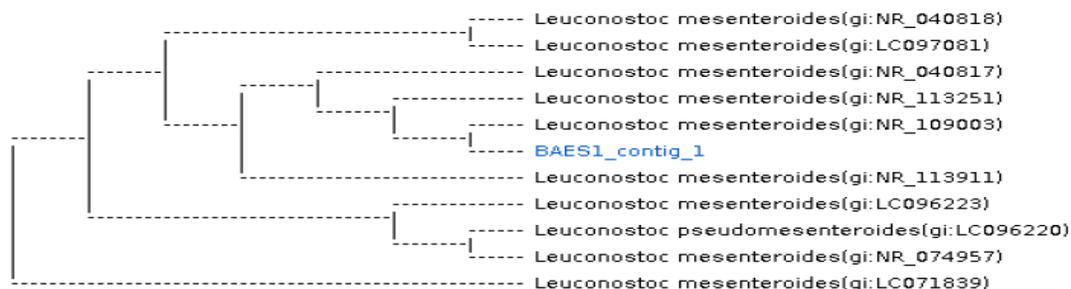
	Sujeto
Acceso	CCP015247.1
Descripción	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
Longitud	2026850
Comienzo	22945
Fin	24425
Cobertura	0
Puntaje	
Bit	2730
E-Valor	0.0
Identidades	
Coincidencia/Total	1480/1481
Porcentaje %	99

Nota: Esta tabla muestra la información de las características de identificación de la bacteria *Leuconostoc mesenteroides*.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Figura 5**

*Árbol filogenético basado en las secuencias 16S ARNr de bacterias ácido-lácticas.*



Nota: Esta figura muestra la información del árbol filogenético basado en las secuencias 16S ARNr de bacterias ácido-lácticas.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

Leuconostoc es una especie de bacterias Gram-positivas, que pertenecen a la familia Leuconostocaceae. *Leuconostoc sp* son intrínsecamente resistentes a la vancomicina y son catalasa negativos por lo cual, los hace distintos a los estafilococos. En su totalidad el género Leuconostoc es heterofermentativo y logran producir dextrano como producto de la sacarosa. algunas especies también son capaces de causar infección humana. Debido a que son una causa poco común de enfermedad en humanos, los comerciales estándar los kits de identificación a menudo no pueden identificar el organismo. *L. mesenteroides* es una ocurrencia normal en frutas y verduras, y generalmente no se considera que sea agente infeccioso en humanos. Sin embargo, hay ciertos casos documentados en los que *L. mesenteroides* realmente ha causado enfermedades.

## Análisis de varianza para la bioconservación.

### *Análisis de varianza para la variable acidez titulable*

**Tabla 32**

*Análisis de varianza para la variable acidez titulable en el día 0 de la bioconservación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Abacá	0,002371268	1	0,002371268	27,784	0,000
B:Fruta	3,917167423	1	3,917167423	45897,262	0,000
C:Atmósfera	0,019893865	1	0,019893865	233,095	0,000
D:Repetición	3,08277E-06	2	1,54138E-06	0,018	0,982
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,001419149	1	0,001419149	16,628	0,001
AC	0,012099818	1	0,012099818	141,773	0,000
BC	0,014365713	1	0,014365713	168,322	0,000
ABC	0,010991893	1	0,010991893	128,791	0,000
RESIDUOS	0,00119485	14	8,53464E-05		
TOTAL	3,979507061	23			

Nota: Esta tabla muestra la varianza para la variable acidez titulable en el día 0 de la bioconservación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

Con respecto, al análisis de las varianzas ANOVA, para la variable acidez titulable. Los factores de estudio: abacá, frutas y atmosfera, en esta misma línea, las interacciones: A\*B, A\*C, B\*C y las interacciones de todos los factores de estudio A\*B\*C, presentaron significancia estadística, Sin embargo, en las réplicas no se evidenció diferencia significativa. Este análisis se llevó a cabo en el día 0 de biorremediación, según la tabla 29 de resultados.

**Tabla 33**

*Análisis de varianza para la variable acidez titulable en el día 5 de la bioconservación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Abacá	0,011879712	1	0,011879712	209,556	0,000
B:Fruta	1,699171306	1	1,699171306	29973,143	0,000
C:Atmósfera	4,16176E-05	1	4,16176E-05	0,734	0,406
D:Repetición	2,08748E-05	2	1,04374E-05	0,184	0,834
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,00898585	1	0,00898585	158,509	0,000
AC	0,010067089	1	0,010067089	177,582	0,000
BC	4,5716E-07	1	4,5716E-07	0,008	0,930
ABC	0,012371724	1	0,012371724	218,235	0,000
RESIDUOS	0,000793657	14	5,66898E-05		
TOTAL	1,743332288	23			

Nota: Esta tabla muestra la varianza para la variable acidez titulable en el día 5 de la bioconservación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

Secuencialmente, en la tabla 30 de resultados el análisis de la varianza ANOVA, en el día 5, los factores de estudio: abacá y frutas, en este mismo marco, las interacciones: A\*B, A\*C y las interacciones de todos los factores de estudio A\*B\*C, presentaron diferencia significativa frente a la variable acidez titulable. No obstante, en el factor atmosfera, la interacción B\*C al igual que las réplicas no presentaron diferencia significativa.

**Tabla 34**

*Análisis de varianza para la variable acidez titulable en el día 10 de la bioconservación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Abacá	0,010815646	1	0,010815646	455,203	0,000
B:Fruta	1,336153859	1	1,336153859	56235,351	0,000
C:Atmósfera	0,001156129	1	0,001156129	48,659	0,000
D:Repetición	0	2	0	0,000	1,000
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,008323315	1	0,008323315	350,307	0,000
AC	0,025189617	1	0,025189617	1060,168	0,000
BC	2,18389E-05	1	2,18389E-05	0,919	0,354
ABC	0,020359565	1	0,020359565	856,883	0,000
RESIDUOS	0,00033264	14	2,376E-05		
TOTAL	1,402352625	23			

Nota: Esta tabla muestra la varianza para la variable acidez titulable en el día 10 de la bioconservación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

Consecutivamente, en el día 10 como se muestra en la tabla 31 de resultados, el análisis de la varianza ANOVA, los factores de estudio: abacá, frutas, atmósfera, al igual que las interacciones: A\*B, A\*C y las interacciones de todos los factores de estudio A\*B\*C, ante la variable acidez titulable, mostraron diferencia significativa. Sin embargo, tanto en la interacción B\*C, así como en las réplicas no se evidenció diferencia significativa.

### **Análisis de varianza para la variable pH**

**Tabla 35**

*Análisis de varianza para la variable pH en el día 0 de la bioconservación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Abacá	0,0054	1	0,0054	3,958	0,067
B:Fruta	25,2765375	1	25,2765375	18527,305	0,000
C:Atmósfera	0,67335	1	0,67335	493,555	0,000
D:Repetición	0,0081	2	0,00405	2,969	0,084
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,2460375	1	0,2460375	180,342	0,000
AC	0,0216	1	0,0216	15,832	0,001
BC	0,7038375	1	0,7038375	515,902	0,000
ABC	0,0408375	1	0,0408375	29,933	0,000
RESIDUOS	0,0191	14	0,001364286		
TOTAL	26,9948	23			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza de pH en el día 0 de la bioconservación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En la tabla 32 de resultados, respecto al análisis de las varianzas ANOVA, los factores de estudio: frutas y atmósfera, Agregando también, las interacciones: A\*B, A\*C, B\*C al igual que las interacciones de todos los factores de estudio A\*B\*C, mostraron diferencia significativa frente a la variable pH. Contrariamente, el factor abacá y las réplicas el cual no presentaron diferencia significativa.

**Tabla 36**

*Análisis de varianza para la variable pH en el día 5 de la bioconservación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Abacá	0,728016667	1	0,728016667	198,938	0,000
B:Fruta	23,2263375	1	23,2263375	6346,820	0,000
C:Atmósfera	0,16335	1	0,16335	44,637	0,000
D:Repetición	0,0003	2	0,00015	0,041	0,960
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,011266667	1	0,011266667	3,079	0,101
AC	0,676704167	1	0,676704167	184,916	0,000
BC	1,08375	1	1,08375	296,145	0,000
ABC	0,065104167	1	0,065104167	17,790	0,001
RESIDUOS	0,051233333	14	0,003659524		
TOTAL	26,0060625	23			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza de pH en el día 5 de la bioconservación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

Así mismo, en la tabla 33 de resultados el análisis de la varianza ANOVA en el día 5, los factores de estudio: abacá, frutas, atmosfera del mismo modo, las interacciones: A\*C, B\*C y las interacciones de todos los factores de estudio A\*B\*C frente a la variable pH, evidenciaron diferencia significativa. Por otro lado, la interacción A\*B al igual que las réplicas no presentaron diferencia significativa.

**Tabla 37**

*Análisis de varianza para la variable pH en el día 10 de la bioconservación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Abacá	0,014504167	1	0,014504167	6,6668	0,022
B:Fruta	26,04166667	1	26,04166667	11969,9042	0,000
C:Atmósfera	0,007004167	1	0,007004167	3,2194	0,094
D:Repetición	0,007908333	2	0,003954167	1,8175	0,199
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,028704167	1	0,028704167	13,1937	0,003
AC	0,014016667	1	0,014016667	6,4427	0,024
BC	0,456504167	1	0,456504167	209,8295	0,000
ABC	0,112066667	1	0,112066667	51,5108	0,000
RESIDUOS	0,030458333	14	0,002175595		
TOTAL	26,71283333	23			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza de pH en el día 10 de la bioconservación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

De igual manera, en la tabla 34 de resultados el análisis de la varianza ANOVA, frente a la variable pH en el día 10 de bioconservación, los factores de estudio: abacá, frutas, además, las interacciones: A\*B, A\*C, B\*C y las interacciones de todos los factores de estudio A\*B\*C, presentaron diferencia significativa. En cambio, en el factor atmosfera al igual que las réplicas, no evidenciaron diferencia significativa.

**Análisis de varianza para la variable sólidos solubles**

**Tabla 38**

Análisis de varianza para la variable sólidos solubles en el día 0 de la bioconservación.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Abacá	3,375	1	3,375	175,000	0,000
B:Fruta	240,034	1	240,034	12446,200	0,000
C:Atmósfera	2,734	1	2,734	141,700	0,000
D:Repetición	0,040	2	0,020	1,000	0,380
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	4,860	1	4,860	252,000	0,000
AC	0,375	1	0,375	19,400	0,001
BC	0,184	1	0,184	9,500	0,008
ABC	4,860	1	4,860	252,000	0,000
RESIDUOS	0,270	14	0,019		
TOTAL	256,731	23			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza de sólidos solubles en el día 0 de la bioconservación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En cuanto, al análisis de las varianzas ANOVA, frente a la variable sólidos solubles efectuada en el día 0 de estudio, los factores: abacá, frutas, atmósfera, en esta misma línea, las interacciones: A\*B, A\*C, B\*C y las interacciones de todos los factores de estudio A\*B\*C, mostraron diferencia significativa. Por otro lado, en las réplicas no se evidenció diferencia.

**Tabla 39**

*Análisis de varianza para la variable sólidos solubles en el día 5 de la bioconservación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Abacá	2,281666667	1	2,28167	17,608	0,001
B:Fruta	161,2016667	1	161,20167	1244,000	0,000
C:Atmósfera	2,281666667	1	2,28167	17,608	0,001
D:Repetición	0,105833333	2	0,05292	0,408	0,672
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	4,166666667	1	4,16667	32,154	0,000
AC	0	1	0,00000	0,000	1,000
BC	0,24	1	0,24000	1,852	0,195
ABC	4,001666667	1	4,00167	30,881	0,000
RESIDUOS	1,814166667	14	0,12958		
TOTAL	176,0933333	23	2,28167		

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza de sólidos solubles en el día 5 de la bioconservación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

Seguidamente, el análisis de las varianzas ANOVA, realizado el día 5 de bioconservación, frente a la variable sólidos solubles, donde los factores de estudio: abacá, frutas, atmósfera juntamente con la interacción: A\*B y las interacciones de todos los factores de estudio A\*B\*C, mostraron diferencia significativa. Sin embargo, las interacciones A\*C, B\*C al igual que las réplicas no presentaron diferencia significativa.

**Tabla 40**

*Análisis de varianza para la variable sólidos solubles en el día 10 de la bioconservación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Abacá	0,46760	1	0,4676	2,569	0,131
B:Fruta	60,64260	1	60,6426	333,130	0,000
C:Atmósfera	1,42594	1	1,4259	7,833	0,014
D:Repetición	0,77313	2	0,3866	2,124	0,157
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	1,68010	1	1,6801	9,229	0,009
AC	0,03010	1	0,0301	0,165	0,690
BC	0,11344	1	0,1134	0,623	0,443
ABC	3,33760	1	3,3376	18,335	0,001
RESIDUOS	2,54854	14	0,1820		
TOTAL	71,01906	23			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza de sólidos solubles en el día 10 de la bioconservación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

Posteriormente, en el día 10 de bioconservación, el análisis de las varianzas ANOVA en la tabla 37 de resultados, los factores de estudio: fruta, atmósfera, del mismo modo, la interacción: A\*B, y las interacciones de todos los factores de estudio A\*B\*C, mostraron diferencia significativa frente a la variable sólidos solubles. Por el contrario, el factor abacá, las interacciones A\*C, B\*C al igual que las réplicas no presentaron diferencia significativa.

