



Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas presentes en el mucílago de palmito para la bioconservación de borojó (*Borojoa patinoi*) mediante la aplicación de diferentes recubrimientos

Bermeo Concha, Madelaine Solange y Torres Cedeño, Boris Ariel

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería en Biotecnología

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Biotecnología

PhD. Sánchez Llaguno, Sungey Naynee

21 de febrero del 2022



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería en Biotecnología

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: **"Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas presentes en el mucilago de palmito para la bioconservación de borjón (*Borjón patinoi*) mediante la aplicación de diferentes recubrimiento"** fue realizado por la señorita **Bermeo Concha Madelaine Solange** y el señor **Torres Cedeño Boris Ariel**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenidos; 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 se lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 21 de febrero del 2022

Firma:



**SUNGEY NAYNEE
SANCHEZ LLAGUNO**

Sánchez Llaguno Sungey Naynee, PhD.

C. C.: 1205348673

Directora del Proyecto de Investigación



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería en Biotecnología

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Bermeo Concha Madelaine Solange** y **Torres Cedeño Boris Ariel** con cédulas de ciudadanía n° 0704402783 y n°2350206708, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Título "Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas presentes en el mucílago de palmito para la bioconservación de borojó (*Borojoa patinoi*) mediante la aplicación de diferentes recubrimiento"** es de nuestra 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

Bermeo Concha Madelaine Solange

C.C.: 0704402783

Torres Cedeño Boris Ariel

C.C.: 2350206708



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería en Biotecnología

Autorización de Publicación

Nosotros, **Bermeo Concha Madelaine Solange** y **Torres Cedeño Boris Ariel** con cédulas de ciudadanía n° 0704402783 y n° 2350206708, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Título: "Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas presentes en el mucílago de palmito para la bioconservación de borojó (*Borojoa patinoi*) mediante la aplicación de diferentes recubrimiento"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 21 de febrero del 2022

Firma

Bermeo Concha Madelaine Solange

C.C.: 0704402783

Torres Cedeño Boris Ariel

C.C.: 2350206708

Dedicatoria

Ante mi esfuerzo, esmero y sacrificio dedico el siguiente proyecto de estudio principalmente a mis padres Carmen y Bismark por acompañarme incondicionalmente en todo mi proceso académico y apoyarme en cada una de las decisiones que he tomado principalmente al momento de decidir irme del hogar a más de 7 horas de viaje para poder cumplir con todo el maravilloso proceso universitario, enseñándome así el valor del sacrificio, paciencia y esfuerzo que tiene cada una de mis decisiones.

Asimismo, agradezco a mi hermana Joselyn por escucharme y preocuparse por cada una de las decisiones que tomo, por aconsejarme y ser mi amiga de aventuras. A mi hermano Christian que de una u otra manera me ha tratado de apoyar en los momentos más difíciles. A mis queridos Bonny y Dala por llegar a mi vida y acompañarme en todo este proceso universitario brindándome cariño incondicionalmente.

De manera muy especial, a Boris por formar parte de nuestro equipo y lograr que todo esto se logre con apoyo mutuo y mucha paciencia.

Solange

Este proyecto de investigación se lo atribuyo de todo corazón a mis amados padres Patricio Torres y Cecilia Cedeño, quienes me han apoyado de forma incondicional en cada una de las etapas de mi vida y que sin su guía no sería la persona que soy ahora, ya que todos y cada uno de mis logros incluido este, han sido reflejo de su comprensión, amor, enseñanzas, constancia, sacrificio y esfuerzo.

De igual forma a mis abuelos Brígida Cedeño y Roque Cedeño, por ser fuente de admiración y devoción, a mis hermanos Bryan y Josue por su compañía fraternal y a mi familia en general por ser el eje central de mi vida y con quienes estoy agradecido infinitamente.

A Solange por haber hecho más ameno este proceso, enseñarme en el camino la importancia de una buena organización y estar en todo momento para lograr con esfuerzo y dedicación culminar este proyecto.

Boris

Agradecimiento

Finalizando esta etapa, quiero agradecer de manera infinita a mi familia por todo el amor que me han brindado, especialmente a mi madre que sin importar de las barreras ha hecho todo lo posible para apoyarme, acompañarme y aconsejarme; a mi padre por preocuparse día a día por mí, por ofrecerme su apoyo y palabras de aliento deseando siempre lo mejor para mí.

A mis compañeros/amigos de Universidad Kelly. C, Bismark. C, Jorge. C, Kevin. C, Belén. J, Angela. V, Ariel. R por formar parte de toda esta experiencia y compartir momentos especiales dentro y fuera de las aulas. A mis mejores amigas Karen. T y Dayana. R por los buenos ánimos que me han dada a la distancia. A mi amiga Nastia. C que me brindó su amistad y consejos en los momentos más difíciles.

Agradezco a cada una de las personas que me han permitido conocerlos y que de una u otra manera influyeron en mi vida y a todos aquellos

Solange

Agradezco a mis docentes quienes en el andar universitario los he ido encontrado, brindándome sus enseñanzas, tiempo y conocimientos para ser un profesional de éxito.

A mis amigos Kevin. C, Italo. T, Jairo. C, Joel. C, Jordan. S, Andres. V, Genecys. R, Eduarda. R, Tania. R, Angie. G, Belen. J, Angela. V, Jessica. L, Genesis. D, Evelyn. C, Wendy. G, Diana. H, Julissa. P, Sonia. D, Karen. S, Nicole. G, Katy. G, Briggth. U, Paulina. Z por su apreciable amistad en el transcurso Universitario, con quienes he compartido experiencias y vivencias inolvidables, deseándole el mejor de sus éxitos les agradezco pro todo.

A mi amigo de toda la vida Carlos. M, por el apoyo e incondicional amistad. Finalmente, agradezco a todas las personas que me ayudaron de manera desinteresada en diferentes momentos de mi vida.

Boris

Agradecemos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por tener docentes de calidad que imparten sus conocimientos, ayudando a impulsar la formación académica y profesional de los estudiantes. A la industria agrícola exportadora INAEXPO por su predisposición y colaboración al proporcionarnos el mucilago de palmito para el desarrollo de nuestra investigación.

A nuestra tutora Sungey Sánchez, por habernos guiado y apoyado con su predisposición al compartir su sabiduría y experiencia, asimismo agradecemos al Dr. Juan Neira por su colaboración durante el desarrollo de nuestra investigación.

A la Ing. Katy Medina y compañeros (tesistas, pasantes) por brindarnos su apoyo durante la etapa de laboratorio. A Josselyn López, por su ayuda en nuestros momentos de incertidumbre.

Solange y Boris

Índice de Contenido

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	8
Resumen	18
Abstract	19
Capítulo I	20
Introducción	20
Objetivos	22
Objetivo general	22
Objetivos específicos	22
Hipótesis	22
Hipótesis para el Factor A (Atmósfera)	22
Hipótesis para el Factor B (Recubrimiento + BAL)	23
Hipótesis para el Factor A (Atmósfera) x Factor B (Recubrimiento + BAL)	23
Capítulo II	24
Revisión de Literatura	24
El Palmito	24
Generalidades	24
Producción de palmito	25
Mucílago del palmito	26
Composición de la fibra de palmito	27
Fermentación del mucílago	28
Bacterias Acido lácticas	29
Generalidades	29
Clasificación de las bacterias ácido-lácticas	29
Taxonomía de las BAL	30
Bacteriocinas de BAL	31

	12
Identificación molecular de BAL	32
Efecto bioconservante de BAL en productos alimenticios	32
Recubrimientos o barreras físicas	33
Polímero de almidón	33
<i>Efecto bioconservante del polímero de almidón en productos alimenticios</i>	34
Cera de abeja	34
Efecto bioconservante de la cera de abeja en productos alimenticios	35
Carnauba	35
Efecto bioconservante de la carnauba en productos alimenticios	36
Borojó	36
Generalidades	36
Cosecha y postcosecha del borojó	37
Capítulo III	39
Metodología	39
Ubicación del Área de Investigación	39
Ubicación Política	39
Ubicación Ecológica	39
Ubicación Geográfica	39
Materiales	41
Determinación de pH	41
Determinación de Acidez Titulable	41
Determinación de Sólidos Solubles	42
Determinación de Densidad Relativa	42
Aislamiento e identificación de las bacterias ácido lácticas	42
Enriquecimiento selectivo de las bacterias ácido lácticas	43
Bioconservación de las frutas	43
Recuento de poblaciones microbianas	44
Métodos	44
Obtención de la materia prima	44
Fermentación del mucilago de palmito	44
Determinación de la densidad relativa	45
Aislamiento de las bacterias ácido lácticas	46
Recuento de carga microbiana en el fermento del mucilago de palmito	46

	13
Identificación microbiana	46
Prueba de Tinción Gram	46
Test de catalasa	47
Secuenciación y análisis filogenético	47
Bioconservación de las frutas	48
Preparación de la Solución a base de BAL	48
Preparación de frutas	48
Recubrimiento de almidón + BAL	48
Recubrimiento de cera de abeja + BAL	49
Recubrimiento de cera de carnauba + BAL	49
Controles	49
Diseño Experimental	49
Factores del experimento	49
Tratamientos para comparar	50
Tipo de diseño	50
Repeticiones	50
Análisis Estadístico	51
Análisis funcional	51
Variables evaluadas	51
Determinación de pH	51
Determinación de Acidez Titulable	51
Determinación de Sólidos Solubles (SS) expresados en grados Brix	53
Determinación de pérdida de peso	53
Gráfico de pérdida o variaciones	53
Recuento microbiano en placas Petrifilm™	54
Análisis sensorial	55
Capítulo IV	56
Resultados	56
Caracterización fisicoquímica del mucilago de palmito	56
Identificación de BAL aislada después de la fermentación del mucílago de palmito	57
Análisis de varianza	59
Análisis de varianza para pH	59
Análisis de varianza para la acidez titulable	61

	14
Análisis de varianza para los sólidos solubles	63
Análisis de varianza para la pérdida de peso	65
Prueba de Tukey para la evaluación de los factores	66
Resultados de la evaluación para las variedades de atmósfera (Factor A)	66
Resultados del estudio para el tipo de Recubrimiento + BAL (Factor B)	69
Prueba de Tukey para la evaluación de las interacciones significativas en la bioconservación de borjón.	73
Análisis de Tukey aplicadas en la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL))	73
Análisis microbiológico	88
Análisis del recuento de bacterias	88
Análisis del recuento de hongos y levaduras	88
Análisis de conglomerados	89
Análisis de componentes principales	90
Análisis organolépticos	95
Resultados de los análisis organolépticos (textura, olor) realizados a 10 personas	95
Capítulo V	105
Discusión	105
Atmósferas (Factor A)	106
Recubrimientos + BAL (Factor B)	108
Interacción del Factor A y Factor B	109
Capítulo VI	112
Conclusiones	112
Recomendaciones	114
Capítulo VII	115
Bibliografía	115

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación Taxonómica del palmito	24
Tabla 2 Compañías que forman parte de la cadena de exportaciones del sector productivo de palmito	26
Tabla 3 Análisis de la empresa Inaexpo	27
Tabla 4 Clasificación Taxonómica del borojó	37
Tabla 5 Recursos indispensables para la determinación de pH del mucilago de palmito, fermento del mucilago de palmito y borojó	41
Tabla 6 Recursos indispensables para la determinación de acidez titulable del mucilago de palmito, fermento del mucilago de palmito, y borojó.	41
Tabla 7 Recursos indispensables para la determinación de sólidos solubles del mucilago de palmito, fermento del mucilago de palmito y borojó	42
Tabla 8 Recursos indispensables para la determinación de densidad del mucilago de palmito y fermento del mucilago de palmito	42
Tabla 9 Recursos indispensables para el aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas provenientes de la fermentación del mucilago de palmito.	42
Tabla 10 Recursos indispensables para el enriquecimiento de BAL	43
Tabla 11 Recursos necesarios para la preparación de la solución probiótica y de la muestra	43
Tabla 12 Recursos necesarios para el recuento microbiológico de las frutas	44
Tabla 13 Factores y Niveles a probar en la evaluación de Bioconservación de borojó (Borojoa patinoi) con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de palmito	49
Tabla 14 Tratamientos a comparar en la evaluación de Bioconservación de (Borojoa patinoi) con bacterias BAL provenientes de mucilago de palmito.	50
Tabla 15 Esquema de análisis de varianza para el estudio de la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de cacao	51
Tabla 16 Caracterización fisicoquímica del mucilago de palmito sin fermentar y fermentado	56
Tabla 17 Pruebas microbiológicas para la identificación bacteriana	57
Tabla 18 Análisis de varianza para pH del día 1 de la bioconservación de borojó	59
Tabla 19 Análisis de varianza para pH del día 5 de la bioconservación de borojó	59
Tabla 20 Análisis de varianza para pH del día 10 de la bioconservación de borojó	60
Tabla 21 Análisis de varianza para la acidez titulable del día 1 de la bioconservación de borojó	61
Tabla 22 Análisis de varianza para la acidez titulable del día 5 de la bioconservación de borojó	61
Tabla 23 Análisis de varianza para la acidez titulable del día 10 de la bioconservación de borojó	62
Tabla 24 Análisis de varianza para los sólidos solubles del día 1 de la bioconservación de borojó	63
Tabla 25 Análisis de varianza para los sólidos solubles del día 5 de la bioconservación de borojó	63