**Análisis de varianza para la variable pérdida de peso**

**Tabla 41**

*Análisis de varianza para la variable pérdida de peso en el día 5 de la bioconservación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Abacá	0,001	1	0,001	2,667	0,125
B:Fruta	0,000	1	0,000	0,862	0,369
C:Atmósfera	0,004	1	0,004	7,845	<b>0,014</b>
D:Repetición	0,003	2	0,001	2,672	0,104
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,003	1	0,003	6,381	<b>0,024</b>
AC	0,002	1	0,002	3,143	0,098
BC	0,000	1	0,000	0,077	0,785
ABC	0,001	1	0,001	1,948	0,184
RESIDUOS	0,007	14	0,000		
TOTAL	0,020	23			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza de pérdida de peso en el día 5 de la bioconservación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En relación, al análisis de las varianzas ANOVA, frente a la variable pérdida de peso, donde el factor de estudio: atmosfera, mostró diferencia significativa al igual que la interacción A\*B, según la tabla 38 de resultados realizada en el día 5. En cambio, los factores: abacá, fruta, de igual manera las interacciones: A\*C, B\*C, y las interacciones de todos los factores de estudio A\*B\*C, así como las réplicas, no mostraron diferencia significativa.

**Tabla 42**

*Análisis de varianza para la variable pérdida de peso en el día 10 de la bioconservación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Abacá	0,000002	1	0,000002	0,333	0,573
B:Fruta	0,000157	1	0,000157	30,974	0,000
C:Atmósfera	0,000053	1	0,000053	10,399	0,006
D:Repetición	0,000002	2	0,000001	0,228	0,799
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,000001	1	0,000001	0,145	0,709
AC	0,000002	1	0,000002	0,371	0,552
BC	0,000044	1	0,000044	8,680	0,011
ABC	0,000001	1	0,000001	0,099	0,758
RESIDUOS	0,000071	14	0,000005		
TOTAL	0,000332	23			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza de pérdida de peso en el día 10 de la bioconservación.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

Secuencialmente, en el análisis de varianza ANOVA, frente a la variable pérdida de peso verificado en el día 10 de estudio, los factores: fruta, atmosfera, al igual que la interacción B\*C, mostraron diferencia significativa, según la tabla 39 de resultados. En cambio, el factor: abacá, las interacciones: A\*B, A\*C, las interacciones de todos los factores de estudio A\*B\*C, al igual que las réplicas no evidenciaron diferencia significativa.

## Prueba de significancia de Tukey para los factores de estudio

### Resultados del estudio para las variedades de mucílago de abacá (Factor A)

**Tabla 43**

Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor A en las variables físico-químicas.

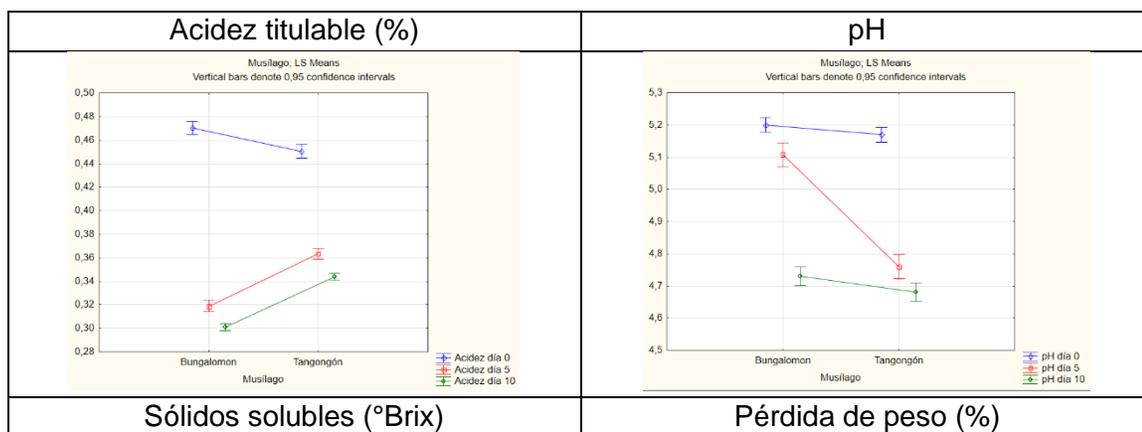
Factor A (Abacá)	Brix			pH			Acidez			Pérdida de peso	
	Día0	Día5	Día10	Día0	Día5	Día10	Día0	Día5	Día10	Día5	Día10
Bungalomon	10,8 <sup>B</sup>	10,8 <sup>B</sup>	10,5 <sup>A</sup>	5,2 <sup>A</sup>	5,1 <sup>B</sup>	4,73 <sup>B</sup>	0,47 <sup>B</sup>	0,32 <sup>A</sup>	0,3 <sup>A</sup>	0,02 <sup>A</sup>	0,007 <sup>A</sup>
Tangongón	10 <sup>A</sup>	10,2 <sup>A</sup>	10,2 <sup>A</sup>	5,2 <sup>A</sup>	4,8 <sup>A</sup>	4,68 <sup>A</sup>	0,45 <sup>A</sup>	0,36 <sup>B</sup>	0,34 <sup>B</sup>	0,03 <sup>A</sup>	0,006 <sup>A</sup>

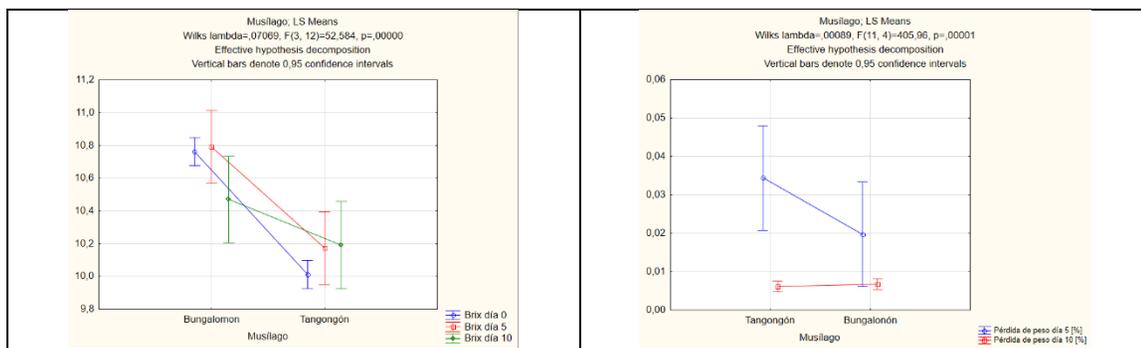
Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para el factor A en las variables físico-químicas.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Figura 6**

Estudio del efecto de las variedades del mucílago de abacá (Factor A) en las variables de estudio.





Nota: Estudio del efecto de las variedades del mucílago de abacá (Factor A) en las variables de estudio.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En la figura 6, respecto a sólidos solubles, se observa que la variedad de Tangongón presentó menor valor en los tres días 0, 5 y 10, en cambio la variedad de Bungalomón en el día 10, presenta valores más bajos.

En cuanto al pH, la variedad de Tangongón presentó menor valor en los tres días 0, 5 y 10 de evaluación frente a la variedad de Bungalomón.

Referente a la acidez la variedad de Tangongón mostró menor valor en el día 0, mientras que la variedad de Bungalomón presentó valores inferiores estadísticamente en los días 5 y 10.

En la pérdida de peso, no se observó diferencia entre las dos variedades en los días 5 y 10.

### Resultados del estudio para las frutas bioconservadas (Factor B)

**Tabla 44**

Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor B en las variables físico-químicas.

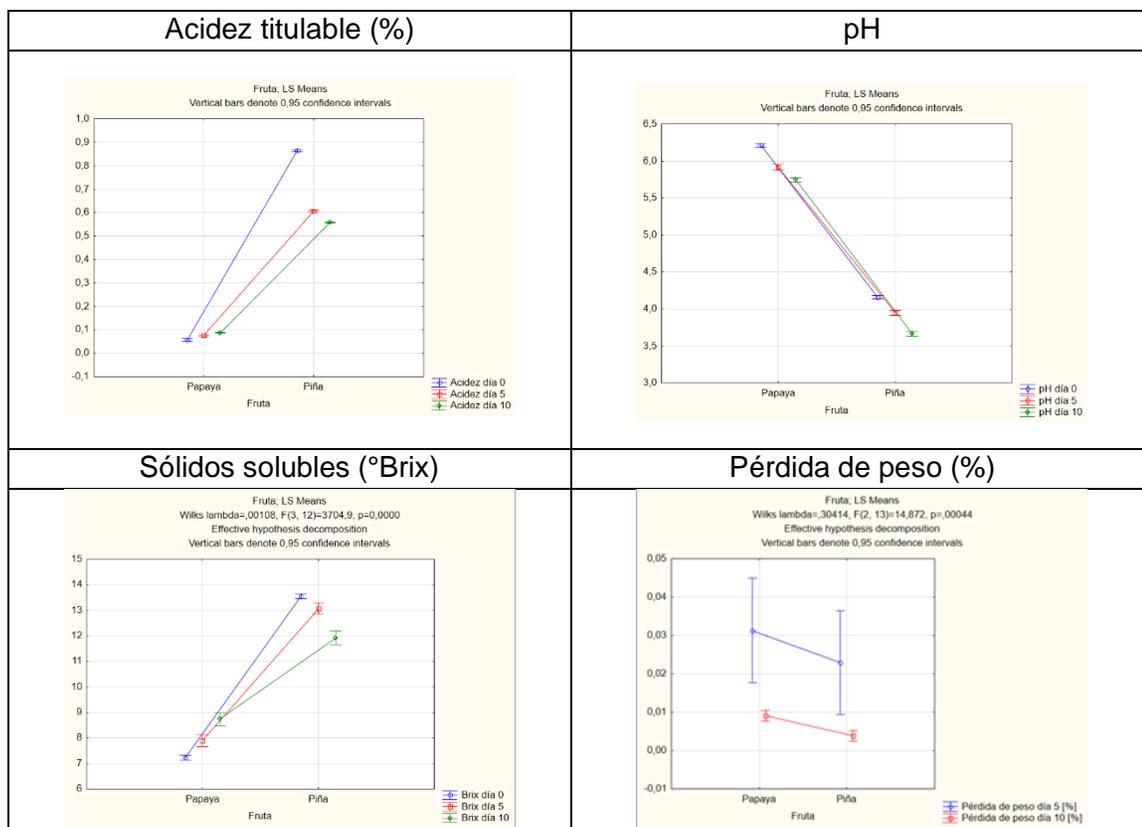
Factor B (Frutas)	Brix			pH			Acidez			Pérdida de peso	
	Día0	Día5	Día10	Día0	Día5	Día10	Día0	Día5	Día10	Día5	Día10
Papaya	7,2 <sup>A</sup>	7,9 <sup>A</sup>	8,7 <sup>A</sup>	6,2 <sup>B</sup>	5,9 <sup>B</sup>	5,7 <sup>B</sup>	0,06 <sup>A</sup>	0,08 <sup>A</sup>	0,09 <sup>A</sup>	0,03 <sup>A</sup>	0,009 <sup>B</sup>
Piña	13,6 <sup>B</sup>	13 <sup>B</sup>	11,9 <sup>B</sup>	4,2 <sup>A</sup>	3,95 <sup>A</sup>	3,7 <sup>A</sup>	0,9 <sup>B</sup>	0,6 <sup>B</sup>	0,6 <sup>B</sup>	0,02 <sup>A</sup>	0,004 <sup>A</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para el factor B en las variables físico-químicas.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Figura 7**

Estudio del efecto de las frutas (Factor B) en las variables de estudio.



Nota: Esta figura muestra el efecto de las frutas (Factor B) en las variables de estudio.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En la figura 7, de resultados del análisis de significancia para el factor B, con relación a la variable solidos solubles, se observó que la papaya presentó menor valor que la piña en los tres días 0, 5 y 10 de bioconsevación, en cambio la piña presenta un menor valor en el día 10 estadísticamente.

En cuanto al pH, la piña presentó menor significancia en los tres días 0, 5 y 10 de bioconservación en comparación a la papaya. Sin embargo, se evidencia que en el día 10 la papaya es el menor valor, observándose en los dos tipos de frutas que a más días su pH reduce.

Con respecto a la acidez, la papaya mostró menor valor en los tres días 0, 5 y 10 de bioconservación, aumentando la acidez en los días 5 y 10, en la papaya, en cambio en la piña disminuyó del día 0 al día 5 y no hubo diferencia estadísticamente del día 5 al día 10.

En relación con la pérdida de peso, la piña presentó menor valor tanto en el día 5 como en el día 10 de bioconservación, al igual que la papaya en el día 5; sin embargo, la papaya en el día 10 tiene mayor pérdida de peso.

## Resultados del estudio para la temperatura de bioconservación (Factor C)

**Tabla 45**

Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor C en las variables físico-químicas.