Tabla 26 Análisis de varianza para los sólidos solubles del día 10 de la bioconservación de borjón	64
Tabla 27 Análisis de varianza para la pérdida de peso del día 5 de la bioconservación de borjón	65
Tabla 28 Análisis de varianza para la pérdida de peso del día 10 de la bioconservación de borjón	65
Tabla 29 Resultados de la prueba Tukey para la evaluación del Factor A (atmósfera) en las variables fisicoquímicas	66
Tabla 30 Resultados de la prueba Tukey para la evaluación del Factor B (Recubrimiento + BAL) en las variables fisicoquímicas	69
Tabla 31 Resultados de la prueba Tukey evaluando la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en las variables fisicoquímicas del día 1	73
Tabla 32 Resultados de la prueba Tukey evaluando la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en las variables fisicoquímicas del día 5	74
Tabla 33 Resultados de la prueba Tukey evaluando la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en las variables fisicoquímicas del día 10	75
Tabla 34 Resultados del recuento de bacterias (UFC/ml) durante el día 5 y 10	88
Tabla 35 Resultados del recuento de hongos y levaduras (UFC/ml) durante el día 5 y 10	88
Tabla 36 Matriz de componentes principales del borjón	90
Tabla 37 Coeficiente de correlación de Karl Pearson	91
Tabla 38 Matriz de componentes principales del borjón	92
Tabla 39 Porcentajes de varianza total explicada de los componentes más altos	92
Tabla 40 Recuento en cada parámetro evaluado de textura evaluado por cada tratamiento en refrigeración	95
Tabla 41 Recuento en cada parámetro evaluado de textura por cada tratamiento en temperatura ambiente	96
Tabla 42 Resultados del análisis de olor en cada uno de los tratamientos tanto en refrigeración como temperatura ambiente	96

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de ubicación geográfica del área de investigación	40
Figura 2 Árbol filogenético en base de las secuencias del fragmento 16S ARNr de la muestra obtenida	58
Figura 3 Estudio del efecto de la atmósfera (Factor A) en las variables de estudio	67
Figura 4 Estudio del efecto de los Recubrimientos + BAL (Factor B) en las variables de estudio	71
Figura 5 Estudio del efecto de la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en la variable pH durante el día 1, 5, 10	77
Figura 6 Estudio del efecto de la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en la variable acidez titulable durante el día 1, 5, 10	79
Figura 7 Estudio del efecto de la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en la variable sólidos solubles durante el día 1 y 10	82
Figura 8 Estudio del efecto de la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en la variable de pérdida de peso durante el día 5 y 10	84
Figura 9 Gráfico de perdida entre los días por cada variable evaluada en base a las interacciones A*B	85
Figura 10 Dendograma para los factores en estudio de la fruta de borjón	89
Figura 11 Gráfica de sedimentación del análisis de componentes del borjón	93
Figura 12 Gráfica de componentes principales	94
Figura 13 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Refrigeración + (Polímero de almidón + BAL)	97
Figura 14 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Refrigeración + (Cera de abeja+ BAL)	98
Figura 15 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Refrigeración + (Cera de carnauba + BAL)	99
Figura 16 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Refrigeración + (Sin recubrimiento + BAL)	100
Figura 17 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Temperatura Ambiente + (Polímero de almidón + BAL)	101
Figura 18 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Temperatura Ambiente + (Cera de abeja + BAL)	102
Figura 19 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Temperatura Ambiente + (Cera de carnauba + BAL)	103
Figura 20 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Temperatura Ambiente + (Sin recubrimiento + BAL)	104

Resumen

El borojó (*Borojoa patinoi*) es una fruta silvestre cultivada en Ecuador, su descomposición es muy rápidamente debido a la forma en cómo se comercializa, produciendo grandes pérdidas. Las BAL se encuentran entre los microorganismos más importantes empleados en la fermentación de alimentos. Una forma de obtenerlas es a través del zumo de palmito “mucílago”, en las que participan las bacterias ácido-lácticas, mismas que se utilizan en la bioconservación de alimentos, otra forma de bioconservación es a través de recubrimientos físicos. En la siguiente investigación realizada en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo tuvo el fin de evaluar la bioconservación de borojó con tres recubrimientos físicos (polímero de almidón, cera de abeja y cera de carnauba) más BAL para ello se lo realizó en dos partes, la primera constó de la preparación de una solución BAL aislada del mucílago de palmito y la segunda parte la aplicación de los recubrimientos + BAL a diferentes atmósferas (medio ambiente, refrigeración) evaluándose aspectos fisicoquímicos (pH, acidez soluble, sólidos solubles, pérdida de peso) y microbiológico durante el primero, quinto y décimo día de la bioconservación, además se evaluó aspectos organolépticos al día 10. Los mejores tratamientos en base a su actividad antimicrobiana fueron la Refrigeración + (Polímero de almidón + BAL); Refrigeración + (Cera de carnauba + BAL) y Temperatura ambiente + (Polímero de almidón + BAL). Si se considera la mínima variación de porcentaje de pérdida peso el tratamiento Refrigeración + (Cera de abeja + BAL) es el recomendado.

Palabras claves:

- **RECUBRIMIENTO**
- **BAL**
- **BIOCONSERVACIÓN**
- **VARIABLES FISICOQUÍMICAS**

Abstract

Borojo (*Borojoa patinoi*) is a wild fruit cultivated in Ecuador, its decomposition is very fast due to the way in which it is commercialized, producing great losses. LAB are among the most important microorganisms used in food fermentation. One way to obtain them is through the "mucilage" of palmito juice, in which lactic acid bacteria participate, which are used in the biopreservation of food, another form of biopreservation is through physical coatings. In the following research carried out at the facilities of the Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Santo Domingo campus, the purpose of the study was to evaluate the biopreservation of borojo with three physical coatings (starch polymer, beeswax, carnauba wax) plus the addition of LAB, which was done in two parts, The first consisted of the preparation of a LAB solution isolated from palm heart mucilage and the second part consisted of the application of the coatings + LAB in different atmospheres (environment, refrigeration), evaluating physicochemical (pH, soluble acidity, soluble solids, weight loss) and microbiological aspects during the first, fifth and tenth day of biopreservation, and organoleptic aspects were also evaluated on day 10. The best treatments applied based on their antimicrobial activity were Refrigeration + (Starch polymer + LAB); Refrigeration + (Carnauba wax + LAB) and Room temperature + (Starch polymer + LAB). If the minimum variation in the percentage of weight loss is considered, the Refrigeration + (Beeswax + BAL) treatment is recommended.

Key words:

- **COATING**
- **BAL**
- **BIOPRESERVATION**
- **PHYSICOCHEMICAL VARIABLES**

Capítulo I

Introducción

Ecuador es uno de los principales países que exporta de productos primarios tales como el banano, sin embargo, la exportación de borojó ha sido uno de los productos menos comercializados debido al escaso conocimiento de la fruta y por ende de su contenido nutricional, no obstante, existen sectores tanto públicos como privados dedicadas a las plantaciones de borojó que se encargan de comercializar la fruta en las diferentes provincias a nivel nacional (Pérez, 2015).

El borojó (*Borojoa patinoi*), es una fruta que se descompone muy rápidamente debido a la forma en cómo se comercializa, produciendo grandes pérdidas, por lo que, se requiere la correcta toma de decisiones acerca de las medidas acatadas al momento de cosechar o manipular la fruta, además de su almacenamiento o ya sea su envasado, con el propósito de obtener una fruta más conservada (Erazo et al., 2020).

Es muy importante que, al tomar estas decisiones se consideren métodos adecuados para conservar el borojó asegurando que la fruta mantenga sus propiedades, es decir, su calidad (Nogales, 2018). El surgimiento de nuevas alternativas a favorecido al mercado alimenticio, sin embargo, se ha buscado alternativas ecológicas para su bioconservación, una de esta alternativa es la aplicación de bacterias ácido-lácticas (BAL) adecuadas en este proceso de bioconservación presentando en sus características capacidades antagonistas y un buen controlador biológico (Russo et al., 2014).

Las BAL, son bacterias que pueden inhibir microorganismos encontrados en el deterioro ya que posee propiedades antimicrobianas que les permite conservar a los alimentos en contra de la producción de hongos de manera natural, extendiendo su vida útil (De Simone et al., 2021). La aplicación de estas bacterias para la conservación de

alimentos se las considera aptas para su consumo además que, al momento de almacenar ya sea en refrigeración o a una temperatura ambiente con una elevada concentración de dióxido de carbono (CO₂) las bacterias se convierten en una población dominante de la microflora del alimento de tal forma que la conserva (Dhundale et al., 2018).

La fibra de palmito es el producto generado de la extracción del corazón de la palma en donde separan las envolturas del tallo, la punta y también la base que queda cerca del corazón de palmito. PRONACA es una de las industrias de alimentos ecuatorianos que produce diariamente la cantidad más grande de desechos agrícolas tales como la fibra de palmito que comúnmente son desechados sin crear un producto extra (Rosero, 2008).

Morocho & Leiva (2019) señala en su trabajo “Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas” que existe una gran variedad de bacterias BAL del género *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, *Streptococcus* y *Pediococcus*, que pueden ser aislados a partir de la fermentación de alimentos, masas ácidas, bebidas, plantas, en este caso de la fermentación de la fibra de palmito; bacterias que en conjunto a un recubrimiento o barrera física permitirá alargar la vida útil de la fruta; de acuerdo con Nogales (2018) estas barreras ayudan a la formación de una película alrededor de la fruta evitando la filtración de CO₂, O₂ o C₂H₄, gases que provoca el deterioro de la fruta y así mejorará la postcosecha del borjón.

Objetivos

Objetivo general

Aislar y caracterizar bacterias ácido-lácticas presentes en el mucílago de palmito para la bioconservación de borojón (*Borojoa patinoi*) mediante la aplicación de diferentes recubrimientos.

Objetivos específicos

Aislar bacterias ácido-lácticas presentes en la fermentación del mucílago de palmito.

Evaluar el efecto de la aplicación de las bacterias ácido-lácticas con distintos tipos de recubrimientos para la bioconservación de borojón.

Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes tipos de recubrimientos para la bioconservación de borojón.

Determinar la influencia de atmósfera en la bioconservación del borojón.

Determinar mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos la influencia del bioconservante aplicado en las características del borojón.

Hipótesis

Hipótesis para el Factor A (Atmósfera)

Ho: La atmósfera aplicada en los tratamientos durante el análisis de bioconservación no influye en las propiedades finales del borojón.

Ha: La atmósfera aplicada en los tratamientos durante el análisis de bioconservación influye en las propiedades finales del borojón.

Hipótesis para el Factor B (Recubrimiento + BAL)

Ho: El efecto de los diferentes tratamientos de recubrimiento + BAL no influye en la bioconservación del borjón.

Ha: El efecto de los diferentes tratamientos de recubrimiento + BAL influye en la bioconservación del borjón.

Hipótesis para el Factor A (Atmósfera) x Factor B (Recubrimiento + BAL)

Ho: El efecto de las interacciones entre los factores Atmósfera*Recubrimiento + BAL no influye en la bioconservación del borjón.

Ha: El efecto de las interacciones entre los factores Atmósfera*Recubrimiento + BAL no influye en la bioconservación del borjón.

Capítulo II

Revisión de Literatura

El Palmito

Generalidades

El palmito es una planta perenne originaria del trópico húmedo americano resultado a partir de la domesticación de especies silvestres. La variedad domesticada de la planta de palmito forma parte de la especie botánica *bactris gasipaes*, en el Ecuador es conocido como “Chontaduro” que es un tipo de palma cultivada durante varios siglos por las comunidades indígenas del Ecuador y hoy en día por diferentes agricultores, industrias e investigadores debido a los múltiples usos que tiene (Alvear, 2010).

El palmito se obtiene del cogollo de la palma, es la parte central de la palmera, enriquecida de fibra, hierro y calcio con una textura firme utilizada normalmente como un encurtido para varios tipos de ensaladas, sin embargo, para poder extraerlo es necesario que la palmera llegue a un suficiente crecimiento y para ello debe transcurrir alrededor de 1 o 2 años, es por esta razón que se lo considera un producto muy apetecible y exótico, pero con un precio monetario elevado (Corpei-CBI, 2003).

Tabla 1 Clasificación Taxonómica del palmito

Reino	Plantae
Dominio	Eukarya
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae

Familia	Areceaceae
Subfamilia	Arecoideae
Genero	<i>Bactris</i>
Especie	<i>Bactris gasipaes</i>

Fuente: Recuperado de (Reyes, 1998)

Producción de palmito

En Ecuador, el palmito se encuentra en el quinto lugar de productos no tradicionales más exportados, convirtiéndose en un producto con creciente representatividad, llegando en el año 2000 al 1,2% del total de exportaciones de productos agroindustriales (Álvarez, 2002).

Al estar ubicado en la zona ecuatorial, los territorios tropicales del Ecuador presentan condiciones agroambientales de temperatura y humedad estables en todo el año, generando ventajas competitivas y comparativas sobre el palmito, dando como resultado un producto con características de consistencia y sabor parejo. (Cevallos, 2019).

Según un estudio por parte de la Universidad Andina Simón Bolívar-Observatorio PyME (2021) el palmito presente en la república del Ecuador en su mayoría corresponde a una variedad domestica del género *Bactris*, a diferencia de los policultivos, el 96% del total de hectáreas agrícolas cultivadas están destinadas únicamente al cultivo de palmito, se estima que equivale a 15 358 has de superficie, con un total de 842 unidades productoras dedicadas a la cosecha, selección y producción de 143 000 000 Kg del

producto. Esto se traduce a la generación aproximada de 6,700 puestos de trabajos que están vinculados directamente con la producción de este vegetal (MAGAP, 2016).

Entre las principales zonas ecuatorianas que producen palmito, destacan la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y Pichincha (Noroccidente), ya que sus terrenos agrícolas son excelentes, debido a sus niveles elevados de humedad, representando el 95% del total de áreas cultivadas en todo el país (UASB, 2021).

Entre pymes, pequeños productores y grandes empresas existen un total de 520 compañías en el Ecuador de las cuales en la tabla 2 se puede observar las principales empresas exportadoras de palmito, estando INAEXPO a la cabeza con el 52 % de participación.

Tabla 2 *Compañías que forman parte de la cadena de exportaciones del sector productivo de palmito*

Tropical Foods	3,24%
Inaexpo – Pronaca	52%
Expropalm	22%
Snob – Sipia S.A.	10%
Otras (Ecuavegetal – Facundo; Proceconsa; Incopalmito; Protropic)	12,76%

Fuente: recuperado de (Universidad Andina Simón Bolívar-Observatorio PyME. 2021)

Mucílago del palmito

Se cataloga como mucilago o zumo de palmito a la fibra (desecho agrícola) con un 80-85% de humedad resultante de la extracción del “corazón” en el cogollo tierno de

la palma. La empresa agrícola INAEXPO, después de que realiza la remoción del palmito, genera grandes cantidades de fibra, para la producción de este “mucilago” la industria realiza lo siguiente: después de la selección y pelado de los tallos, pasan al proceso de descortezado en donde separan las últimas capas que rodean la base, la punta y el tallo en general para dejar así solamente el centro (corazón) de palmito, los pedazos resultantes de este proceso son desechados, sin embargo, esta es la fibra compuesta por un 80-85% de humedad (Rosero, 2008).

La empresa Procesadora Nacional de Alimentos C.A. (PRONACA) en sus instalaciones dedicadas a la producción de palmito, diariamente genera 70 000 Kg de fibra que son apilados en zonas de desecho agrícola, equivalente a 1 400 000 Kg por mes y 16 800 000 Kg por año de fibra que no tiene ningún uso en específico (INAEXPO, 2007).

Composición de la fibra de palmito

Los resultados a continuación presentados, fueron proporcionados por la empresa INAEXPO S.A. a través de un laboratorio certificado externo en el 2019.

Tabla 3 *Análisis de la empresa Inaexpo*

Parámetro	Método	Resultado
Humedad (%):	PEE/LA/07 INEN 382	94.51
Proteína (%):	PEE/LA/01 INEN ISO 7968	1.31
Grasa (%):	PEE/LA/05 AOAC 960.39	0.24
Ceniza (%):	PEE/LIV03 INEN 401	0.69
Fibra (%):	INEN 522	0.00
Carbohidratos totales (%):	Cálculo	3.25
Azúcares (%):	HPLC HPLC	3.23

Glucosa (%):	HPLC	2.25
Sacarosa (%):	HPLC	0.00
Fructosa (%):	HPLC	1.02
Lactosa (%):	PEE/LA/05 AOAC 960.39	0.00

Fermentación del mucílago

La fermentación es un tipo de catabolismo caracterizado por la degradación de compuestos orgánicos (sustratos fermentables) en un proceso de oxidación incompleta llevado a cabo en el citosol de una gran variedad de microorganismos y en algunas células eucariotas, todo esto en condiciones anaerobias (ausencia de oxígeno). Prácticamente cada hidrato de carbono o derivado se lo puede usar como sustrato fermentable por algún tipo de microorganismo, los productos que se generan al final de la fermentación son moléculas orgánicas tales como lactato, alcohol etílico, etc., CO₂ y ATP. (Zalduegui, 1975).

El metabolismo fermentativo de los alimentos se considera como la 'biotecnología' más antigua, en donde los microorganismos convierten las materias primas en productos que tienen cualidades alimentarias aceptables, tales como el sabor, la vida útil, la textura y los beneficios para la salud, Entre los principales microorganismos fermentativos están las bacterias ácido-lácticas, mohos y levaduras. En singular, las BAL (principalmente *Lactobacillus Leuconostoc* y *Streptococcus*) son la principal microflora involucrada en la fermentación de productos lácteos fermentados, vegetales y masa fermentada (Giraffa, 2004).

Existen dos métodos principales por medio de los cuales se fermentan los alimentos, el primero consiste en los alimentos que se pueden fermentar de forma natural, denominados a menudo como "fermentos salvajes" o "fermentos espontáneos", de tal

forma que durante estos casos los microorganismos están presentes de forma natural en los alimentos crudos o en el entorno de procesamiento, por otra parte, en el segundo método los alimentos se pueden fermentar mediante la adición de cultivos iniciadores, conocidos como "fermentos dependientes del cultivo" (Dimidi et al., 2019).

El estudio realizado por Rosero (2008), demostró la capacidad fermentativa que tiene el mucilago de palmito, asimismo, se puede asumir la microflora natural resultante de su procesado.

Bacterias Acido lácticas

Generalidades

Las bacterias ácido-lácticas (LAB) son un grupo de bacterias Grampositivas con una morfología de cocos o bacilos inmóviles no formadoras de esporas, catalasas negativas y organismos anaerobios facultativos, con alta tolerancia al pH bajo. Se encuentran entre los microorganismos más importantes empleados en la fermentación de alimentos, tienen la capacidad de mejorar el sabor y la textura de los productos alimenticios fermentados. Se caracterizan por la importante característica de producción de ácido láctico como principal o único producto a partir que se forma de la glucosa, asimismo originan sustancias inhibitoras del crecimiento como bacteriocinas, diacilos, peróxido de hidrógeno, etc. que evitan la proliferación de bacterias y patógenos que afectan a los alimentos. Las BAL se agrupan en la rama *Clostridium* de bacterias Grampositivas que está relacionada con los bacilos, El ADN de las BAL tiene un bajo contenido de G + C (Mokoena, 2017).

Clasificación de las bacterias ácido-lácticas

Las BAL pueden ser clasificadas según el modo de fermentación de la glucosa, el rango de temperatura de crecimiento, los patrones de utilización del azúcar, la morfología

celular, la capacidad de crecer a altas concentraciones de sal y la tolerancia ácida o alcalina. (Quinto et al., 2014).

Según Mokoena (2017) las BAL se clasifican en microorganismos homofermentativos y heterofermentativos, dependiendo de los productos resultantes de la fermentación de los carbohidratos que usen como sustrato, en el caso de las BAL homofermentativas tienen la particularidad de producir principalmente ácido láctico a partir de azúcares, mientras que las BAL heterofermentativas producen ácido láctico, alcohol, o ácido acético y dióxido de carbono.

Taxonomía de las BAL

En el grupo de bacterias LAB, existen 6 familias, 38 géneros, y todas pertenecen al orden *Lactobacillales*, clase *Bacilli* y filo *Firmicutes*.

Los géneros más comunes de las BAL son los siguientes: *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Tetragenococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Melissococcus*, *Lactosphaera*, *Microbacterium* *Propionibacterium*, *Pediococcus*, *Carnobacterium*, *Alloiococcus* *Oenococcus*, *Enterococcus*, *Dolosigranulum*, *Aerococcus*, *Vagococcus* y *Weisella*. *Lactobacillus* cuenta con un total de 261 especies registradas hasta mayo del 2020, posicionándose en el género con más miembros entre las BAL. Particularmente *Lactobacillus* ha sido reclasificado en 25 géneros, que incluyen el grupo *Paralactobacillus*, *Lactobacillus delbrueckii* y 23 nuevos géneros nombrados como: *Apilactobacillus*, *Schleiferilactobacillus*, *Bombilactobacillus*, *Lacticaseibacillus* *Dellaglioia*, *Liquorilactobacillus*, *Ligilactobacillus*, *Furfurilactobacillus*, *Lentilactobacillus*, *Levilactobacillus*, *Lactiplantibacillus*, *Secundilactobacillus*, *Loigolactobacillus*, *Limosilactobacillus*, *Fructilactobacillus*, *Amylolactobacillus*, *Holzapfelia*, *Agriolactobacillus*,

Companilactobacillus, *Fewactobacillus*, *Lapidilactobacillus*, *Acetilactobacillus* (Zheng et al., 2020).

Las BAL están presentes en entornos como el agua, las plantas, el suelo, las aguas residuales, así como en humanos y animales (Leyva et al., 2017). En general, para las BAL los entornos ricos en carbohidratos son ideales para su crecimiento, Incluso las cavidades de humanos y animales son lugares favorables para su crecimiento (Liu et al., 2011). Pueden ser aisladas de muchas frutas y verduras crudas para luego usarse contra poblaciones microbianas naturales patógenas (Fessard & Remize, 2019).

Bacteriocinas de BAL

Una de las características conservadas a lo largo de la evolución por parte de los organismos vivos es la producción de sustancias antagónicas (bacteriocinas), considerada como un eficaz mecanismo de defensa ancestral. Las bacteriocinas son péptidos antimicrobianos que son producidos en los ribosomas de las bacterias, llegando a ser procesados o no por enzimas de modificación postraduccional (PTM), para finalmente ser exportadas al medio extracelular (Cotter et al., 2005).

En el caso de las BAL estas producen una gran variedad de compuestos antimicrobianos, tales como ácidos orgánicos (ácido cítrico, acético, fumárico, málico y láctico), CO₂, acetaldehídos, amoníaco, diacetilo, reuterina, diacetilo, acetoína, etanol, bacteriocinas, sustancias inhibidoras similares a las bacteriocinas (BLIS) y otros metabolitos importantes, que cuentan con una fuerte actividad antagónica contra muchos microorganismos. En si el efecto antimicrobiano de las BAL es el resultado de la competencia contra microorganismos patógenos por los nutrientes (Agriopoulou et al., 2020).

Identificación molecular de BAL

Para la identificación molecular existen técnicas de próxima generación como la secuenciación de amplicones dirigidos, la cual es ampliamente utilizada para la caracterización de comunidades microbianas. Este método consiste en extraer el ADN de una muestra para luego ser amplificado por PCR utilizando un conjunto de cebadores que se dirige a un gen taxonómicamente informativo que puede ser común entre los microorganismos procariotas (bacterias y arqueas) o común entre los eucariotas (hongos o protistas). El gen taxonómicamente informativo más utilizado es el gen del tramo largo de ARN ribosómico 16S con aproximadamente 1500 pb, ya que es un marcador genético establecido para la identificación y clasificación de procariotas (Boers et al., 2019).