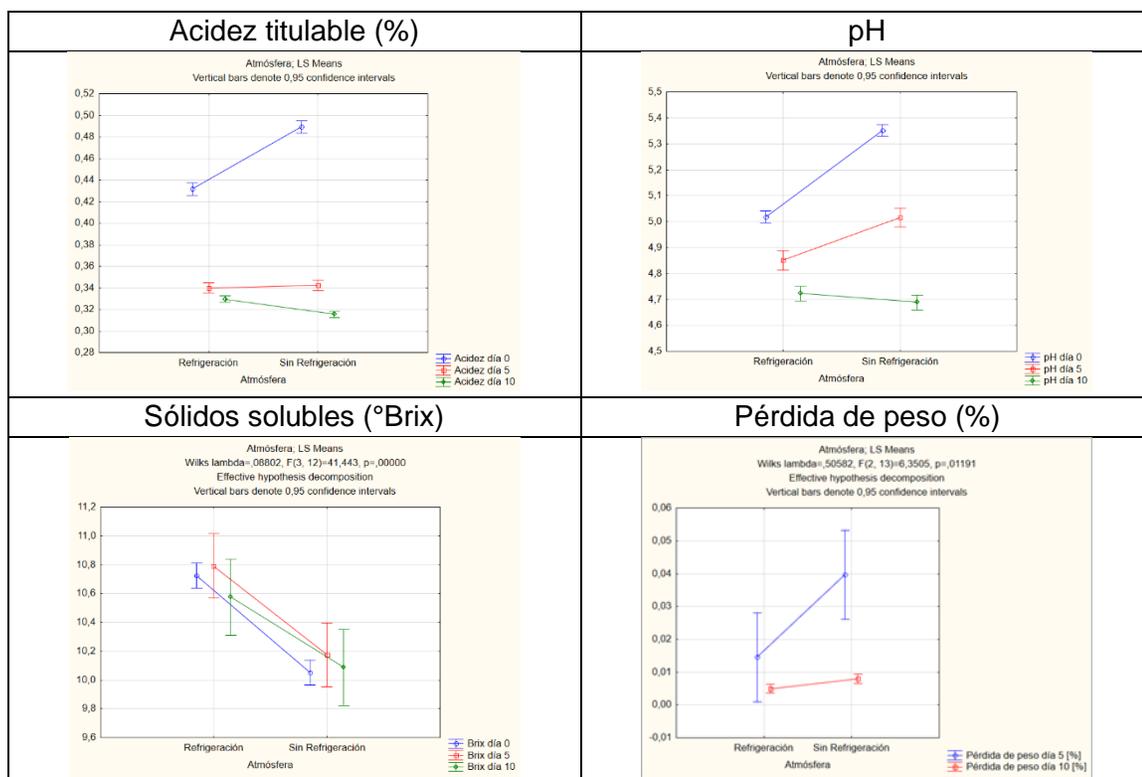
Factor C (Atmósfera)	Brix			pH			Acidez			Pérdida de peso	
	Día0	Día5	Día10	Día0	Día5	Día10	Día0	Día5	Día10	Día5	Día10
Refrigeración	10,7 <sup>B</sup>	10,8 <sup>B</sup>	10,6 <sup>B</sup>	5 <sup>A</sup>	4,9 <sup>A</sup>	4,7 <sup>A</sup>	0,4 <sup>A</sup>	0,33 <sup>A</sup>	0,33 <sup>B</sup>	0,01 <sup>A</sup>	0,005 <sup>A</sup>
Sin refrigeración	10,1 <sup>A</sup>	10,2 <sup>A</sup>	10,1 <sup>A</sup>	5,4 <sup>B</sup>	5 <sup>B</sup>	4,7 <sup>A</sup>	0,5 <sup>B</sup>	0,34 <sup>B</sup>	0,32 <sup>A</sup>	0,04 <sup>B</sup>	0,008 <sup>B</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para el factor C en las variables físico-químicas.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Figura 8**

Estudio del efecto de la atmósfera (Factor C) en las variables de estudio.



Nota: Esta figura muestra el efecto de la atmósfera (Factor C) en las variables de estudio.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

Los resultados obtenidos en la figura 8 de resultados del análisis de significancia para el factor C, con relación a la variable sólidos solubles, se observó que la fruta sin refrigeración presentó menor valor de significancia en los tres días 0, 5 y 10 de bioconservación, observándose un menor valor en el día 10 bajo refrigeración.

En cuanto al pH, la fruta con refrigeración presentó menor valor en los tres días 0, 5 y 10 de bioconservación, de igual manera la fruta sin refrigeración en el día 10. Además, se observó que a más días tanto en refrigeración como sin refrigeración el pH desciende en las frutas

Con respecto a la acidez, las frutas con refrigeración, así como sin refrigeración presentan valores bajos durante los días 5 y 10 de bioconservación, siendo el de menor valor la fruta sin refrigeración en el día 10. Sin embargo, estadísticamente no hay una diferencia entre los días 0 y 5 de bioconservación.

En relación con la pérdida de peso, las frutas con refrigeración presentaron menor valor tanto en el día 5 como en el día 10 de bioconservación. Por otro lado, también se evidenció, que la fruta en refrigeración tiende a perder menos peso.

**Prueba de Tukey para las interacciones significativas en la bioconservación.**

***Análisis de Tukey en la interacción A\*B (Abacá\*Fruta)***

**Tabla 46**

Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A\*B en las variables físico-químicas del día 0.

Factor A (Abacá)	Factor B (Frutas)	Brix	pH	Acidez
Dia 0				
Bungalonón	Papaya	7,15 <sup>A</sup>	6,13 <sup>C</sup>	0,06 <sup>A</sup>
Bungalonón	Piña	14,38 <sup>C</sup>	4,28 <sup>B</sup>	0,88 <sup>C</sup>
Tangongón	Papaya	7,3 <sup>A</sup>	6,3 <sup>D</sup>	0,05 <sup>A</sup>
Tangongón	Piña	12,73 <sup>B</sup>	4,04 <sup>A</sup>	0,85 <sup>B</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para la interacción A\*B en las variables físico-químicas del día 0.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Tabla 47**

Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A\*B en las variables físico-químicas del día 5.

Factor A (Abacá)	Factor B (Frutas)	Brix	pH	Acidez	Pérdida de peso
Dia 5					
Bungalonón	Papaya	7,78 <sup>A</sup>	6,07 <sup>A</sup>	0,07 <sup>A</sup>	0,035 <sup>AB</sup>
Bungalonón	Piña	13,8 <sup>C</sup>	4,15 <sup>A</sup>	0,57 <sup>B</sup>	0,004 <sup>A</sup>
Tangongón	Papaya	8 <sup>A</sup>	5,77 <sup>A</sup>	0,08 <sup>A</sup>	0,027 <sup>AB</sup>
Tangongón	Piña	12,35 <sup>B</sup>	3,75 <sup>A</sup>	0,65 <sup>C</sup>	0,041 <sup>B</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para la interacción A\*B en las variables físico-químicas del día 5.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Tabla 48**

Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A\*B en las variables físico-químicas y microbiológicas del día 10.

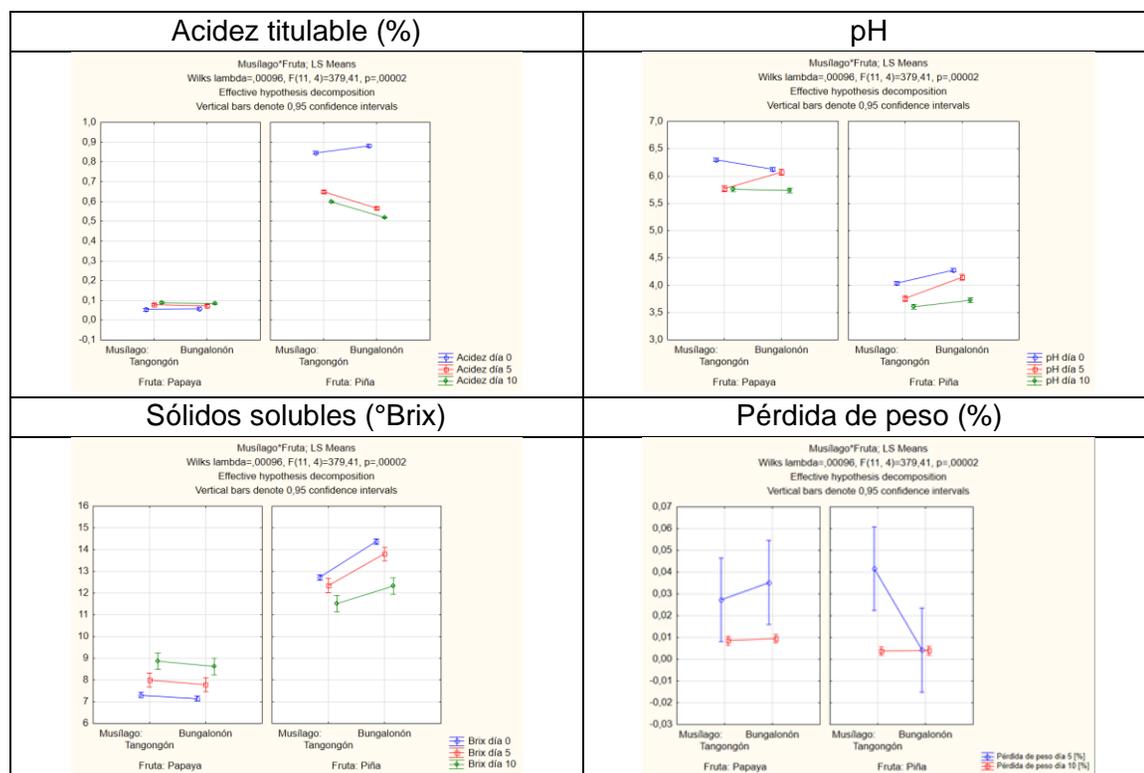
Factor A (Abacá)	Factor B (Frutas)	Brix	pH	Acidez	Pérdida de peso
Dia 10					
Bungalonón	Papaya	8,62 <sup>A</sup>	5,74 <sup>C</sup>	0,08 <sup>A</sup>	0,009 <sup>A</sup>
Bungalonón	Piña	12,33 <sup>C</sup>	3,72 <sup>A</sup>	0,52 <sup>B</sup>	0,004 <sup>A</sup>
Tangongón	Papaya	8,87 <sup>A</sup>	5,76 <sup>C</sup>	0,09 <sup>A</sup>	0,009 <sup>A</sup>
Tangongón	Piña	11,52 <sup>B</sup>	3,61 <sup>B</sup>	0,598 <sup>C</sup>	0,004 <sup>A</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para la interacción A\*B en las variables físico-químicas y microbiológicas del día 10.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Figura 9**

Estudio del efecto de la interacción A\*B en las variables de estudio.



Nota: Esta figura muestra el efecto de la interacción A\*B en las variables de estudio.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En la figura 9 (Interacción A\*B) se observa que existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la acidez titulable en los tres días de estudio, con mayores valores para la conservación con Piña, en el día 0 junto al Bungalonón y en los días 5 y 10 junto a Tangongón.

Respecto al pH, existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) solamente en los días 0 y 10. Con mayores valores para la conservación con Tangongón + Papaya.

En los sólidos solubles, existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en los tres días de estudio, con mayores grados Brix en la conservación Bungalonón + Piña.

Finalmente, con la pérdida de peso solo se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el día 5, con mayores valores en las conservaciones con Papaya y Tangongón + Piña.