Para la detección molecular de BAL se han desarrollado técnicas genéticas como la secuenciación del ADNr 16S, que permite realizar una identificación más consistente y precisa de las cepas individuales (Buddhiman et al., 2008). Por otra parte, Khalid (2011) menciona que la determinación de secuencias cortas de ADNr 16S se utilizan como una forma sencilla para la determinación de especies de aislados de BAL.

La implementación de métodos genotípicos como la filogenia basada en el ARNr 16S permitió revelar la gran diversidad del género *Lactobacillus*, incluido el género *Pediococcus* como parte integral, por lo que los árboles filogenéticos construido a partir de genes únicos, incluido el gen ARNr 16S, permiten la agrupación de especies en clados filogenéticos (Zheng et al., 2020).

Efecto bioconservante de BAL en productos alimenticios

Las bacteriocinas son los productos finales de un proceso de fermentación, poseen una estructura en forma de péptidos con acción bacteriana frente a receptores de

células. Las BAL producen bacteriocinas que se caracterizan por su acción conservadora debido a su actividad antimicrobiana inhibiendo la producción de microorganismos patógenos, asimismo, tiene un gran potencial para ser utilizadas en procesos de bioconservación de alimentos por su falta de toxicidad al ser consumido y por no alterar el sabor, aroma, textura ni las propiedades nutritivas de los alimentos (Alvarez et al., 2016).

Las BAL se caracterizan por la producción de ácido láctico y ácidos orgánicos, de tal forma que su acumulación de estas permite la reducción del pH del ambiente, además producen un efecto inhibitorio tanto de bacterias Grampositivas como de bacterias Gramnegativas. En efecto, el ácido láctico en un estado no disociado permite que penetre la pared celular microbiana, todo esto debido a que el pH más alto que posee el contenido celular permite su disociación, provocando la liberación de iones de H y su anión produciendo que interfieran en el proceso metabólico y crecimiento celular (Ramírez et al., 2011).

Hoy en día, las bacteriocinas han sido utilizadas para recubrimientos de empaque que han ayudado a controlar la producción de bacterias patógenas que los alimentos pueden transferir, de tal forma que afirma la liberación segura y gradual de bacteriocinas que se encuentran presentes en los alimentos y de la misma forma evita la inactivación de estas todo esto por la interacción que se produce entre los componentes de los alimentos (Guerra et al., 2005).

Recubrimientos o barreras físicas

Polímero de almidón

El polímero de almidón es un tipo de polisacárido vegetal que se encuentra en las raíces, tubérculos y hasta en la semilla de varias plantas. Su composición se basa por

capas externas de amilopectina e internas de amilosa conectadas por una unión glicosídica, pero su proporción suele variar de acuerdo con su fuente principal. Los gránulos de almidón comprenden de una proporción de glucosa de cadena larga que son insolubles en agua, pero forman una suspensión si se las enfrente y se agita (Arias & Claro, 2006).

Efecto bioconservante del polímero de almidón en productos alimenticios

Los polímeros de almidón son utilizados para recubrir una variedad de frutas y vegetales alargando así propiedades naturales sin provocar cambios en su aroma, apariencia o a su sabor inicial, todo esto gracias a que los recubrimientos a base de almidón suelen ser transparentos, con un sabor insípido e inodoros, además, poseen un bajo costo y fácil biodegradación. Sin embargo, suelen presentar limitadas propiedades de barrera a la humedad debido a su escaso factor hidrofílico y propiedades mecánicas (Ramos et al., 2018).

Cera de abeja

La cera de abeja es la sustancia más antigua que ha sido utilizada por el hombre, es obtenida a partir de colmenas de abejas, el animal más importante del mundo. La cera es segregada entre 12 a 30 días de vida de la abeja obrera, esta cera en forma de escamas muy pequeñas son el producto de su metabolismo segregadas por glándulas que se encuentran ubicadas debajo del abdomen que luego son sintetizadas como una forma de reducción de azúcares. Inicialmente la cera tiene un color blanco, aunque de apoco va tomando un color amarillento todo esto a medida que la cera entra en contacto con la miel, el polen y a su vez con el propóleo (Gómez, 2020).

La cera de abeja posee entre sus características composiciones de esterres que va desde los 70 a 80%, ácidos libres que van entre 10 a 15% y también compuestos

naturales, a todo esto, se suma ventajosas propiedades como emulsificante y plasticidad. Es insoluble cuando se enfrente al agua, sin embargo, es ligeramente soluble cuando se encuentra en presencia de solventes o disolventes orgánicos, pero de manera completa cuando se la somete a calor hasta llegar al punto de ebullición. Al momento de entrar a una temperatura de 35 a 40 °C la cera de abeja se vuelve plástica emitiendo un olor muy característico a la miel (Herrera, 2018).

Efecto bioconservante de la cera de abeja en productos alimenticios

La cera de abeja al ser un lípido posee una naturaleza hidrofóbica, esta propiedad es de gran utilidad para la formulación de barrera física y recubrimiento comestible que ayudan aislando la humedad ya que previene la transpiración y a su vez la pérdida de peso del fruto. En cuanto a sus propiedades mecánicas proporcionan duración y estabilidad ayudando a la conservación del fruto, sin embargo, su limitada cohesión y a la vez su poca integridad estructural, estas propiedades mecánicas son afectadas provocando la formación de una película quebradiza (Navarro, 2007).

Carnauba

La cera de Carnauba se obtiene a partir de las hojas de *Copernicia prunifera*, una palma brasileña y de zonas del trópico de Sudamérica, en Brasil es conocida como el árbol de vida. El árbol de carnauba crece aproximadamente entre los 6 a 12 metros, sin embargo, pueden llegar a medir 20 metros. La cera se obtiene de un árbol maduro de 8 años durante los meses de septiembre y diciembre, se aísla de las hojas que son retiradas durante ese tiempo, se las secan ya sean expuestas al sol o por máquinas y luego son extraídas sacudiendo las hojas. La cera extraída está compuesta principalmente de ácidos orgánicos, ésteres e igualmente de hidrocarburos, además, es ligeramente soluble a disolventes polares (Herrera, 2018).

Efecto bioconservante de la carnauba en productos alimenticios

Entre las características que más destaca de la cera de carnauba es su carácter hidrofóbico, es decir, la capacidad de repeler el agua, característica que se le adquiere debido a su alto punto de fusión. Su uso es amplio, pero básicamente la mayoría la aplican para proporcionar brillo a zapatos, autos y hasta la cutícula de frutas, además por su gran duración funciona como conservante de frutas aplicada como recubrimiento de tejidos retrasando la maduración, proporcionándoles consistencia y alargando la vida de la misma ya que retrasa el intercambio que se produce entre los gases del fruto y del medio ambiente (Gómez, 2020).

Borojó

Generalidades

El borojó (*Borojoa patinoi*) es una fruta silvestre nativa de América tropical. En Ecuador se cultiva el borojó en la región de la Costa y por las cuencas del río Amazonas con un tamaño que va desde los 7 cm hasta los 12 cm de diámetro, su color suele ser verde cuando no se ha llegado a un estado de maduración, pero una vez que se madura cambia a café y su pulpa toma un color café oscuro (León, 2015).

En Suramérica este fruto es comúnmente conocido por poseer una elevada actividad antioxidante, energética y un gran aporte nutricional, además, la presencia de vitaminas A y C, y minerales tales como Ca, K, P, Fe y Zn (León, 2015). La fruta es utilizada por varios grupos indígenas y comunidades de las selvas ecuatoriana como energizante natural o para embalsamar cadáveres, de la misma manera por sus diferentes características le han atribuido varias propiedades medicinales (Hincapié, 2012).

Nogales (2018), señala que la fruta de borjón posee en su estructura 88% de pulpa y el 12% restante formada de cascara y semillas. La pulpa de borjón es utilizada para jugos debido a su alto valor energético, fosforo y sabor. En el caso de los grupos indígenas del Ecuador emplean el borjón para la elaboración de chicha. En su estructura se encuentran metabolitos secundarios que son un gran modelo químico para la formulación de nuevas drogas, aunque a nivel tradicional es muy popular por sus propiedades diuréticas, anticancerígeno, cicatrizantes y hasta por ser una fruta afrodisiaca (Barrera, 2011).

Tabla 4 Clasificación Taxonómica del borjón

Reino	Plantae
División	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Suborden	Rubiineae
Familia	Rubiaceae
Genero	<i>Borjoa</i>
Especie	<i>Borjoa patinoi</i>

Fuente: Recuperado de (Barrera, 2011).

Cosecha y postcosecha del borjón

El árbol de borjón da fruta en aproximadamente luego de 2 años de ser sembrado y desde ese momento la cosecha se puede realizar cada tres meses, no obstante, es muy importante indicar que de acuerdo con estudios realizados se ha demostrado que el borjón no necesita de una estación del año para que empiece a dar fruto, su cosecha se la puede realizar durante todo el año (León, 2015).

El borojó no posee climaterio, es decir, su maduración no se completa si se cosecha verde o antes de su madurez. Esta es la razón por la que la fruta se debe cosechar seguidamente luego de la caída del árbol, aunque se la puede reconocer por sus aspectos fisiológicos, uno de estos es cuando de la rama del árbol de borojó empiezan a caerse sus hojas, en el caso de las frutas empieza a tornar un color verde oscuro, olor fuerte y sus estípulas se descomponen. No sucede lo mismo cuando el fruto se encuentra verde y se lo cosecha, ya que además de no llegar a su madurez organoléptica su contenido nutritivo no es la misma. Una vez que la fruta llega a su madurez la recogida suele ser del suelo y la fruta llega a tomar un color pardo con una consistencia blanda, estado que necesariamente es recomendable ser transportada y conservada (Anchundia & Castro, 2018).

Capítulo III

Metodología

Ubicación del Área de Investigación

Ubicación Política

País:	Ecuador
Provincia:	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón:	Santo Domingo
Parroquia:	Luz de América
Sector:	Km 24 Vía Quevedo

Ubicación Ecológica

Zona de vida:	Bosque húmedo tropical
Altitud:	224 msnm
Temperatura media:	24.6 ° C
Precipitación:	2860 mm/año
Humedad relativa:	85%
Heliofanía:	680 horas luz/año
Suelos:	Francos Arenoso

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

Ubicación Geográfica

El procedimiento del proyecto de investigación se desarrolló en la provincia de

Santo Domingo de los Tsáchilas específicamente en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo, en los laboratorios de Bromatología y Microbiología ubicada en el km 24 de la Vía Santo Domingo-Quevedo.

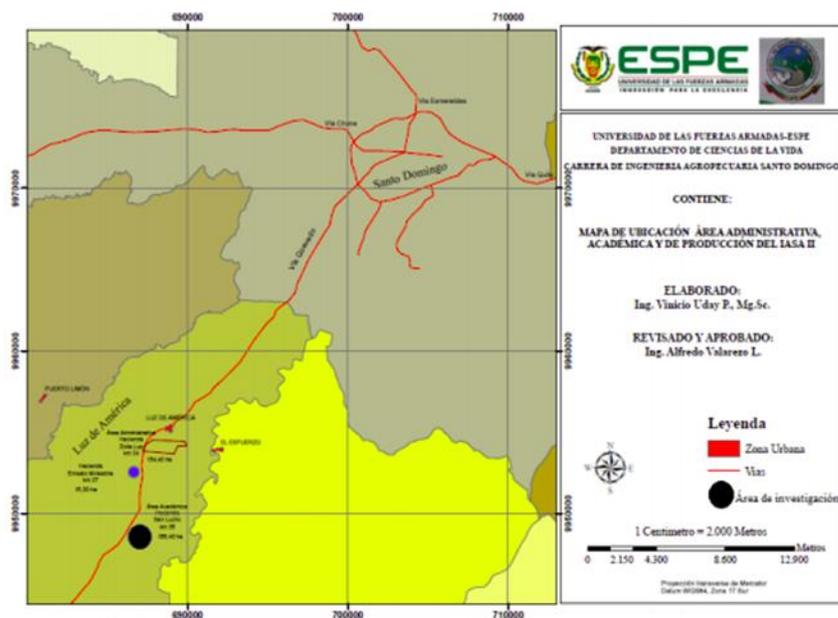
Latitud: 00° 24' 36"

Longitud: 79° 18' 43"

Altitud: 270 msnm

Mapa de ubicación geográfica del área de investigación

Figura 1 Mapa de ubicación geográfica del área de investigación



Materiales

Determinación de pH

Tabla 5 Recursos indispensables para la determinación de pH del mucilago de palmito, fermento del mucilago de palmito y borojé

Equipos	Materiales/Insumos	Muestras
Potenciómetro	Probeta de 100 ml	Mucilago de palmito
Balanza	Pipeta de 10 ml	Fermento del mucilago de palmito
	Vaso de precipitación de 200 ml	Borojé
	Mortero	
	Aguan destila	

Determinación de Acidez Titulable

Tabla 6 Recursos indispensables para la determinación de acidez titulable del mucilago de palmito, fermento del mucilago de palmito, y borojé.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Potenciómetro	Probeta de 50, 25 y 250 ml	NaOH 0,1N	Mucilago de palmito
Balanza analítica	Pipeta de 10 ml		Fermento del mucilago de palmito
Baño maría	Vaso de precipitación 250 ml		Borojé
Agitador electromagnético	Mortero		
	Kit de titulación		
	Matraz Erlenmeyer de 250 ml		
	Embudo		
	Algodón		

Determinación de Sólidos Solubles

Tabla 7 Recursos indispensables para la determinación de sólidos solubles del mucilago de palmito, fermento del mucilago de palmito y borojé

Equipos	Materiales/Insumos	Muestras
Refractómetro	Vaso de precipitación de 200 ml	Mucilago de palmito
	Gotero	Fermento del mucilago de palmito
	Mortero	Borojé

Determinación de Densidad Relativa

Tabla 8 Recursos indispensables para la determinación de densidad del mucilago de palmito y fermento del mucilago de palmito

Equipos	Materiales/Insumos	Muestras
Balanza analítica	Picnómetro de 50 ml	Mucilago de palmito
Baño maría	Vaso de precipitación de 200 ml	Fermento del mucilago de palmito
	Agua destilada	

Aislamiento e identificación de las bacterias ácido lácticas

Tabla 9 Recursos indispensables para el aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas provenientes de la fermentación del mucilago de palmito.

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Incubadora	Tubos de ensayo	MRS Agar	Mucilago de cacao fermentado
Cámara de flujo laminar	Mechero	Cristal violeta	
Autoclave	Asa drigalski	Lugol	
Microscopio	Asa bacteriológica	Alcohol acetona	

Balanza	Placas de Petri	Safranina
Plancha térmica magnética	Portaobjetos	Aceite de inversión
	Frascos autoclavables	Peróxido de Hidrógeno
	Micropipeta	Agua peptona
	Parafilm	

Enriquecimiento selectivo de las bacterias ácido lácticas

Tabla 10 Recursos indispensables para el enriquecimiento de BAL

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Incubadora	Tubos de ensayo	Caldo MRS	Bacterias aisladas
Cámara de flujo laminar	Asa bacteriológica		
Autoclave	Micropipeta		
Balanza	Matraz Erlenmeyer de 500 ml		
	Frasco autoclavable		

Bioconservación de las frutas

Tabla 11 Recursos necesarios para la preparación de la solución probiótica y de la muestra

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Incubadora	Tubos de ensayo	Ácido cítrico	Cultivo enriquecido selectivo de BAL
Cámara de flujo laminar	Mechero	Citrato de sodio	
Autoclave	Asa bacteriológica		

Balanza	Micropipeta
Potenciómetro	Vaso de precipitación
Centrífuga	Probeta
Espectrofotómetro	Atomizador de 1L

Recuento de poblaciones microbianas

Tabla 12 Recursos necesarios para el recuento microbiológico de las frutas

Equipos	Materiales/Insumos	Reactivos	Muestras
Incubadora	Tubos de ensayo	Agua de peptona	Papaya
Cámara de flujo laminar	Mechero	Petrifilm	Naranjilla
Autoclave	Micropipeta		
Balanza	Matraz Erlenmeyer		
Vortex	Vaso de precipitación		
Contador de colonias	Probeta		

Métodos

Obtención de la materia prima

Para la obtención del mucilago de palmito, se lo solicitó a la Industria Agrícola (INAEXPO) ubicada en el Km 8 vía Quinindé Santo Domingo, aportando 10 L del mucilago de palmito no deshidratado.

En cambio, el borojó fue adquirido de dos distribuidores locales de la parroquia de Luz de América en el Km 15 y 16 respectivamente, obteniendo un total de 72 borojós.

Fermentación del mucilago de palmito

Se eliminó residuos de fibra de palmito del mucilago por filtración y se fermentó el

filtrado durante 72 horas a temperatura ambiente en 2 fermentadores (recipientes plásticos) de 3,78 L, los cuales fueron acoplados con trampas de agua y envueltos con fundas negras.

Determinación de la densidad relativa

Para determinar la densidad relativa se usó como referencia el método establecido según la norma INEN 391 (1985):

Se pesó un picnómetro (limpio y seco), después, se lo llenó con agua destilada (recientemente hervida y enfriada) hasta la marca correspondiente, luego se sumergió el picnómetro en baño maría a 20 °C durante 30 minutos, una vez transcurrido el tiempo se lo retiró, secó, pesó, vació y secó cuidadosamente de nuevo. Posterior a esto, se colocó en él la muestra (mucilago de palmito, fermento del mucilago de palmito) hasta su respectiva marca y se lo sumergió a 20 °C en baño maría por 30 minutos, pasado el tiempo se lo secó, dejó enfriar y pesó en la balanza analítica. En medio de cada etapa al llenar el picnómetro se evitó la formación de burbujas de aire y se registraron los pesos.

La densidad se calculó usando la siguiente fórmula:

$$d = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

En donde:

d = densidad relativa a 20 °C

m_1 = masa (en g) del picnómetro vacío

m_2 = masa (en g) del picnómetro con agua

m_3 = masa (en g) del picnómetro con la muestra

Aislamiento de las bacterias ácido lácticas

Por cada fermentador se preparó series de diluciones hasta 10^{-6} , colocando 1 ml del fermentado de mucilago de palmito en 9 ml de agua peptona (1,5%) y se sembró por el método de extensión 0,1 ml en placas de Petri con medio selectivo (agar MRS) inoculándolo durante 48 horas a 37 °C.

Para la obtención de colonias más puras, empleando el método de estrías se resembraron las colonias en medio selectivo agar MRS.

Recuento de carga microbiana en el fermento del mucilago de palmito

De un fermentador se preparó series de diluciones hasta 10^{-6} , iniciando con un 1 ml del fermentado de mucilago de palmito en 9 ml de agua de peptona (1,5%), posterior, en la cámara de flujo laminar se procedió a sembrar 1 ml de 10^{-3} en una placa Petrifilm™ para aerobios y de 10^{-6} en placas Petrifilm™ para hongos y levaduras. Respectivamente, las placas una vez listas se incubaron a 38 °C por 48 horas y a temperatura ambiente por 72 horas.

Identificación microbiana

Prueba de Tinción Gram

Con un asa bacteriológica se recolectó muestra de colonia pura, se homogenizó en una gota de agua sobre un portaobjeto y se fijó con el calor de la flama de un mechero. Posteriormente, se cubrió con cristal violeta durante 1 minuto, seguido con yodopovidona (Lugol) por 1 minuto, después se decoloró con alcohol-acetona durante unos cuantos segundos, y finalmente se cubrió con safranina por 30 segundos. En medio de cada etapa, se enjuagó con agua corriente (Rodríguez & Arenas, 2018).

Test de catalasa

Con un asa de inoculación estéril procurando de no recoger agar, se recolectó una pequeña cantidad de organismo de una colonia y se colocó en un portaobjetos. Inmediatamente, con una pipeta cuentagotas o Pasteur, se cubrió la muestra con 1 gota de peróxido de hidrógeno al 3 %. Las reacciones positivas son evidentes por la efervescencia inmediata (formación de burbujas) (Reiner, 2010).

Secuenciación y análisis filogenético

Para la secuenciación del ARNr 16S, se procedió a enviar a la empresa MacroGen Inc. de Corea del Sur una placa de Petri con aislado fresco de 48 h en medio MRS de la bacteria que fue usada para la preparación de la solución bacteriana. Se comparó la secuencia que se obtuvo a través del programa BLASTn.

El análisis filogenético fue llevado a cabo en el software MEGA X, utilizando el algoritmo Cluster se realizó la alineación de las secuencias. Para construir el árbol filogenético se emplearon secuencias de ARNr 16S de 10 bacterias cercanas a la secuencia de la bacteria que se empleó en la solución BAL por lo que se realizó una búsqueda en la base de datos GenBank considerando el grupo taxonómico presentado por Zheng et al., 2020 en su estudio.

Una vez se obtuvieron las secuencias, el árbol filogenético fue construido en base al método de Neighbor-Joining, empleando la distancia genética de Tamura-Nei con 1000 réplicas de Bootstrap. Como grupo externo se empleó la secuencia ARNr 16S de la cepa *E. coli*.

Bioconservación de las frutas

Preparación de la Solución a base de BAL

La solución a base de bacterias ácidos lácticas “solución BAL” se obtuvo según lo informado por Russo et al. (2014), con algunas modificaciones. Se prepararon 2 matraces de Erlenmeyer con 27,575 g de caldo MRS en 500 ml de agua destilada respectivamente, posterior a esto, con un asa bacteriológica se recolecto muestra de la cepa microbiana aislada y se la inoculo en cada matraz de Erlenmeyer, mismos que se incubaron a 37 °C por 24 h hasta la fase exponencial tardía (OD600 = 3,5) correspondiente a aproximadamente 8×10^9 UFC ml^{-1} . Luego, las células se recuperaron y se lavaron dos veces con tampón de ácido cítrico-citrato de sodio (pH 3,8) por centrifugación (5000 rpm \times 5 min), hasta que el sobrenadante estuvo claro, después, se resuspendieron en 1 L del mismo tampón regulando la absorbancia a un (OD600=1,090) equivalente aproximadamente a una concentración de $2,29 \times 10^9$ UFC ml^{-1} .

Preparación de frutas

Cada uno de los borojós fueron lavados por grupos con agua potable procurando que se eliminen cualquier partícula extraña que se encontrara adherida a la superficie de la fruta. Posterior, se pasó a desinfectar la fruta sumergiéndola por 15 minutos en una solución de ácido cítrico al 2% (Pérez & Chávez, 2015).

Recubrimiento de almidón + BAL

En un litro de agua se fue añadiendo de a poco el almidón de yuca con agitación y temperatura constante hasta que se gelatinizo, una vez que se enfrió relativamente el recubrimiento, se procedió a cubrir el 100% de los borojós y se les roció la solución BAL con un atomizador.

Recubrimiento de cera de abeja + BAL

En un baño María improvisado con una plancha calefactora y dos recipientes metálicos, se fundió la cera de abeja a una temperatura constante de 300 ° C, una vez derretida la cera, con una brocha se recubrió el 100% de los borjós y en cuanto se endureció medianamente el recubrimiento se les roció la solución BAL.

Recubrimiento de cera de carnauba + BAL

Se fundió la cera de carnauba de la misma forma que la cera de abeja fue fundida, sin embargo, debido al rápido endurecimiento que presentó la cera de carnauba al entrar en contacto con la temperatura ambiente, se sumergieron los borjós recubriéndolos uno a uno, finalmente, en cuanto se endurecía medianamente el recubrimiento se les roció la solución BAL.

Controles

Los controles fueron borjós sin ningún tipo de recubrimiento, únicamente rociados con la solución BAL. Las frutas se conservaron a temperatura ambiente y en refrigeración durante 10 días, de los cuales se hicieron los análisis respectivos al 1.º, 5.º y 10.º día.

Diseño Experimental

Factores del experimento

Tabla 13 Factores y Niveles a probar en la evaluación de Bioconservación de borjón (*Borojoa patinoi*) con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de palmito

Factores	Simbología	Niveles
Atmósfera (A)	a ₀	Refrigeración
	a ₁	Temperatura ambiente
Recubrimiento + BAL (B)	b ₀	Polímero de almidón + BAL

b ₁	Cera de abeja + BAL
b ₂	Carnauba + BAL
b ₃	Sin Recubrimiento + BAL

Tratamientos para comparar

Tabla 14 *Tratamientos a comparar en la evaluación de Bioconservación de (Borojoa patinoi) con bacterias BAL provenientes de mucilago de palmito.*

N°	TRATAMIENTOS	COMBINACIÓN
T1	a0b0	Refrigeración + Polímero de almidón + BAL
T2	a0b1	Refrigeración + Cera de abeja + BAL
T3	a0b2	Refrigeración + Carnauba + BAL
T4	a0b3	Refrigeración + Sin recubrimiento + BAL
T5	a1b0	Temperatura ambiente + Polímero de almidón + BAL
T6	a1b1	Temperatura ambiente + Cera de abeja + BAL
T7	a1b2	Temperatura ambiente + Carnauba + BAL
T8	a1b3	Temperatura ambiente + Sin recubrimiento + BAL

Tipo de diseño

Se aplicó un ANOVA con arreglo factorial AxB (2x4), donde A corresponde a la atmósfera que se aplicó para conservar la fruta y B al recubrimiento con bacterias ácido-lácticas; con un total de 8 tratamientos.