### **Análisis de Tukey en la interacción A\*C (Abacá\*Temperatura)**

**Tabla 49**

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A\*C en las variables físico-químicas del día 0.*

Factor A (Abacá)	Factor C (Atmósfera)	Brix	pH	Acidez
Día 0				
Bungalonón	Refrigeración	11,23 <sup>C</sup>	5,003 <sup>A</sup>	0,464 <sup>B</sup>
Bungalonón	Sin Refrigeración	10,3 <sup>B</sup>	5,398 <sup>C</sup>	0,477 <sup>B</sup>
Tangongón	Refrigeración	10,23 <sup>B</sup>	5,033 <sup>A</sup>	0,399 <sup>A</sup>
Tangongón	Sin Refrigeración	9,8 <sup>A</sup>	5,308 <sup>B</sup>	0,502 <sup>C</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para la interacción A\*C en las variables físico-químicas del día 0.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Tabla 50**

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A\*C en las variables físico-químicas del día 5.*

Factor A (Abacá)	Factor C (Atmósfera)	Brix	pH	Acidez	Pérdida de peso
Dia 5					
Bungalonón	Refrigeración	11,1 <sup>A</sup>	4,86 <sup>B</sup>	0,3 <sup>A</sup>	0,015 <sup>A</sup>
Bungalonón	Sin Refrigeración	10,48 <sup>A</sup>	5,36 <sup>C</sup>	0,34 <sup>B</sup>	0,024 <sup>B</sup>
Tangongón	Refrigeración	10,48 <sup>A</sup>	4,85 <sup>B</sup>	0,38 <sup>C</sup>	0,014 <sup>A</sup>
Tangongón	Sin Refrigeración	9,87 <sup>A</sup>	4,67 <sup>A</sup>	0,34 <sup>B</sup>	0,055 <sup>B</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para la interacción A\*C en las variables físico-químicas del día 5.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Tabla 51**

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A\*C en las variables físico-químicas y microbiológicas del día 10.*

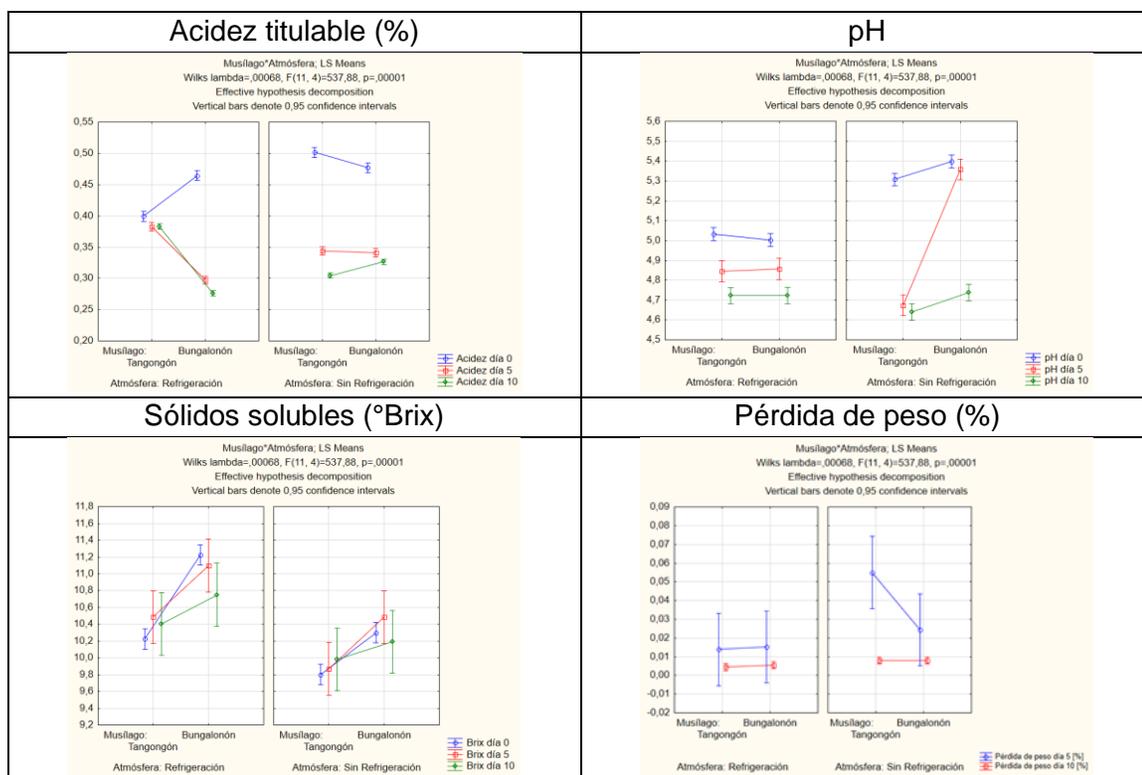
Factor A (Abacá)	Factor C (Atmósfera)	Brix	pH	Acidez	Pérdida de peso
Dia 10					
Bungalonón	Refrigeración	10,75 <sup>A</sup>	4,72 <sup>B</sup>	0,28 <sup>A</sup>	0,006 <sup>A</sup>
Bungalonón	Sin Refrigeración	10,19 <sup>A</sup>	4,74 <sup>B</sup>	0,33 <sup>C</sup>	0,008 <sup>A</sup>
Tangongón	Refrigeración	10,4 <sup>A</sup>	4,72 <sup>B</sup>	0,38 <sup>D</sup>	0,004 <sup>A</sup>
Tangongón	Sin Refrigeración	9,98 <sup>A</sup>	4,64 <sup>A</sup>	0,3 <sup>B</sup>	0,008 <sup>A</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para la interacción A\*C en las variables físico-químicas del día 10.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Figura 10**

Estudio del efecto de la interacción A\*C en las variables de estudio.



Nota: Esta figura muestra de la interacción A\*C en las variables de estudio.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En la figura 10 (Interacción A\*C) se observa que existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la acidez titulable en los tres días de estudio, con mayores valores para la conservación Tangongón + Sin Refrigeración en el día 0 y Tangongón + Refrigeración en los días 5 y 10.

Respecto al pH, existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en los tres días de estudio. Con mayores valores para la conservación Bungalonón + Sin Refrigeración en los tres días, con la adición de los tratamientos con Refrigeración en el día 10.

En los sólidos solubles, existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) solo en el día 0. Con el mayor valor de grados Brix en la conservación Bungalón + Sin Refrigeración.

Finalmente, con la pérdida de peso solo se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el día 5, con mayores valores en las conservaciones Sin Refrigeración.

### **Análisis de Tukey en la interacción B\*C (Fruta\*Temperatura)**

**Tabla 52**

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción B\*C en las variables físico-químicas del día 0.*

Factor B (Frutas)	Factor C (Atmósfera)	Brix	pH	Acidez
			Día 0	
Papaya	Refrigeración	7,65 <sup>B</sup>	6,22 <sup>C</sup>	0,05 <sup>A</sup>
Papaya	Sin Refrigeración	6,8 <sup>A</sup>	6,21 <sup>C</sup>	0,06 <sup>A</sup>
Piña	Refrigeración	13,8 <sup>D</sup>	3,82 <sup>A</sup>	0,81 <sup>B</sup>
Piña	Sin Refrigeración	13,3 <sup>C</sup>	4,5 <sup>B</sup>	0,91 <sup>C</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para la interacción B\*C en las variables físico-químicas del día 0.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Tabla 53**

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción B\*C en las variables físico-químicas del día 5.*

Factor B (Frutas)	Factor C (Atmósfera)	Brix	pH	Acidez	Pérdida de peso
Dia 5					
Papaya	Refrigeración	8,3 <sup>A</sup>	6,05 <sup>D</sup>	0,07 <sup>A</sup>	0,02 <sup>A</sup>
Papaya	Sin Refrigeración	7,48 <sup>A</sup>	5,79 <sup>C</sup>	0,08 <sup>A</sup>	0,04 <sup>A</sup>
Piña	Refrigeración	13,28 <sup>A</sup>	3,66 <sup>A</sup>	0,61 <sup>A</sup>	0,01 <sup>A</sup>
Piña	Sin Refrigeración	12,87 <sup>A</sup>	4,25 <sup>B</sup>	0,61 <sup>A</sup>	0,04 <sup>A</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para la interacción B\*C en las variables físico-químicas del día 5.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Tabla 54**

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción B\*C en las variables físico-químicas y microbiológicas del día 10.*

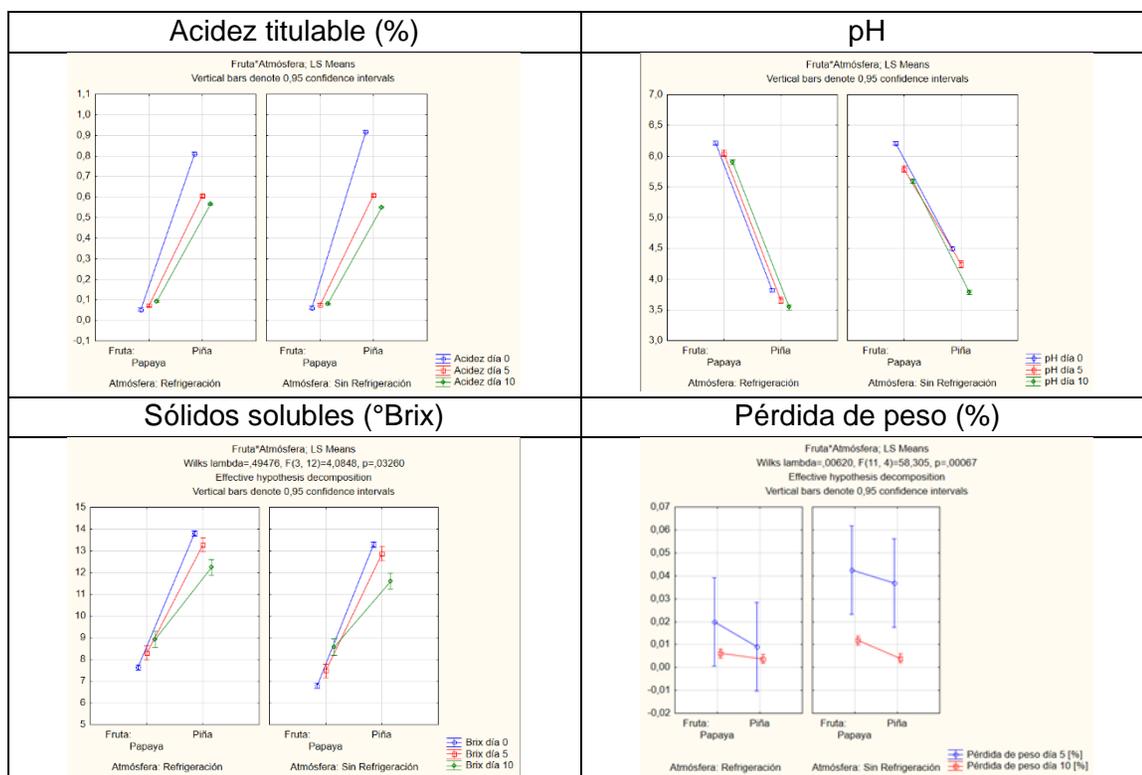
Factor B (Frutas)	Factor C (Atmósfera)	Brix	pH	Acidez	Pérdida de peso
Dia 10					
Papaya	Refrigeración	8,92 <sup>A</sup>	5,9 <sup>D</sup>	0,093 <sup>A</sup>	0,006 <sup>A</sup>
Papaya	Sin Refrigeración	8,57 <sup>A</sup>	5,593 <sup>B</sup>	0,081 <sup>A</sup>	0,012 <sup>B</sup>
Piña	Refrigeración	12,23 <sup>A</sup>	3,54 <sup>A</sup>	0,566 <sup>A</sup>	0,004 <sup>A</sup>
Piña	Sin Refrigeración	11,61 <sup>A</sup>	3,79 <sup>C</sup>	0,551 <sup>A</sup>	0,004 <sup>A</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para la interacción B\*C en las variables físico-químicas y microbiológicas del día 10.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Figura 11**

Estudio del efecto de la interacción B\*C en las variables de estudio.



Nota: Esta figura muestra de la interacción B\*C en las variables de estudio.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En la figura 11 (Interacción B\*C) se observa que existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la acidez titulable solo en el día 0, con un mayor valor para la conservación Piña + Sin Refrigeración.

Respecto al pH, existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en los tres días de estudio. Con mayores valores para la conservación con Papaya en el día 0, mientras que en el día 5 y 10 se limita a Papaya + Refrigeración.

En los sólidos solubles, existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) solo en el día 0. Con el mayor valor de grados Brix en la conservación Piña + refrigeración.

Finalmente, con la pérdida de peso solo se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el día 10, con mayor valor en la conservación Papaya + Sin Refrigeración.

**Análisis de Tukey en la interacción A\*B\*C (Abacá\*Fruta\*Temperatura)**

**Tabla 55**

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A\*B\*C en las variables físico-químicas del día 0.*

Factor A (Abacá)	Factor B (Frutas)	Factor C (Atmósfera)	Brix	pH	Acidez
				Día 0	
Bungalomon	Papaya	Refrigeración	8,15 <sup>C</sup>	6,14 <sup>D</sup>	0,055 <sup>A</sup>
Bungalomon	Papaya	Sin Refrigeración	6,15 <sup>A</sup>	6,11 <sup>D</sup>	0,062 <sup>A</sup>
Bungalomon	Piña	Refrigeración	14,3 <sup>F</sup>	3,87 <sup>A</sup>	0,872 <sup>C</sup>
Bungalomon	Piña	Sin Refrigeración	14,45 <sup>F</sup>	4,69 <sup>C</sup>	0,892 <sup>C</sup>
Tangongón	Papaya	Refrigeración	7,15 <sup>B</sup>	6,29 <sup>E</sup>	0,049 <sup>A</sup>
Tangongón	Papaya	Sin Refrigeración	7,45 <sup>B</sup>	6,31 <sup>E</sup>	0,06 <sup>A</sup>
Tangongón	Piña	Refrigeración	13,3 <sup>E</sup>	3,78 <sup>A</sup>	0,75 <sup>B</sup>
Tangongón	Piña	Sin Refrigeración	12,15 <sup>D</sup>	4,31 <sup>B</sup>	0,944 <sup>D</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para la interacción A\*B\*C en las variables físico-químicas del día 0.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Tabla 56**

Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A\*B\*C en las variables físico-químicas del día 5.

Factor A (Abacá)	Factor B (Frutas)	Factor C (Atmósfera)	Brix	pH	Acidez	Pérdida de peso
Día 5						
Bungalomon	Papaya	Refrigeración	8,6 <sup>B</sup>	5,98 <sup>E</sup>	0,073 <sup>A</sup>	0,026 <sup>AB</sup>
Bungalomon	Papaya	Sin Refrigeración	6,97 <sup>A</sup>	6,16 <sup>F</sup>	0,071 <sup>A</sup>	0,045 <sup>AB</sup>
Bungalomon	Piña	Refrigeración	13,6 <sup>D</sup>	3,74 <sup>A</sup>	0,521 <sup>B</sup>	0,005 <sup>A</sup>
Bungalomon	Piña	Sin Refrigeración	14 <sup>D</sup>	4,56 <sup>C</sup>	0,61 <sup>C</sup>	0,004 <sup>A</sup>
Tangongón	Papaya	Refrigeración	8 <sup>A</sup>	6,12 <sup>EF</sup>	0,075 <sup>A</sup>	0,014 <sup>B</sup>
Tangongón	Papaya	Sin Refrigeración	8 <sup>A</sup>	5,42 <sup>D</sup>	0,081 <sup>A</sup>	0,04 <sup>B</sup>
Tangongón	Piña	Refrigeración	12,97 <sup>D</sup>	3,58 <sup>A</sup>	0,691 <sup>D</sup>	0,014 <sup>AB</sup>
Tangongón	Piña	Sin Refrigeración	11,73 <sup>C</sup>	3,93 <sup>B</sup>	0,607 <sup>C</sup>	0,07 <sup>B</sup>

Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para la interacción A\*B\*C en las variables físico-químicas del día 5.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Tabla 57**

Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A\*B\*C en las variables físico-químicas del día 10.

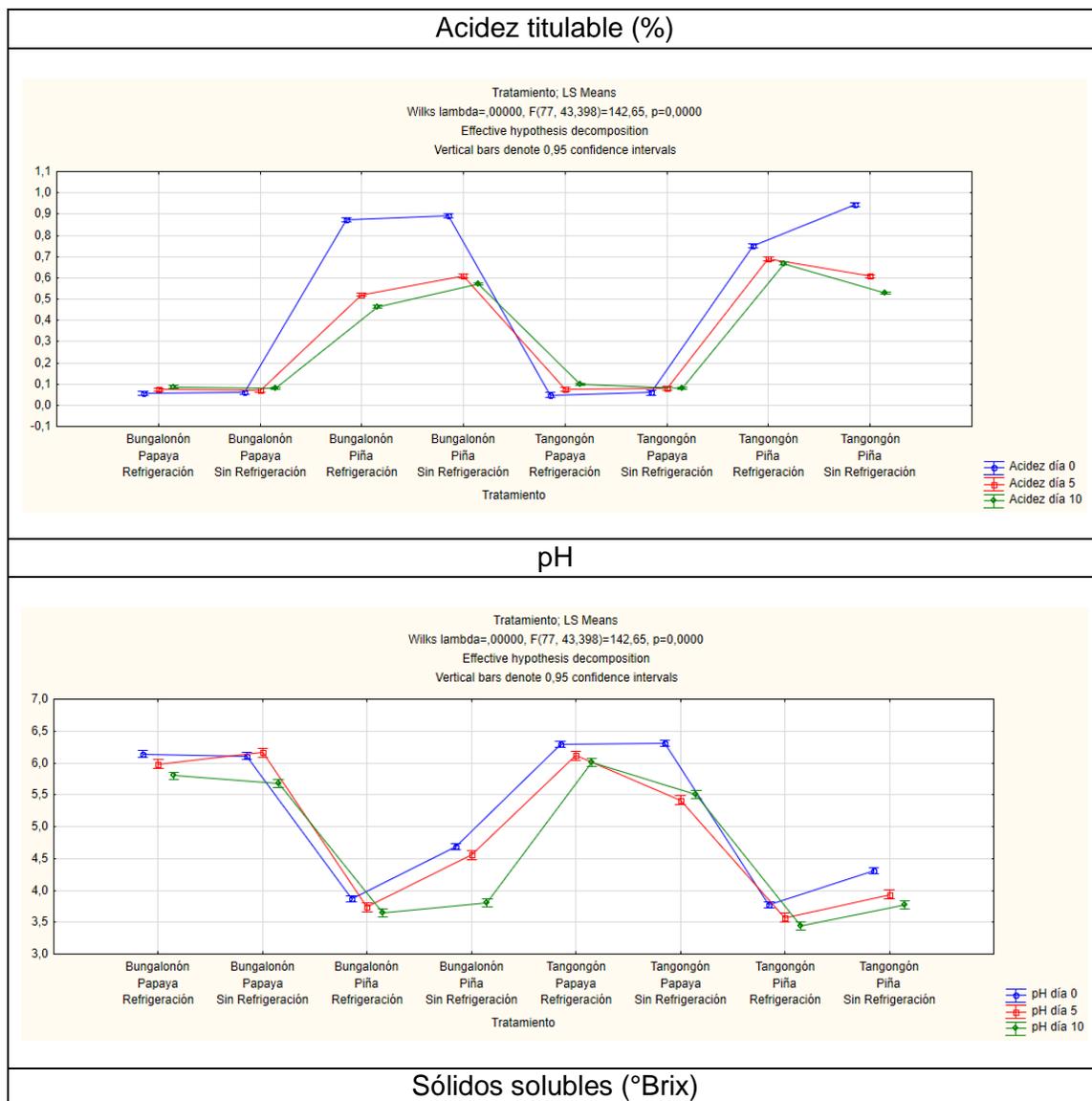
Factor A (Abacá)	Factor B (Frutas)	Factor C (Atmósfera)	Brix	pH	Acidez	Pérdida de peso
Día 10						
Bungalomon	Papaya	Refrigeración	9,2 <sup>A</sup>	5,8 <sup>E</sup>	0,087 <sup>AB</sup>	0,007 <sup>AB</sup>
Bungalomon	Papaya	Sin Refrigeración	8,03 <sup>A</sup>	5,68 <sup>E</sup>	0,081 <sup>A</sup>	0,012 <sup>B</sup>
Bungalomon	Piña	Refrigeración	12,3 <sup>C</sup>	3,65 <sup>B</sup>	0,465 <sup>C</sup>	0,004 <sup>A</sup>
Bungalomon	Piña	Sin Refrigeración	12,35 <sup>C</sup>	3,8 <sup>C</sup>	0,572 <sup>E</sup>	0,004 <sup>A</sup>
Tangongón	Papaya	Refrigeración	8,63 <sup>A</sup>	6,01 <sup>F</sup>	0,098 <sup>B</sup>	0,005 <sup>A</sup>
Tangongón	Papaya	Sin Refrigeración	9,1 <sup>A</sup>	5,51 <sup>D</sup>	0,08 <sup>A</sup>	0,012 <sup>B</sup>
Tangongón	Piña	Refrigeración	12,17 <sup>C</sup>	3,44 <sup>A</sup>	0,668 <sup>F</sup>	0,004 <sup>A</sup>
Tangongón	Piña	Sin Refrigeración	10,87 <sup>B</sup>	3,77 <sup>BC</sup>	0,529 <sup>D</sup>	0,004 <sup>A</sup>

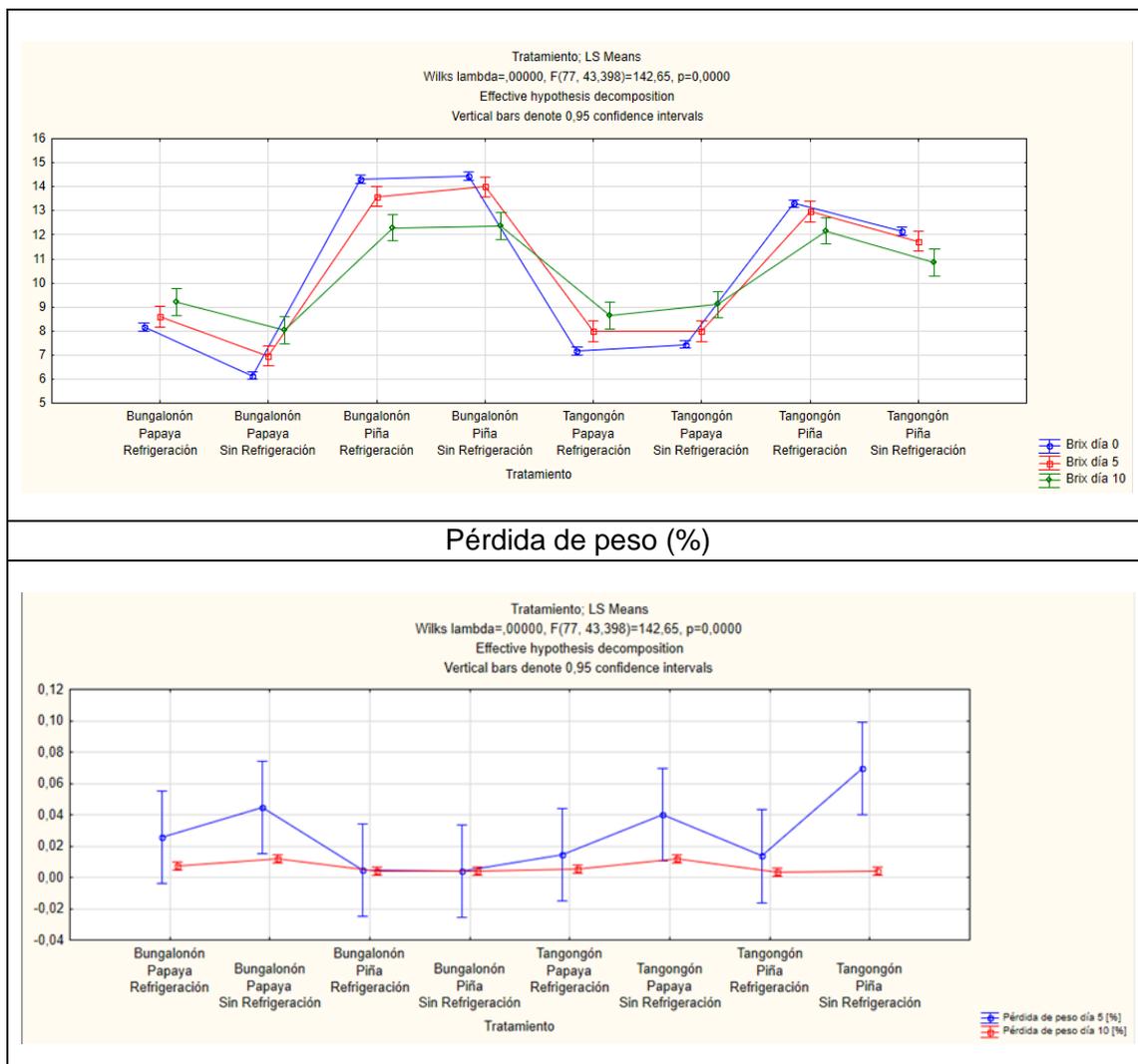
Nota: Esta tabla muestra el análisis de los resultados de la prueba de Tukey para la interacción A\*B\*C en las variables físico-químicas del día 10.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Figura 12**

Estudio del efecto de la interacción A\*B\*C en las variables de estudio.





Nota: Esta figura muestra de la interacción A\*B\*C en las variables de estudio.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En la figura 12 (Interacción A\*B\*C) se observa que existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la acidez titulable en los tres días de estudio, presentando valores más altos en la conservación con Piña. Para el día 0 el mayor valor fue Tangongón + Piña + Sin Refrigeración, y en los días 5 y 10, Tangongón + Piña + Refrigeración.

Respecto al pH, existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en los tres días de estudio, con los valores más altos para la conservación con Papaya. En el día 0 los mayores valores fueron junto al Tangongón, en el día 5 junto al Bungalonón +

Sin Refrigeración y Tangongón + Refrigeración, mientras que en el día 10 fue solamente junto a Tangongón + Refrigeración.

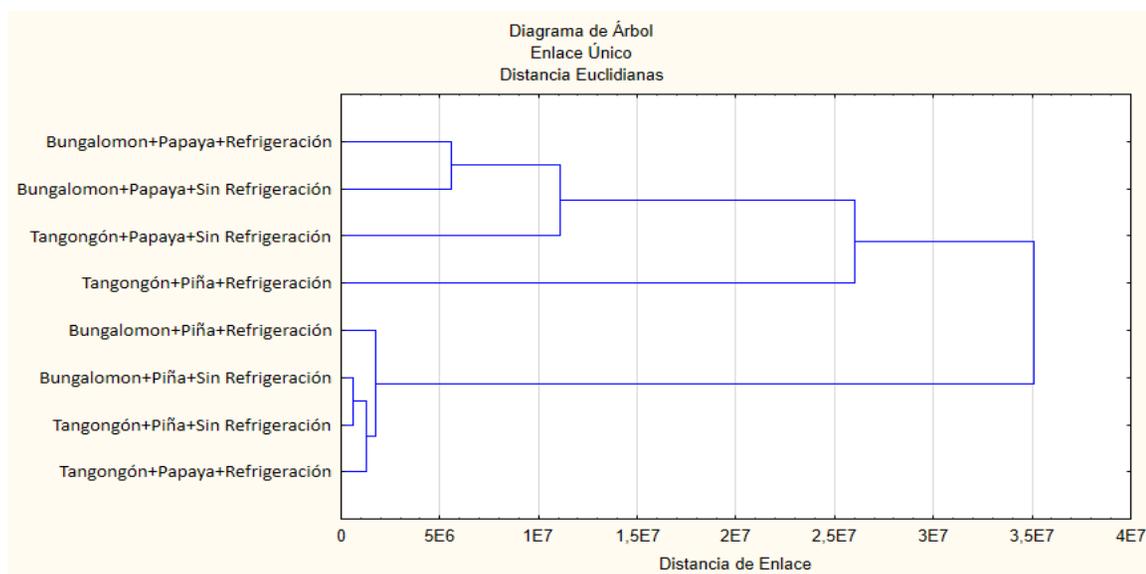
En los sólidos solubles, existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en los tres días de estudio, con los grados Brix más altos para la conservación con Piña. En los tres días los mayores valores fueron junto a Bungalón, adicionando Tangongón + Refrigeración en los días 5 y 10.