Repeticiones

El diseño experimental constó de la aplicación de 3 repeticiones por tratamiento, dando un total de 24 unidades experimentales por cada día (1. °, 5. °, 10. °) evaluado.

Análisis Estadístico

Tabla 15 Esquema de análisis de varianza para el estudio de la bioconservación de frutas con bacterias ácido-lácticas provenientes de mucilago de cacao

Fuente de variación		Grados de libertad
Atmósfera	a-1	1
Recubrimiento + BAL	b-1	1
Atmósfera + Recubrimiento + BAL	(a-1) (b-1)	1
Replicas	r-1	2
Error Experimental		18
Total		23

Análisis funcional

El análisis funcional que se aplicó fue prueba de significancia de Tukey al 5% ($p < 0,05$) para cada una de las variables que presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza

Variables evaluadas

Determinación de pH

Como referencia se usó la metodología estipulada en la norma INEN 389 (1985): En un mortero con una pequeña cantidad de agua destilada se homogenizó 10 g de muestra, luego se transfirió a un vaso de precipitación, en donde seguidamente se le añadió 100 ml de agua destilada y se agitó levemente hasta percibir uniformidad y se filtró. En el filtrado se determinó el pH, para esto, evitando tocar las paredes del recipiente, se introdujo los electrodos del potenciómetro previamente calibrado y al observar estabilidad en la lectura se anotó el resultado.

Determinación de Acidez Titulable

Como referencia se usó la metodología estipulada en la norma INEN 0381 (1985): Para la determinación de acidez titulable se necesitó la preparación de la muestra para

productos densos, para esto se licuó 25 g de borojé en 50 ml de agua destilada previamente caliente, se transfirió a un matraz Erlenmeyer y se llevó a baño maría hirviendo por 30 minutos, una vez transcurrido el tiempo se esperó a que se enfriara el recipiente y se traspasó el contenido a un matraz volumétrico de 250 ml en el cual se diluyó a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada.

Para medir la acidez, se colocó 25 ml de la muestra preparada en un vaso de precipitación de 250 ml, después, con ayuda de una bureta se añadió hidróxido de sodio 0,1N, hasta obtener un pH=7, una vez llegado a este punto se continuó adicionando de una a cuatro gotas de reactivo según la variación de pH, registrando el volumen de reactivo consumido y el pH resultante por cada adición, hasta llegar a un pH=8,3 aproximadamente.

Mediante interpolación se dedujo el volumen preciso de hidróxido de sodio 0,1N, equivalente a un pH=8,1.

La acidez titulable se calculó empleando la siguiente ecuación:

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

Siendo:

A = g de ácido en 100 g de producto.

V_1 = ml de NaOH resultantes de la interpolación a pH=8,1

N_1 = normalidad de la solución empleada de NaOH.

M = peso molecular de referencia del ácido predominante en el producto (0,067 de ácido málico para el borojé y 0,045 de ácido oxálico para el fermento del mucilago del palmito).

V_2 = volumen de la alícuota usada para el ensayo.

Para determinar la acidez titulable del fermento se multiplico por 10 la ecuación antes descrita y se expresó en g de ácido oxálico/L.

Determinación de Sólidos Solubles (SS) expresados en grados Brix

Para la determinación de SS en el borojó, previamente se homogenizaron 10 g de muestra en un mortero con una pequeña cantidad de agua destilada (recientemente hervida y enfriada).

Tanto para el mucilago de palmito como para el fermento del mucilago de palmito se realizó la medición de forma directa.

En el prisma de un refractómetro de mano se colocó una gota de muestra y a través del visor se observó la cantidad de SS totales.

Determinación de pérdida de peso

Se registro el peso de los borojós en el 1.º, 5.º y 10.º día y se determinó la pérdida aplicando la siguiente ecuación:

$$PP = \frac{P_0 - P_f}{P_0} \times 100$$

Donde:

PP = Promedio de pérdida de peso

P_0 = Peso inicial

P_f = Peso final

Gráfico de pérdida o variaciones

Para poder evaluar las mínimas y máximas variaciones de valores por cada

variable analizada en los diferentes tratamientos se realizó un gráfico general de pérdidas el cual fue construido de la siguiente forma: a partir de los resultados de medias determinados por la prueba de significancia honesta de Tukey en las interacciones del Factor A*Factor B en cada variable, ignorando los grupos formados se restaron las medias entre día 1 con día 5 y día 5 con día 10 de un mismo tratamiento, luego se sumaron las diferencias resultantes y se obtuvo el total de pérdida durante el tiempo de bioconservación que tuvo el tratamiento con respecto a la variable, este proceso se realizó para cada tratamiento y variable. Finalmente se realizó una gráfica de barra en orden ascendente obteniendo así el gráfico general de pérdida.

Recuento microbiano en placas Petrifilm™

Se inició con la preparación de la muestra; con ayuda de un sacabocado, por cada tratamiento independiente se extrajo pequeñas porciones de muestra (con recubrimiento incluido) de tres zonas diferente y se homogenizaron en un mortero.

Luego se prepararon series de diluciones, al 5.º día se realizaron hasta la dilución 10^{-3} y al 10º día llegando a 10^{-2} .

En la cámara de flujo laminar, para realizar las diluciones en serie, se colocó 0,5 g de muestra en 4,5 ml de agua de peptona al 1,5% (previamente alistada en tubos de ensayo con tapa). Después, se sembró 1 ml de la última dilución obtenida en las placas Petrifilm™ tanto para bacterias aerobias como para hongos y levaduras, las placas se incubaron 1 a 38 °C por 48 horas y la 2 a temperatura ambiente por 72 horas.

Una vez que se terminó el tiempo de incubación, para el recuento microbiano se empleó un contador de colonias Novachem.

El cálculo de unidades formadoras de colonias (UFC), se hizo en base a la siguiente expresión:

$$\left(\frac{UFC}{ml}\right) = \frac{n * f}{V}$$

Siendo:

n = número de colonias registrado por placa

f = el inverso del factor de dilución ocupado durante la siembra

V = volumen inoculado de muestra por cada placa

Análisis sensorial

Se encuestó a un total de 10 voluntarios, a los cuales se les dio a analizar pequeñas porciones de la pulpa del borjón por cada uno de los tratamientos aplicados.

En el diseño de la encuesta se realizaron 2 preguntas descriptivas con escalas no estructuradas y escalas de intervalos para los parámetros de olor y textura (fracturabilidad, elasticidad, viscosidad, adhesividad y cohesividad) respectivamente.

Capítulo IV

Resultados

Caracterización fisicoquímica del mucilago de palmito

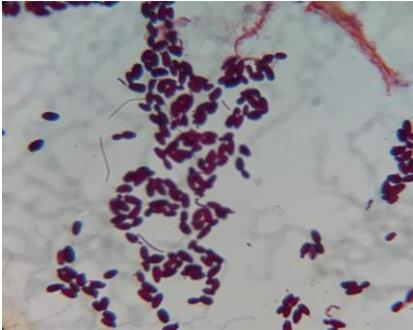
Tabla 16 Caracterización fisicoquímica del mucilago de palmito sin fermentar y fermentado

Parámetro analizado	Unidad	Sin fermentar		Fermentado	
		R1	R2	R1	R2
pH	-	5,93	5,94	3,74	3,76
Acidez titulable	g ácido oxálico/ L	0,000678092	0,00076292	0,00552375	0,00563286
Sólidos solubles	°Bx	5	5	3,6	3,4
Densidad relativa	g/ml	1,0247	1,0245	1,0132	1,0132
Bacterias	UFC	-		65x10 ⁶	
Hongos/Levaduras	UFC	-		173x10 ³	

En la tabla 16 se puede observar los valores de los resultados de las diferentes pruebas fisicoquímico realizadas de tal forma que se determinó que el mucilago de palmito tiene en promedio un pH= 5,93, acidez titulable= 0,000720507 g ácido oxálico/ 1 L, Sólidos solubles= 5 °Bx y una densidad relativa= 1,0246, sin embargo, luego de ser fermentado el mucilago su pH disminuye a 3,75, la acidez titulable aumenta a 0,005578307 g ácido oxálico/ 1 L, los sólidos solubles se reducen a 3,5 °Bx y su densidad relativa baja a 1,0132. En cuanto a la carga microbiana del fermentado tiene 65x10⁶ UFC de bacterias y 173x10³ UFC de hongos/levaduras.

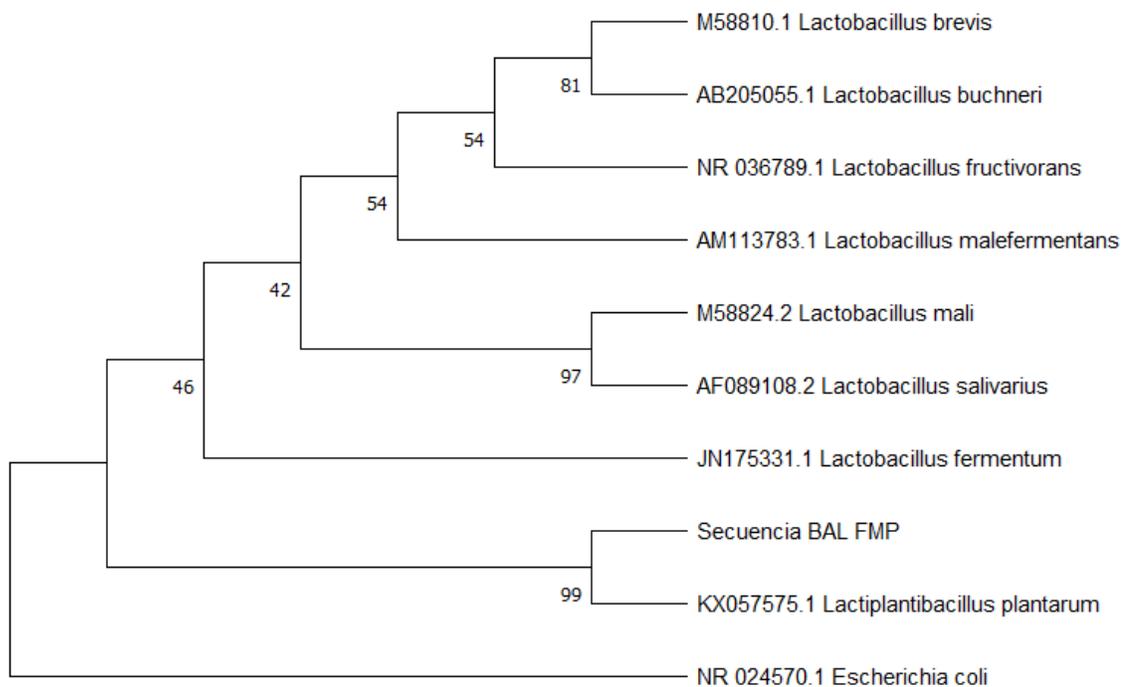
Identificación de BAL aislada después de la fermentación del mucílago de palmito

Tabla 17 Pruebas microbiológicas para la identificación bacteriana

Origen	Características	Morfología
<p>Fermento del Mucilago de Palmito</p>	<p>Gram positivo</p> <p>Bacilo</p> <p>Catalasa negativa</p>	

A partir de la colonia aislada y sembrada se realizó una tinción gram que fue observada en un microscopio óptico a 100X identificándose como gram positiva con una morfología de bacilos con bordes redondeados como se muestra en la tabla 17. En cuanto a la identificación de catalasa resultó ser negativa en su totalidad ya que no presentó descomposición de peróxido de hidrógeno.

Figura 2 Árbol filogenético en base de las secuencias del fragmento 16S ARNr de la muestra obtenida



Nota: Árbol filogenético fundamentado en las secuencias del gen 16S ARNr que fue extraída del mucílago de palmito en la que se muestra las especies del género *Lactobacillus* con un grupo externo *Escherichia coli*

En la Figura 2, muestra los resultados de cada una de las comparación y análisis de las secuencias de 16S ARNr de 8 cepas más relacionadas y 1 grupo externo realizada en la herramienta BLAST representada en un árbol filogenético, en el cual, se formó un clado en la que consta la bacteria *Lactiplantibacillus plantarum* a94 con una similitud >99% con la cepa aislada. Dentro del árbol filogenético también se encuentra las cepas *Lactobacillus mali* y *Lactobacillus salivarius* con una similitud del >97%.