Finalmente, con la pérdida de peso se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en los días 5 y 10, con mayor pérdida en el día 5. En el día 5 los mayores valores en las conservaciones con Papaya y Tangongón + Piña. En el día 10 los mayores valores fueron junto a Papaya, exceptuando el de Tangongón + Refrigeración.

### **Análisis de conglomerados**

#### **Figura 13**

*Dendograma para los factores en estudio.*



Nota: Esta gráfica muestra el dendograma para los factores en estudio.

Elaborado por: Dávila, S (2021).

Con respecto al dendograma que muestra la figura 13, se pudo observar en los resultados del análisis de agrupamiento, que existen dos grandes grupos de tratamientos de acuerdo con el factor fruta y cuya afinidad parece indicar su condición de acuerdo a las variables físico-químicas utilizadas como son: sólidos solubles, pH, acidez titulable y pérdida de peso.

En el grupo 1, la variedad de Bungalonón con papaya refrigerada, así como sin refrigeración presentaron una mayor afinidad, en relación con la variedad de Tangongón con papaya sin refrigeración.

En el grupo 2: las variedades de Bungalonón y tangongón con piña sin refrigeración, al igual que la variedad de tangongón con papaya bajo refrigeración mostraron una mejor semejanza entre sí, en relación con la variedad de Bungalonón con Piña bajo Refrigeración.

### ***Análisis de componentes principales.***

**Tabla 58**

*Matriz de correlación de componentes principales.*

	Pérdida de Peso Día 5	Pérdida de Peso Día 10	Brix Día 0	Brix Día 5	Brix Día 10	pH Día 0	pH Día 5	pH Día 10	Acidez Día 0	Acidez Día 5	Acidez Día 10
<b>Pérdida de Peso Día 5</b>	1,000	0,370	-0,281	-0,304	-0,345	0,159	0,096	0,129	-0,091	-0,135	-0,163
<b>Pérdida de Peso Día 10</b>	0,370	1,000	-0,707	-0,712	-0,657	0,668	0,604	0,621	-0,672	-0,682	-0,689
<b>Brix Día 0</b>	-0,281	-0,707	1,000	0,995	0,970	-0,929	-0,908	-0,952	0,954	0,944	0,938
<b>Brix Día 5</b>	-0,304	-0,712	0,995	1,000	0,978	-0,917	-0,890	-0,941	0,941	0,936	0,934
<b>Brix Día 10</b>	-0,345	-0,657	0,970	0,978	1,000	-0,901	-0,893	-0,923	0,900	0,911	0,912
<b>pH Día 0</b>	0,159	0,668	-0,929	-0,917	-0,901	1,000	0,967	0,975	-0,941	-0,957	-0,950
<b>pH Día 5</b>	0,096	0,604	-0,908	-0,890	-0,893	0,967	1,000	0,970	-0,922	-0,940	-0,926
<b>pH Día 10</b>	0,129	0,621	-0,952	-0,941	-0,923	0,975	0,970	1,000	-0,970	-0,983	-0,973
<b>Acidez Día 0</b>	-0,091	-0,672	0,954	0,941	0,900	-0,941	-0,922	-0,970	1,000	0,968	0,949
<b>Acidez Día 5</b>	-0,135	-0,682	0,944	0,936	0,911	-0,957	-0,940	-0,983	0,968	1,000	0,997
<b>Acidez Día 10</b>	-0,163	-0,689	0,938	0,934	0,912	-0,950	-0,926	-0,973	0,949	0,997	1,000

Nota: Esta gráfica muestra del análisis de componentes principales.

Elaborado por: Dávila, S (2021).

En la tabla 55, se puede observar que existe una correlación en los tres días de bioconservación, en las variables: Sólidos solubles con más 0,995; en la variable pH 0,967 y en acidez titulable 0,968. Todo lo contrario, respecto a la pérdida de peso que se relaciona únicamente entre sí, el peso del día 5 con el del día 10.

**Tabla 59**

*Porcentajes de varianza total explicado.*

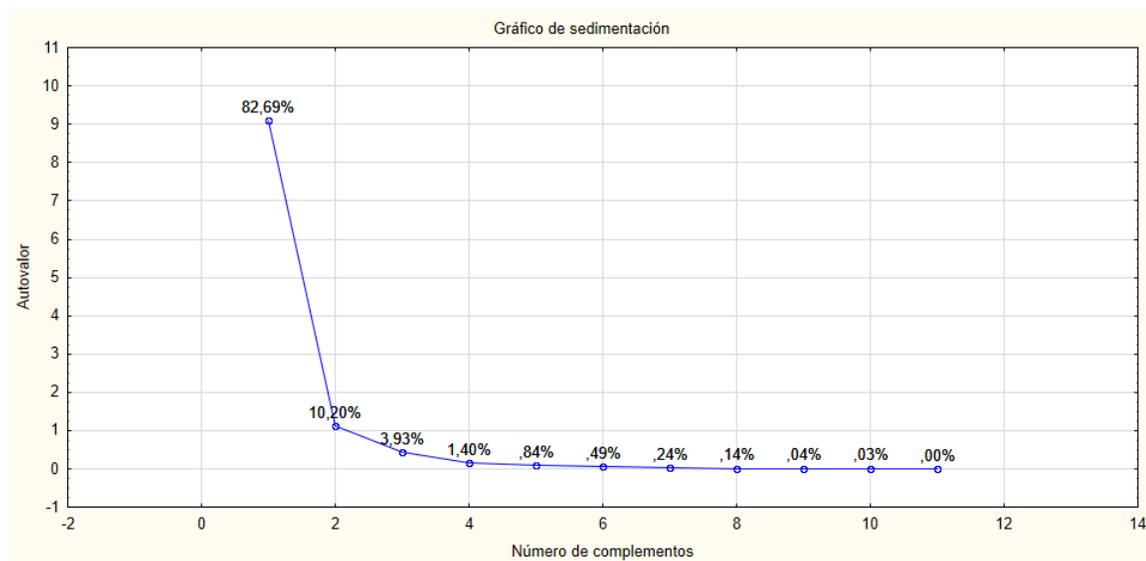
Componente	Varianza total explicada					
	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	9,0957	82,6878	82,6878	9,0957	82,6878	82,6878
2	1,1218	10,1982	92,8861	1,1218	10,1982	92,8861
3	0,4320	3,9275	96,8135			
4	0,1541	1,4008	98,2143			
5	0,0925	0,8411	99,0554			
6	0,0538	0,4890	99,5444			
7	0,0264	0,2403	99,7847			
8	0,0157	0,1424	99,9272			
9	0,0046	0,0420	99,9691			
10	0,0031	0,0278	99,9969			
11	0,0003	0,0031	100,0000			

Nota: Esta tabla muestra los porcentajes de varianza total explicado.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Figura 14**

Gráfica de sedimentación.



Nota: Esta gráfica muestra la gráfica de sedimentación.

Elaborado por: Dávila, S (2021).

En la figura 14 se muestra la gráfica de sedimentación donde se evaluó 11 variables, los datos correspondientes según la varianza total explicada se detallan a continuación: componente 1 se obtuvo mayor porcentaje de 82,69%, En cambio, el componente 2 fue de 10,1982 % respectivamente.

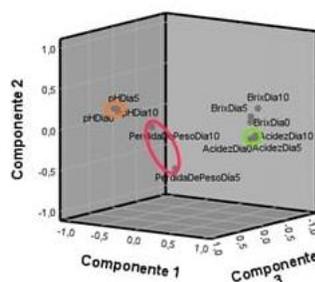
Consecuentemente, los componentes principales sobrantes manifiestan una simetría muy pequeña de la variabilidad (próxima a cero) y admisiblemente carezcan de jerarquía.

**Tabla 60***Matriz de componentes.*

	Componente	
	1	2
Pérdida de Peso Día 5	0,238	0,942
Pérdida de Peso Día 10	0,733	0,339
Brix Día 0	-0,982	-0,054
Brix Día 5	-0,977	-0,083
Brix Día 10	-0,958	-0,113
pH Día 0	0,970	-0,095
pH Día 5	0,950	-0,166
pH Día 10	0,982	-0,139
Acidez Día 0	-0,970	0,144
Acidez Día 5	-0,981	0,113
Acidez Día 10	-0,977	0,081

Nota: Esta tabla muestra la matriz de componentes.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

**Figura 15***Gráfica de componentes principales.*

Nota: Esta gráfica muestra la gráfica de sedimentación.

La grafica de componentes principales como se muestra en la figura 15, en base a los valores de la matriz presentó la siguiente conformación de componentes: Dentro del componente 1: se encuentran la variable pH de los tres días 0, 5 y 10 de bioconservación; en el componente 2: la variable acidez titulable en los tres días 0, 5 y 10 de bioconsecvación; finalmente dentro del componente 3 la variable pérdida de peso en el día 5 y 10 de bioconservación.

**Tabla 61**

*Viabilidad de las bacterias ácido lácticas provenientes del mucílago de abacá, en los días 0,5 y 10 de la biorremediación en papaya y piña.*

Tratamiento	Día 0 aerobios	Día 5 aerobios	Día 10 aerobios
Bungalonón + Papaya + Refrigeración	7.7x10 <sup>6</sup>	1.86 x10 <sup>8</sup>	2.54 x10 <sup>8</sup>
Bungalonón + Papaya + Sin Refrigeración	8.2x10 <sup>6</sup>	1.98 x10 <sup>8</sup>	2.41 x10 <sup>8</sup>
Tangogón + Papaya + Refrigeración	7.0x10 <sup>6</sup>	1.10 x10 <sup>8</sup>	1.95 x10 <sup>8</sup>
Tangogón + Papaya + Sin Refrigeración	9.4x10 <sup>6</sup>	1.18 x10 <sup>8</sup>	1.52 x10 <sup>8</sup>
Bungalonón + Piña + Refrigeración	1.04x10 <sup>7</sup>	1.80 x10 <sup>8</sup>	2.35 x10 <sup>8</sup>
Bungalonón + Piña + Sin Refrigeración	6.8x10 <sup>6</sup>	1.70 x10 <sup>8</sup>	1.98 x10 <sup>8</sup>
Tangogón + Piña + Refrigeración	4.3x10 <sup>6</sup>	1.65 x10 <sup>8</sup>	1.30 x10 <sup>8</sup>
Tangogón + Piña + Sin Refrigeración	8.8x10 <sup>6</sup>	1.02 x10 <sup>8</sup>	1.65 x10 <sup>8</sup>

Nota: la presente tabla muestra la viabilidad de las bacterias ácido lácticas provenientes del mucílago de abacá, en los días 0,5 y 10 de la biorremediación en papaya y piña

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En la tabla 58 se muestra la viabilidad durante los días 0, 5 y 10 durante la biorremediación donde se puede observar aumento o disminución en algunos tratamientos.

**Tabla 62**

*Mohos, levaduras y enterobacterias en la bioconservación de papaya y piña con la aplicación de bacterias ácido-lácticas provenientes del mucilago de abacá en los días 5 y 10.*

Tratamiento	Día 5 Mohos y levaduras	Día 10 Mohos y levaduras	Enterobacterias
Bungalón + Papaya + Refrigeración	-	-	-
Bungalón + Papaya + Sin Refrigeración	3,0x10 <sup>3</sup>	1x10 <sup>3</sup>	-
Tangogón + Papaya + Refrigeración	-	-	-
Tangogón + Papaya + Sin Refrigeración	4,0x10 <sup>3</sup>	2x10 <sup>3</sup>	1.0x10 <sup>3</sup>
Bungalón + Piña + Refrigeración	-	-	-
Bungalón + Piña + Sin Refrigeración	-	-	-
Tangogón + Piña + Refrigeración	1.0x10 <sup>3</sup>	-	-
Tangogón + Piña + Sin Refrigeración	3x10 <sup>3</sup>	2x10 <sup>3</sup>	1.0x10 <sup>3</sup>

Nota: la presente tabla muestra los mohos, levaduras y enterobacterias en la bioconservación de papaya y piña con la aplicación de bacterias ácido-lácticas provenientes del mucilago de abacá en los días 5 y 10.

Elaborado por: Dávila, S (2022).

En la tabla 59, se muestra en crecimiento de mohos, levaduras durante los días 5 y 10, además, un análisis de enterobacterias en los cuatro tratamientos afectados en el día 5, durante la biorremediación de papaya y piña con bacterias ácido lácticas provenientes del mucilago de abacá.

Este estudio confirmó que el aislado de bacterias ácido lácticas era *Leuconostoc mesenteroides*, mostrando ser un potencial bioconservador. El bioconservante se especificó por una disminución significativa en la producción de mohos, levaduras, enterobacterias también la aceptación de excelentes propiedades organolépticas durante los días 0, 5 y 10 de bioconservación.

## Capítulo V

### Discusión

El uso de variedades de bacterias ácido lácticas en la bioconservación de frutas, están en primera línea ya que emplean funciones efectivas. Las cualidades que tienen las BAL son: su actividad probiótica, contribuir a optimizar la duración de las frutas, así como también de diferentes productos alimenticios, ya que consiguen concentrar diversos ingredientes eficaces controlando empleos básicos, como la transferencia de humedad intercambio de gases y procesos de oxidación; esto debido a su acción fermentativa o su capacidad para frenar el desarrollo de otros microorganismos. La investigación actual sobre las bacterias ácido lácticas, detallan de cómo estas modifican las propiedades científicas, nutricionales o sensoriales de los suministros. Sin conmovir la tolerancia del consumidor, lo que favorece elocuentemente al progreso de la eficacia y la seguridad.

#### Abacá (Factor A)

En el mucílago de abacá, hubo un aumento de acidez, disminución de pH al igual que en sólidos solubles, en ambas variedades durante la fermentación natural, estos cambios sobre todo el pH (la variedad de Bungalonón con 4,2 y la variedad Tangongón con 4,59), permitieron el crecimiento de las bacterias ácido lácticas *Leuconostoc mesenteroides*. McDonald et al., (1990) en su estudio los límites de pH en el interior de las células para *Leuconostoc mesenteroides* y *Lb. Plantarum*, oscilaron de 4 a 5,7; coincidiendo con lo realizado en esta investigación, sin embargo también menciona que a valores inferiores de 4,0 el crecimiento ya era difícil.

#### Fruta (Factor B)

En cuanto a la papaya se observaron acrecentamientos en la acidez titulable en los días 5 y 10 de bioconservación, Las etapas de madurez de la papaya se da con el gasto de ácidos orgánicos, porque como se conoce la fruta

carece de almidón. Los resultados de cada tratamiento mostraron un comportamiento semejante en cuanto a la acidez, con una decadencia en el tratamiento 6 (Tangongón+papaya+Sin refrigeración), esto se debe seguramente a una derivación de la contracción en la actividad respiratoria, comportamiento similar realizado en el estudio de López, (2021). El acrecentamiento de la acidez se manifiesta ya que se forma el ácido galacturónico cuando se da la degeneración de la pared celular en el curso de la maduración de la papaya. En la transformación suceden reacciones afines con la madurez o el envejecimiento acelerado, por consiguiente, la descarga de ácidos orgánicos en este tipo de reacciones logra un aumento en la acidez.

Todo lo contrario, al comportamiento de la piña, observándose una baja de la acidez mientras ocurre la etapa de maduración es decir en el día 5 y 10, lo que muestra una elevada tasa metabólica en este cambio. Según Paull et al., (2020) los ácidos orgánicos son manejados en el transcurso de la respiración del fruto, estos ácidos son fundamentales en el lapso respiratorio de los ácidos tricarbónicos. Mas allá del grado bioquímico que desempeña, los ácidos orgánicos también favorecen en gran medida al sabor, el cual es una analogía propia de ambos azúcares y ácidos en las diversas variedades de frutales.

Respecto a la papaya tuvo un aumento en el contenido de sólidos solubles (°brix), debido a la degradación de almidón que ocurre y por ende acumulación de azúcares donde las principales son: sacarosa, glucosa y fructosa que son constituyentes principales de los sólidos solubles estos resultados coinciden con el estudio realizado por López, (2021). Este aumento permite deducir que los frutos poseen una mayor acción enzimática y su demanda es menor cuando se selecciona la etapa verde para la consumición.

En cuanto a la piña hubo una disminución de sólidos solubles durante los días 5 y 10 de bioconservación, durante la fase de maduración estas azúcares totales, así como también los reductores muestran un acrecentamiento continuo, No obstante, según Cabezas et al., (2001) la etapa de madurez no tiene ninguna influencia sobre el acaparamiento de azúcares reductores y azúcares totales, en cambio la sacarosa posterior a la disminución en el día 10 va a prolongar su

aumento incluso hasta el final del almacenamiento. La degradación de los carbohidratos poliméricos es uno de los cambios en ciertos frutos y está agrupado a la maduración, que es el contenido en almidón convertido en azúcares.

En cuanto al estudio del pH, en el caso de la papaya esta fruta presentó un pH mayor al de la piña; sin embargo, a medida que avanzó el tiempo de bioconservación de estas frutas, el pH se redujo de 4,2 en piña a 3,7 desde el día 0 hasta el día 10 de manera respectiva; entre tanto, para el caso de la papaya este también disminuyó de 6,2 al inicio de la bioconservación, hasta 5.7 finalizados los 10 días de estudio. López, (2021) por su parte, determinó valores de pH que para el caso de la papaya se incrementaron de 5,51 a 6,01; mientras que, Koffi et al., (2021) obtuvo 3,2 a 4 de pH en piña fresca bioconservada, notándose un incremento sustancial del pH; por lo cual es posible notar las diferencias en ambos casos con respecto a las dos frutas estudiadas en esta sección. Tumbarski et al., (2019), sugieren que estos hallazgos generalmente se asocian con actividades fisiológicas posteriores a la cosecha, como la descomposición de azúcares, los cambios fisiológicos y a una mayor acción metabólica en el pico climatérico.

Para la variable pérdida de peso, se determinó una mayor diferencia significativa en la papaya al finalizar los 10 días de evaluación; esto sucedió probablemente por la naturaleza de las frutas, puesto que; la papaya al ser un fruto climatérico produce etileno, debido a una mayor actividad metabólica (transpiración) que acelera su maduración con la consecuente pérdida de peso (Aspiazu, 2021).

### **Atmósfera (Factor C)**

En cuanto a la acidez en el factor atmosfera hubo una disminución tanto para refrigeración de 0,4 en el día 0 a 0.33 en el día 10, así como para sin refrigeración de 0,5 en el día 0 a 0,32 en el día 10 durante la bioconservación. Según Pinzón et al., (2007) menciona que esta depreciación surge debido a la acción de las deshidrogenasas. Además, los ácidos orgánicos son manejados a modo de sustratos de la respiración hacia la suma de nuevos mecanismos a lo largo de la maduración, esto se debe a una mayor tasa metabólica, la cual va a

contribuir en gran medida al sabor del fruto que viene a estar relacionada con los azúcares, de igual manera que los ácidos de otros géneros frutales, los resultados de este estudio coinciden con lo realizado por (López, 2021).

En la variable de sólidos solubles hubo diferencia entre los días de bioconservación, presentando al inicio 10,7 °Brix y una disminución en el día 10 de 10,6 °Brix bajo refrigeración, mientras sin refrigeración presentó 10,1 °Brix en el día 0 al igual que en el día 10. Suárez et al., (2009) mencionan que los altos valores de °Brix se muestran en los cambios de la fruta durante la madurez, que se va dando por el incremento de los azúcares en el transcurso de los cambios avanzados del proceso de maduración. Los sólidos solubles establecen un factor significativo en la degustación de los frutos, jugos y merengadas. también manifiestan la transformación del almidón en azúcares simples.

Para la variable pH se demostró la existencia de diferencias significativas entre la bioconservación sin refrigeración y con refrigeración, a nivel estadístico; presentando mayor relevancia los tratamientos sin refrigeración; esto sucedió debido a la temperatura de almacenamiento; puesto que, a mayor temperatura, la tasa de respiración de los frutos se eleva (Dairi et.al., 2021). Ambaw et al., (2021), sostienen que, la temperatura interna de la pulpa de la fruta determina la tasa de respiración y otras reacciones enzimáticas.

Con respecto a la pérdida de peso, la bioconservación mediada por la falta de refrigeración presentó un porcentaje mayor frente a la diferencia de la bioconservación con refrigeración, estos valores fueron: 0,04% del día 5 a 0,008% durante el día 10; y 0,01% en el día 5 a 0,005% al finalizar el día 10, de forma respectiva. Conforme a Jiménez et al., (2017) la pérdida de peso está ligada a la pérdida de agua que ocurre como consecuencia de las altas temperaturas que desencadenan el proceso transpiratorio en las frutas.

### **Respecto a la interacción A\*B\*C (Variedades de abacá-Frutas-Atmósferas)**

En cuanto al pH, los tratamientos que demostraron superioridad fueron: Tangongón-Papaya-Sin refrigeración y Tangongón-Papaya-Refrigeración con

6,31 y 6,29 al día 0 de forma respectiva, presentando una disminución progresiva en el día 5 y 10, que dejó a estos tratamientos en el rango aceptable según (Paull et al., 2020). La disminución del pH se encuentra relacionada con las reacciones enzimáticas que tienden a ralentizarse (Botia et al., 2008). Lo que demuestra que la acidez es un componente que incide sobre la conservación, conforme a la figura de sedimentación.

En el caso de la pérdida de peso, ningún tratamiento demostró diferencias significativas. Pinzón et al., (2007) menciona que la temperatura con la que se almacena posee una consecuencia directa en la duración del fruto. De igual manera señala que a mayor temperatura, la merma de agua es mayor mostrándose en la baja del peso fresco y en las particularidades de aspecto y eficacia.

En cuanto a la bacteria obtenida en este estudio *Leuconostoc mesenteroides* fue capaz de inhibir el crecimiento de los mohos y levaduras durante la conservación del día 5 al día 10, durante el conteo bacteriano de aerobios, el tratamiento Bungalón + Papaya + Refrigeración, presentó mayor población bacteriana ( $2,44 \times 10^8$  UFC/ml), en comparación al tratamiento Tangongón + Piña + Sin Refrigeración que obtuvo una población microbiana menor ( $1.65 \times 10^8$  UFC/ml).

Las frutas tienden a tener una mayor tendencia al deterioro por las enzimas producidas por los microorganismos patógenos, dentro de las cuales se puede nombrar proteasas, lipasas y amilasas, que van a causar cambios en las frutas tanto en su estructura, así como en el sabor. Sin embargo, el almacenamiento a temperaturas de refrigeración reduce significativamente la tasa de crecimiento de todos los géneros. No obstante, muchos de los organismos tienen resistencia y se han identificado en frutas tales como *Salmonella Typhi*, *Clostridium sp.*, *Escherichia coli* entre otras, que pueden eliminarse en muestras tratadas con antibióticos u otros inhibidores, la bacteria *Leuconostoc mesenteroides* fue capaz de inhibir el crecimiento de hongos, levaduras y evitar el crecimiento de enterobacterias, el cual coincide con el estudio realizado por Tenea et al., (2020) y Lopez, (2021), coincidiendo de igual forma con la investigación realizada en el

año 2008 por Trias y sus colaboradores donde varias cepas de LAB de *Leuconostoc spp.* y *L. plantarum* fueron capaces de inhibir fuertemente el desarrollo de patógenos humanos transmitidos por los alimentos en manzanas *golden Delicious*.

## Capítulo VI

### Conclusiones

Se concluye que:

Actualmente las frutas pasan por una variedad de procesos a partir del apartamiento de la planta, terminado consumida por la sociedad. Tanto la papaya como la piña son recolectadas manualmente, trasladadas hasta la industria y conservadas, estos pasos terminan afectando la eficacia final del fruto. Los estudios en post-recolección deben encaminarse a conservar la calidad y seguridad de los frutos y menguar las pérdidas entre los períodos de obtención y consumo. Mediante el uso de bacterias ácido lácticas como recubrimiento, se ha logrado retardar los cambios relacionados con la madurez manteniendo calidad organoléptica, reduciendo la contaminación microbiana, y por tanto alargando la vida útil de estos frutos.

En el factor "A" Las bacterias ácido lácticas aparecen a las 72 horas en la fermentación de mucílago abacá, con un pH de 4,2 en la variedad de Bungalonón y de 4,59 en la variedad de Tangongón.

Los mejores resultados en el factor "B" respecto a la papaya fueron obtenidos por el tratamiento Tangongón-Papaya- Refrigeración con 9,2 en sólidos solubles, 5,8 de pH, y 0,087 en acidez. No obstante, Tangongón-Papaya-Sin Refrigeración, demostró similitud con el tratamiento anteriormente descrito; con 9,1 °Brix, 5,51 de pH y 0,08 en acidez.

En cuanto a la piña y Bungalonón-Piña-Sin Refrigeración, con valor de 12,35 en sólidos solubles, 3,8 de pH y 0,572 en acidez; al igual Bungalonón-Piña-Refrigeración 12,3 °Brix, 3,65 de pH y 0.465 en acidez, el nivel de importancia se determinó conforme a los parámetros fisicoquímicos presentados durante la bioconservación.

La temperatura para la bioconservación influyó en la etapa de madurez, presentando una disminución en las variables físico-químicas mejorando sus propiedades organolépticas, así como también las microbiológicas y prolongando su vida útil.