Análisis de varianza

Análisis de varianza para pH

Tabla 18 Análisis de varianza para pH del día 1 de la bioconservación de borojó

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (Atmósfera)	0,0063375	1	0,0063375	16,98	0,0010
B: Factor B (Recubrimiento + BAL)	0,00854583	3	0,00284861	7,63	0,0029
C: Repeticiones	0,00110833	2	0,000554167	1,48	0,2601
INTERACCIONES					
AB	0,0238792	3	0,00795972	21,33	0,0000
RESIDUOS	0,005225	14	0,000373214		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0450958	23			

El ANOVA del pH en el día 1 (Tabla 18), indicó que tanto en el Factor A (Atmósfera), Factor B (Recubrimiento + BAL) y en la interacción AxB (Atmósfera*Recubrimiento + BAL) existió diferencia altamente significativa ($P > 0,05$). En cuanto a las réplicas (R) no se encontró diferencia significativa indicando homogeneidad entre las repeticiones.

Tabla 19 Análisis de varianza para pH del día 5 de la bioconservación de borojó

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (Atmósfera)	0,0210042	1	0,0210042	42,67	0,0000
B: Factor B (Recubrimiento + BAL)	0,0134125	3	0,00447083	9,08	0,0014
C: Repeticiones	0,00230833	2	0,00115417	2,34	0,1324
INTERACCIONES					
AB	0,00607917	3	0,00202639	4,12	0,0274
RESIDUOS	0,00689167	14	0,000492262		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0496958	23			

El ANOVA del pH en el día 5 (Tabla 19), indicó que tanto en el Factor A (Atmósfera), Factor B (Recubrimiento + BAL) y en la interacción AxB (Atmósfera*Recubrimiento + BAL) existió diferencia altamente significativa ($P > 0,05$). En cuanto a las réplicas (R) no se encontró diferencia significativa indicando homogeneidad entre las repeticiones.

Tabla 20 *Análisis de varianza para pH del día 10 de la bioconservación de borjón*

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (Atmósfera)	0,0408375	1	0,0408375	408,37	0,0000
B: Factor B (Recubrimiento + BAL)	0,0332792	3	0,0110931	110,93	0,0000
C: Repeticiones	0,0004	2	0,0002	2,00	0,1722
INTERACCIONES					
AB	0,00404583	3	0,00134861	13,49	0,0002
RESIDUOS	0,0014	14	0,0001		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0799625	23			

El ANOVA del pH en el día 10 (Tabla 20), indicó que tanto en el Factor A (Atmósfera), Factor B (Recubrimiento + BAL) y en la interacción AxB (Atmósfera*Recubrimiento + BAL) existió diferencia altamente significativa ($P > 0,05$). En cuanto a las réplicas (R) no se encontró diferencia significativa indicando homogeneidad entre las repeticiones.

Análisis de varianza para la acidez titulable

Tabla 21 Análisis de varianza para la acidez titulable del día 1 de la bioconservación de borojó

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (Atmósfera)	7,32896E-9	1	7,32896E-9	0,26	0,6204
B: Factor B (Recubrimiento + BAL)	4,5266E-7	3	1,50887E-7	5,28	0,0121
C: Repeticiones	7,31308E-9	2	3,65654E-9	0,13	0,8809
INTERACCIONES					
AB	0,00000110267	3	3,67557E-7	12,87	0,0003
RESIDUOS	3,99981E-7	14	2,85701E-8		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00000196995	23			

El ANOVA de la acidez titulable del día 1 (Tabla 21), mostró que tanto en el Factor B (Recubrimiento + BAL) y en la interacción AxB (Atmósfera*Recubrimiento+ BAL) existió diferencia altamente significativa ($P>0,05$). En cuanto al Factor A (Atmósfera) y las réplicas (R) no se encontró diferencia significativa.

Tabla 22 Análisis de varianza para la acidez titulable del día 5 de la bioconservación de borojó

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (Atmósfera)	1,21537E-7	1	1,21537E-7	9,79	0,0074
B: Factor B (Recubrimiento + BAL)	4,8551E-7	3	1,61837E-7	13,04	0,0002
C: Repeticiones	9,17703E-8	2	4,58851E-8	3,70	0,0514
INTERACCIONES					
AB	1,27638E-7	3	4,2546E-8	3,43	0,0467
RESIDUOS	1,73734E-7	14	1,24096E-8		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00000100019	23			

El ANOVA de la acidez titulable del día 5 (Tabla 22), indicó que tanto en el Factor A (Atmósfera), Factor B (Recubrimiento + BAL) y en la interacción AxB (Atmósfera*Recubrimiento + BAL) existió diferencia altamente significativa ($P > 0,05$). En cuanto a las réplicas (R) no se encontró diferencia significativa indicando homogeneidad entre las repeticiones.

Tabla 23 *Análisis de varianza para la acidez titulable del día 10 de la bioconservación de borjón*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (Atmósfera)	4,75367E-7	1	4,75367E-7	13,82	0,0023
B: Factor B (Recubrimiento + BAL)	7,32464E-7	3	2,44155E-7	7,10	0,0039
C: Repeticiones	2,49317E-7	2	1,24659E-7	3,62	0,0539
INTERACCIONES					
AB	5,22721E-7	3	1,7424E-7	5,07	0,0139
RESIDUOS	4,81609E-7	14	3,44006E-8		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00000246148	23			

En el ANOVA de la acidez titulable del día 10 (Tabla 23), indicó que tanto en el Factor A (Atmósfera), Factor B (Recubrimiento + BAL) y en la interacción AxB (Atmósfera*Recubrimiento + BAL) existió diferencia altamente significativa ($P > 0,05$). En cuanto a las réplicas (R) no se encontró diferencia significativa indicando homogeneidad entre las repeticiones.

Análisis de varianza para los sólidos solubles

Tabla 24 Análisis de varianza para los sólidos solubles del día 1 de la bioconservación de borjón

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (Atmósfera)	4,335	1	4,335	85,78	0,0000
B: Factor B (Recubrimiento + BAL)	13,3933	3	4,46444	88,34	0,0000
C: Repeticiones	0,185833	2	0,0929167	1,84	0,1954
INTERACCIONES					
AB	23,4317	3	7,81056	154,56	0,0000
RESIDUOS	0,7075	14	0,0505357		
TOTAL (CORREGIDO)	42,0533	23			

El ANOVA del análisis de sólidos solubles del día 1 (Tabla 24), mostró que tanto en el Factor A (Atmósfera), Factor B (Recubrimiento + BAL) y en la interacción AxB (Atmósfera*Recubrimiento + BAL) existió diferencia altamente significativa ($P > 0,05$). En cuanto a las réplicas (R) no se encontró diferencia significativa indicando homogeneidad entre las repeticiones.

Tabla 25 Análisis de varianza para los sólidos solubles del día 5 de la bioconservación de borjón

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (Atmósfera)	0,96	1	0,96	3,11	0,0994
B: Factor B (Recubrimiento + BAL)	22,56	3	7,52	24,39	0,0000
C: Repeticiones	0,19	2	0,095	0,31	0,7397
INTERACCIONES					
AB	2,61333	3	0,871111	2,83	0,0769
RESIDUOS	4,31667	14	0,308333		
TOTAL (CORREGIDO)	30,64	23			

El ANOVA del análisis de sólidos solubles del día 5 (Tabla 25), indicó que en el Factor B (Recubrimiento + BAL) existió diferencia altamente significativa ($P > 0,05$). En cuanto al Factor A (Atmósfera), a la interacción AxB (Atmósfera*Recubrimiento + BAL) y a las réplicas (R) no se encontró diferencia significativa ($P < 0,05$).

Tabla 26 Análisis de varianza para los sólidos solubles del día 10 de la bioconservación de borjón

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (Atmósfera)	0,220417	1	0,220417	3,75	0,0732
B: Factor B (Recubrimiento + BAL)	41,8546	3	13,9515	237,47	0,0000
C: Repeticiones	0,1575	2	0,07875	1,34	0,2933
INTERACCIONES					
AB	3,00125	3	1,00042	17,03	0,0001
RESIDUOS	0,8225	14	0,05875		
TOTAL (CORREGIDO)	46,0562	23			

El ANOVA del análisis de sólidos solubles del día 10 (Tabla 26), mostró que tanto en el Factor B (Recubrimiento + BAL) y en la interacción AxB (Atmósfera*Recubrimiento + BAL) existió diferencia altamente significativa ($P > 0,05$). En cuanto al Factor A (Atmósfera) y a las réplicas (R) no se encontró diferencia significativa.

Análisis de varianza para la pérdida de peso

Tabla 27 Análisis de varianza para la pérdida de peso del día 5 de la bioconservación de borjón

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (Atmósfera)	0,00387753	1	0,00387753	0,01	0,9304
B: Factor B (Recubrimiento + BAL)	24,2683	3	8,08943	16,52	0,0001
C: Repeticiones	3,13241	2	1,56621	3,20	0,0718
INTERACCIONES					
AB	5,74214	3	1,91405	3,91	0,0321
RESIDUOS	6,85747	14	0,489819		
TOTAL (CORREGIDO)	40,0042	23			

El ANOVA del análisis de la pérdida de peso de las frutas del día 5 de la bioconservación (Tabla 27), indicó que tanto en el Factor B (Recubrimiento + BAL) y en la interacción AxB (Atmósfera*Recubrimiento + BAL) existió diferencia altamente significativa ($P > 0,005$). En cuanto al Factor A (Atmósfera) y a las réplicas (R) no se encontró diferencia significativa.

Tabla 28 Análisis de varianza para la pérdida de peso del día 10 de la bioconservación de borjón

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (Atmósfera)	49,0667	1	49,0667	32,95	0,0001
B: Factor B (Recubrimiento + BAL)	407,779	3	135,926	91,27	0,0000
C: Repeticiones	9,06131	2	4,53066	3,04	0,0800
INTERACCIONES					
AB	34,7486	3	11,5829	7,78	0,0027
RESIDUOS	20,8506	14	1,48933		
TOTAL (CORREGIDO)	521,506	23			

El ANOVA del análisis de la pérdida de peso de las frutas del día 10 de la bioconservación (Tabla 28), indicó que tanto en el Factor A (Atmósfera), Factor B (Recubrimiento + BAL) y en la interacción AxB (Atmósfera*Recubrimiento + BAL) existió diferencia altamente significativa ($P>0,05$). En cuanto a las réplicas (R) no se encontró diferencia significativa indicando homogeneidad entre las repeticiones.

Prueba de Tukey para la evaluación de los factores

Resultados de la evaluación para las variedades de atmósfera (Factor A)

Tabla 29 Resultados de la prueba Tukey para la evaluación del Factor A (atmósfera) en las variables fisicoquímicas

Factor A (Atmósfera)	pH	Sólidos solubles	pH	Acidez titulable	pH	Acidez titulable	Pérdida de peso
	Día 1		Día 5		Día 10		
Refrigeración	2,96 ^B	6,26 ^A	3,08 ^B	0,0024 ^A	3,15 ^B	0,0022 ^A	4,89 ^A
Temperatura ambiente	2,91 ^A	7,11 ^B	3,005 ^A	0,0026 ^B	3,07 ^A	0,0025 ^B	7,75 ^B

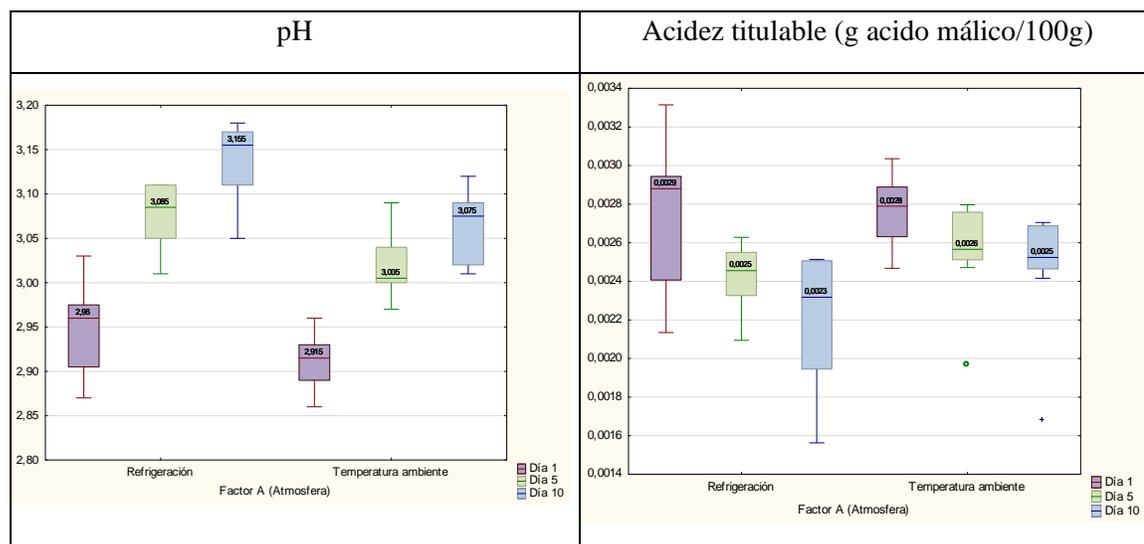
En la tabla 29, muestra que en el día 1, grupo A (Tempera Ambiente: 2,91), grupo B (Refrigeración: 2,96); sólidos soluble grupo A (Refrigeración: 6,26), grupo B (Temperatura ambiente: 7,11), siendo los tratamientos en refrigeración los que presentaron en promedio un mayor pH, aunque menor sólidos solubles en comparación a la temperatura ambiente.