Las BAL y sus metabolitos juegan un papel significativo en el biocontrol, ya que sus posibles efectos inhibitorios contra patógenos están bien documentados, sin cambiar las propiedades sensoriales de los alimentos. En particular, el uso de metabolitos primarios, bacteriocinas, tanto in situ después de la inoculación en el producto fresco, como por incorporación en recubrimientos comestibles, es una técnica de bioconservación sencilla y considerada cuidando el medio ambiente; tampoco demanda el uso de valores altos en equipos de laboratorio.

Al utilizar películas y recubrimientos comestibles, no afecta las particularidades organolépticas de las frutas al igual que la aceptación del consumidor. Igualmente, dado que las BAL pueden sobrevivir a temperaturas de almacenamiento en frío, sus metabolitos se pueden usar como bioaditivos alimentarios en la bioconservación.

## Recomendaciones

Se recomienda:

La fermentación por 72 horas, utilizando soluciones seriadas 1/10000 para una mejor obtención de bacterias en medio MRS AGAR, con un pH de 4,2 en la variedad de Bungalonón y de 4,59 en la variedad de Tangongón.

Emplear los siguientes tratamientos con papaya: Tangongón-Papaya-Refrigeración con las siguientes características 9,2 en sólidos solubles, 5,8 de pH, y 0,087 en acidez, y Tangongón-Papaya-Sin Refrigeración, con 9,1 °Brix, 5,51 de pH y 0,08 en acidez.

Utilizar los tratamientos con piña: Bungalonón-Piña-Sin Refrigeración, que presenta las siguientes características, 12,35 en sólidos solubles, 3,8 de pH y 0,572 en acidez; al igual Bungalonón-Piña-Refrigeración 12,3 °Brix, 3,65 de pH y 0.465 en acidez.

El uso de las BAL ya que pueden sobrevivir a temperaturas de almacenamiento en frío, ya que sus metabolitos se pueden usar como bioaditivos alimentarios en la bioconservación.

la bioconservación de las frutas bajo refrigeración ya que mantiene en mejor estado la fruta al igual que las características físico-químicas como: acidez. pH, °Brix y pérdida de peso, y al mismo tiempo evitando proliferación de patógenos.

Existe la necesidad de estudios posteriores para realizar una prueba más completa sobre el aspecto de la potencia, en variedades de fruta tanto climatéricas como no climatéricas, con el tiempo máximo de bioconservación.

Realizar análisis de costos.

## Bibliografía

- Alman, A., & Herrera, R. (2021). *Estudio del proceso de extracción de pulpa celulósica a partir de diferentes categorías de calidades de abacá considerando las variedades (Musa textilis Née, variedades: Tangongón, Bungalanón y Manguindanao) para la industrialización de papel blanco*. Santo Domingo: Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.
- Álvarez, N., & Guevara, D. (2020). "ESTUDIO DE LA CINÉTICA DEL CRECIMIENTO EN EL PROCESO FERMENTATIVO DE ABACÁ (*Musa textilis*) PARA LA BIOCONSERVACIÓN Y LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL CON FINES INDUSTRIALES. Santo Domingo: Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.
- Ambaw, A., Tobi, F., & Umezuruike, L. (2021). Thermo-Mechanical Analysis in the Fresh Fruit Cold Chain: A Review on Recent Advances. *Foods*, 10(6), 1357; <https://doi.org/10.3390/foods10061357>.
- Aspiazu, L. (2021). *Valoración de parámetros físicos, químicos en la maduración artificial de papaya (Carica papaya L.) variedad Hawaiana usando Acetiluro de calcio CaC2 como agente de maduración*. Mocache: Universidad Estatal de Quevedo.
- Ayivi, R., Gyawali, R., Krastanov, A., Aljaloud, S., Worku, M., Tahergorabi, R., . . . Ibrahim, S. (2020). Lactic Acid Bacteria: Food Safety and Human Health Applications. *Dairy*, 1, 202–232; doi:10.3390/dairy1030015.
- Cárdenas, J. (2016). *ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA EXPORTACIÓN DE LA FIBRA NATURAL DE ABACÁ HACIA EL REINO UNIDO*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- Chang, A., & Montero, G. (2015). *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL SECTOR EXPORTADOR DEL ABACÁ EN EL ECUADOR, PERIODO 2000- 2013*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Chuquillanqui, J. (2018). *Fertilización en el cultivo de piña (Ananas comosus L. Merr. Var. comosus) CV. Golden en Satipo*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Cortés, A., Díaz, M., & Salgado, M. (2018). Bioconservación, alimentos y pescado. *Agro productividad*, 11(11): 11-16.
- Dairi, M., Pankaj, P., & Rashid, Y. (2021). Effect of Postharvest Transport and Storage on Color and Firmness Quality of Tomato. *Horticulturae*, 7(7), 163; <https://doi.org/10.3390/horticulturae7070163>.
- Dimidi, E., Cox, S., Rossi, M., & Whelan, K. (2019). Fermented Foods: Definitions and Characteristics, Impact on the Gut Microbiota and Effects on Gastrointestinal Health and Disease. *Nutrients*, 11(8): 1806. doi: 10.3390/nu11081806.
- FAO. (2010). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/abaca0/es/>
- Filannino, P., Di Cagno, R., & Gobbetti, M. (2018). Metabolic and functional paths of lactic acid bacteria in plant foods: get out of the labyrinth. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 49, 64–72. doi: 10.1016/j.copbio.2017.07.016.
- George, F., Daniel, C., Thomas, M., Singer, E., Guilbaud, A., Tessier, F., . . . Foligné, B. (2018). Occurrence and Dynamism of Lactic Acid Bacteria in Distinct Ecological Niches: A Multifaceted Functional Health Perspective. *Frontiers of Microbiology*, <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02899>.
- Granda, M. (2021). *Estudio de pre-factibilidad para la exportación de papaya al mercado canadiense en el período 2020-2025*. Quito: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.
- Guevara, L. (2021). *Estudio del efecto de las concentraciones de cloruro de sodio, ácido acético y estado fisiológico de pepinillo (Cucumis sativus L.) con fines de bioconservación mediante la identificación de bacterias ácido lácticas*. Santo Domingo de los Tsáchilas: Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.
- Gumienna, M., & Górna, B. (2021). Antimicrobial Food Packaging with Biodegradable Polymers and Bacteriocins. *Molecules*, 26(12): 3735. doi: 10.3390/molecules26123735.

- Gutierrez, D. (2018). *Efecto de los ácidos acético y cítrico para control de antracnosis (Colletotrichum sp.) en poscosecha de papaya (Carica papaya L.)*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Jiménez, L., González, M., Cruz, S., Santana, R., & Villacís, L. (2017). Análisis poscosecha de frutos de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw.), a distintos niveles de madurez y temperatura. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2). ISSN 2308-3859.
- Kleerebezem, M., Kuipers, O., & Smid, E. (2017). Editorial: Lactic acid bacteria—a continuing journey in science and application. *FEMS Microbiology Reviews*, Volume 41, Issue Supp\_1, Pages S1–S2, <https://doi.org/10.1093/femsre/fux036>.
- Koffi, Y., Traore, M., Deffan, P., Ban Koffi, L., & Alloue, M. (2021). Assessment of the Physicochemical and Nutritional Parameters of Pineapple Fruits (*Ananas comosus* L.) and Post-harvest Bioconservation Test. *American Journal of Food Science and Technology*, 9(2), 53-61. DOI: 10.12691/ajfst-9-2-4.
- León, A., & Segura, M. (2020). Review of antimicrobial peptides as promoters of food safety: Limitations and possibilities within the food industry. *J. Food Saf.*, 40 doi: 10.1111/jfs.12854.
- Linares, J., Gutiérrez, N., Rivera, B., Pérez, S., & Nevárez, G. (2018). Biocontrol Processes in Fruits and Fresh Produce, the Use of Lactic Acid Bacteria as a Sustainable Option. *Front. Sustain. Food Syst.*, <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00050>.
- López, J. (2021). *Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas en dos variedades de cacao (mucílago), Nacional y CCN-51, para la bioconservación de papaya (Carica papaya) y naranjilla (Solanum quitoense)*. Santo Domingo de los Tsáchilas: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
- Loría, D. (2016). *Eficacia de aviglicina (PINCOR) en la reducción de la floración naturalmente diferenciada (NDF) en piña (Ananas comosus var. comosus) híbrido*

*MD-2 en San Carlos, Costa Rica*. San Carlos, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica SEDE REGIONAL SAN CARLOS.

Maicas, S. (2020). The Role of Yeasts in Fermentation Processes. *Microorganisms*, 8(8): 1142. doi: 10.3390/microorganisms8081142.

Mamani, A. (2018). *Evaluación del comportamiento agronómico de la variedad "Red lady" en la producción de papaya (Carica papaya L.), en la localidad de Bajo Inicua del municipio de Palos Blancos*. La Paz- Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.

McDonald, L. C., Fleming, H. P., & Hassan, H. M. (1990). Acid Tolerance of *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum*. *Applied and environmental microbiology*, 56(7), 2120–2124. Obtenido de <https://doi.org/10.1128/aem.56.7.2120-2124.1990>

Morales, M., Hernández, M. S., Cabezas, M., Barrera, J., & Martínez, O. (2001). Characterization of the ripening of pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) cv. 'India fruit'. *Agronomía Colombiana*, 18, 1-3 . Obtenido de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21706>

Orrego, C., Salgado, N., & Díaz, M. (2020). *Productividad y competitividad frutícola andina. Producto 9. Estudio de mercado interno y externo de la fruta fresca y sus derivados*. FONTAGRO.

Pandashina, L. (2021). *Caracterización agro-socioeconómica de los productores de piña (Ananas comosus L.) en el cantón Naranjito-Guayas*. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.

Pardo, J. (2018). *Aplicación de un aislante térmico compuesto de fibras de abacá a un horno calentado por GLP de la empresa NEGGINCO en la ciudad de La Concordia-Ecuador*. Quito: Universidad Internacional SEK.

Paull, R. E., Uruu, G., & Chen, N. J. (2 de Septiembre de 2020). Rapid Field Assay for Pineapple Fruit Acidity. *HortTechnology hortte*, 30(5), 593-596. Obtenido de <https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/30/5/article-p593.xml>

- Pera, J. (2019). *El impacto de la exportación de abacá como producto no tradicional en la economía ecuatoriana, período 2014-2018*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Ricci, A., Allende, A., Bolton, D., Chemaly, M., Davies, R., & Girones, R. (2017). Statement on the update of the list of QPS-recommended biological agents intentionally added to food or feed as notified to EFSA 6: suitability of taxonomic units notified to EFSA until March 2017. *EFSA J*, 15:33. doi: 10.2903/j.efsa.2017.4884.
- Ruiz, C. (2016). *Distribución y frecuencia de Collectotrichum spp. en la fruta de papaya (Carica papaya L.) híbrido "Pococí" en las zonas productoras de Parrita, Guácimo y San Carlos*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Russo, P., de Chiara, M. L., Vernile, A., Amodio, M. L., Arena, M. P., Capozzi, V., . . . & Spano, G. (2014). Fresh-cut pineapple as a new carrier of probiotic lactic acid bacteria. *BioMed research international*(309183.). Obtenido de <https://doi.org/10.1155/2014/309183>
- Sánchez, J. (2019). *Caracterización molecular de bacterias ácido lácticas aisladas de frutos procedentes de la Región Loreto*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Santos, J., Sousa, R., Otoni, C., Moraes, A., Souza, V., Medeiros, E., . . . Soares, N. (2018). Nisin and other antimicrobial peptides: Production, mechanisms of action, and application in active food packaging. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 48:179–194. doi: 10.1016/j.ifset.2018.06.008.
- Tumbariski, Y., Nikolova, R., Petkova, N., Ivanov, I., & Lante, A. (2019). Biopreservation of Fresh Strawberries by Carboxymethyl. *Food Technology and Biotechnology*, 57(2): 230–237. doi: 10.17113/ftb.57.02.19.6128.
- Ulloa, L. (2017). *Efecto de la variación en las temperaturas de acondicionamiento en la etapa poscosecha, sobre el desarrollo de color amarillo en frutos de piña (Ananas comosus L. Merr.) cv. Dorada Extra Dulce*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

- Velásquez, D. (2018). *Efecto de la irradiación de luz ultravioleta UV-C sobre el desarrollo de moho y otras variables de calidad poscosecha en piña (Ananas comosus L. Merr.) Híbrido MD-2*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Verdezoto, D. (2017). "AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (BAL) PRESENTES EN EL MUCÍLAGO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) TRINITARIO Y NACIONAL. Mocache: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Waller, V., & Wilsby, A. (2019). *Abaca in the Philippines*. Stockholm.
- Wang, Y., Wu, J., Lv, M., Shao, Z., Hungwe, M., Wang, J., . . . Geng, W. (2021). Metabolism Characteristics of Lactic Acid Bacteria and the Expanding Applications in Food Industry. *Front. Bioeng. Biotechnol*, 9: 612285. doi: 10.3389/fbioe.2021.612285.
- Zambrano, D. (2015). *La organización logística para la exportación de fibra de abacá por la empresa Furukawa plantaciones*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.