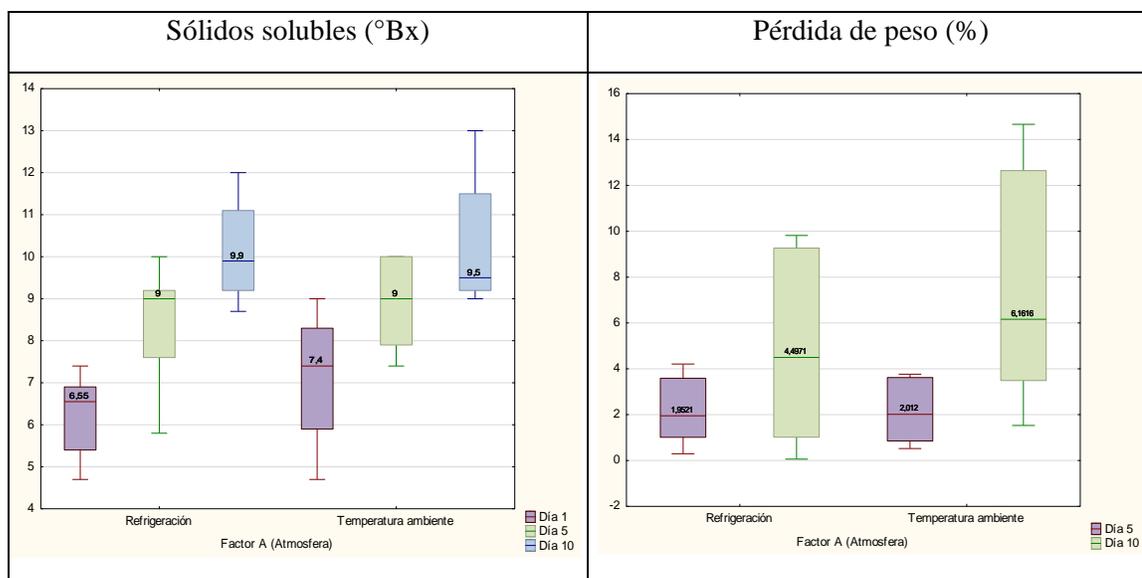
Con respecto al día 5 de bioconservación, se generaron 2 grupos independientes de la siguiente manera: en el pH grupo A (Tempera Ambiente: 3,005), grupo B (Refrigeración: 3,08); acidez titulable grupo A (Refrigeración: 0,0024), grupo B

(Temperatura ambiente: 0,0026), siendo los tratamientos a temperatura ambiente los que presentaron en promedio un menor pH, aunque mayor acidez en comparación a la refrigeración.

Al día 10 de la bioconservación, se generaron 2 grupos independientes de la siguiente manera: en el pH grupo A (Tempera Ambiente: 3,07), grupo B (Refrigeración: 3,15); acidez titulable grupo A (Refrigeración: 0,0022), grupo B (Temperatura ambiente: 0,0025); pérdida de peso grupo A (Refrigeración: 4,89 %), grupo B (Temperatura ambiente: 7,75 %), siendo los tratamientos en refrigeración los que presentaron en promedio un mayor pH, alta acidez titulable, aunque menor % pérdida de peso en comparación a la temperatura ambiente.

Figura 3 Estudio del efecto de la atmósfera (Factor A) en las variables de estudio





La figura 3 muestra el efecto que tiene los dos tipos de atmósfera sobre los parámetros de evaluación a lo largo de los días 1, 5 y 10. En el día 1 con respecto al pH, la Refrigeración: (pH 2,96), presentó valores estadísticamente superiores que el tratamiento sometido a Temperatura ambiente; en cuanto a los sólidos solubles el tratamiento con Temperatura ambiente (7,4), mostró valores más altos.

En el caso del día 5 con respecto al pH, los tratamientos sometidos a Refrigeración (pH 3,08), presentan valores estadísticamente superiores que el tratamiento a Temperatura ambiente; mientras que en el contenido de acidez titulable los tratamientos a Temperatura ambiente (0,0026) mostró los valores más altos

Con respecto al día 10, el pH del tratamiento sometido a Refrigeración (3,08), presentó valores estadísticamente superiores que el tratamiento con una Temperatura ambiente; mientras que en cuanto al contenido de acidez titulable el tratamiento con Temperatura ambiente (0,0025), presentó valores más altos; en lo que respecta a la pérdida de peso los tratamientos sometidos a una Temperatura ambiente presentaron

mayor media (6,16) frente a los tratamientos sometidos a Temperatura ambiente, esto supone mayor pérdida de peso.

Resultados del estudio para el tipo de Recubrimiento + BAL (Factor B)

Tabla 30 Resultados de la prueba Tukey para la evaluación del Factor B (Recubrimiento + BAL) en las variables fisicoquímicas

Factor B (Recubrimiento + BAL)	pH	Acidez titulable	Sólidos solubles	pH	Acidez titulable	Sólidos solubles	Pérdida de peso	pH	Acidez titulable	Sólidos solubles	Pérdida de peso
	Día 1			Día 5				Día 10			
Polímero de almidón + BAL	2,91 ^A	0,0028 ^B	6,10 ^A	3,01 ^A	0,0026 ^B	8,80 ^B	3,34 ^B	3,04 ^A	0,0025 ^B	9,32 ^A	7,78 ^C
Cera de abeja + BAL	2,91 ^A	0,0027 ^{AB}	7,13 ^B	3,06 ^B	0,0025 ^B	9,00 ^B	1,32 ^A	3,09 ^B	0,0025 ^B	9,80 ^B	3,93 ^B
Carnauba + BAL	2,95 ^B	0,0029 ^B	5,83 ^A	3,07 ^B	0,0023 ^A	7,00 ^A	0,90 ^A	3,12 ^C	0,0021 ^A	9,33 ^A	1,31 ^A
S.R + BAL	2,95 ^B	0,0025 ^A	7,67 ^C	3,06 ^B	0,0026 ^B	9,60 ^B	2,79 ^B	3,13 ^C	0,0023 ^{AB}	12,50 ^C	12,24 ^D

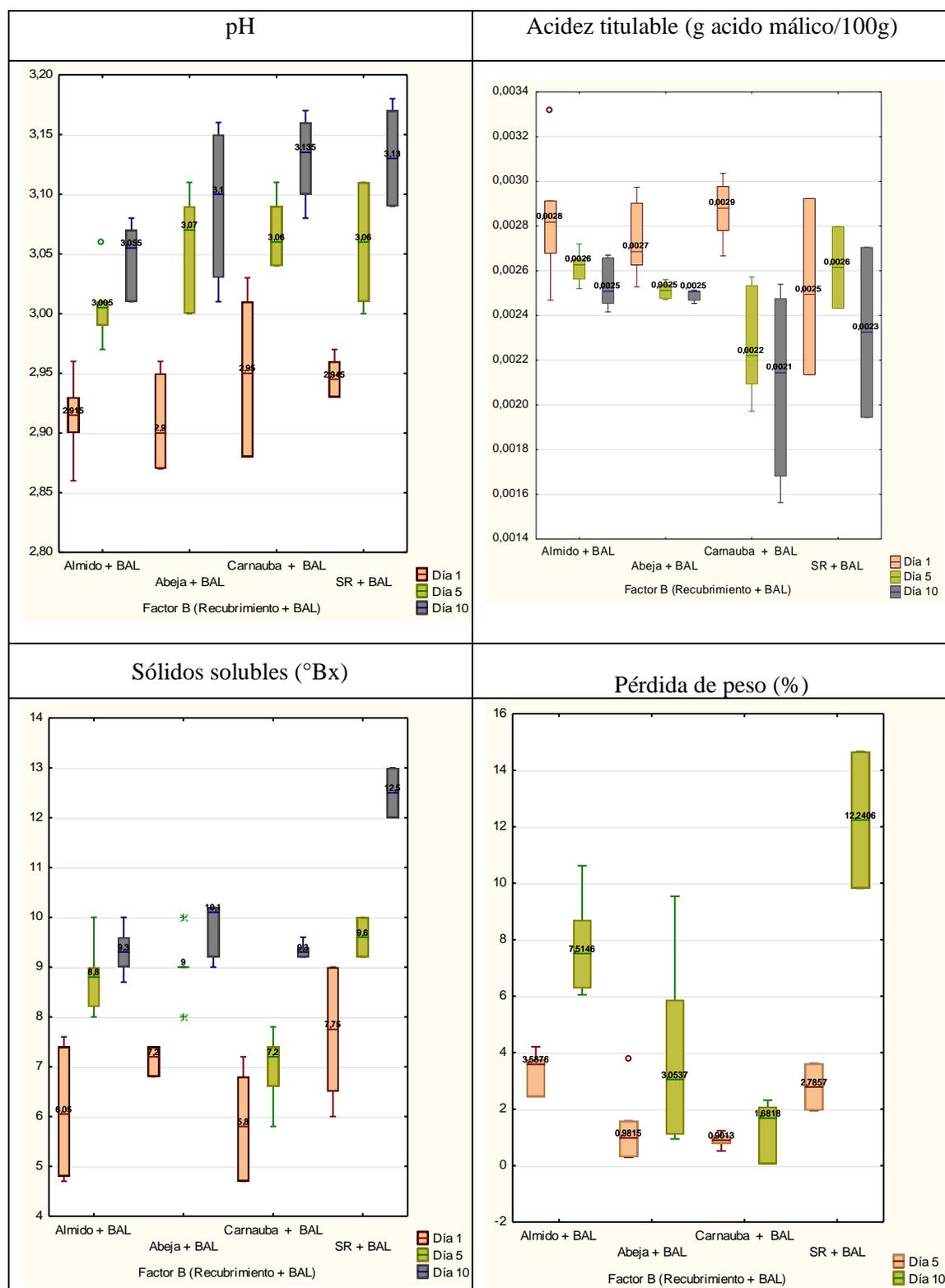
En la tabla 30, se muestra el Tukey del Factor B (Recubrimiento + BAL) de los parámetros evaluados en el día 1, 5, 10 en la bioconservación del borjón. En el día 1, se generó 5 grupos de la siguiente manera: en el pH grupo A (Polímero de almidón + BAL: 2,91; Cera de abeja + BAL: 2,91), grupo B (Carnauba + BAL: 2,95; S.R + BAL: 2,95); acidez titulable grupo A (S.R + BAL: 0,0025), grupo B (Polímero de almidón + BAL: 0,0028; Carnauba + BAL: 0,0029) y un grupo AB (Cera de abeja + BAL: 0,0027); sólidos solubles grupo A (Polímero de almidón + BAL: 6,10; Carnauba + BAL: 5,83), grupo B (Cera de abeja + BAL: 7,13) y grupo C (S.R + BAL: 7,67), siendo los tratamientos del

grupo B los que presentaron en promedio un mayor pH y acidez titulable y el grupo C el mayor promedio de sólidos solubles.

Con respecto al día 5 de bioconservación, se generó 2 grupos independientes de la siguiente manera: en el pH grupo A (Polímero de almidón + BAL: 3,01) y un grupo B (Carnauba + BAL: 3,07; Cera de abeja + BAL: 3,06; S.R + BAL: 3,06); acidez titulable grupo A (Carnauba + BAL: 0,0023), grupo B (Polímero de almidón + BAL: 0,0026; SR + BAL: 0,0026; Cera de abeja + BAL: 0,0025); sólidos solubles grupo A (Carnauba + BAL: 7,00), grupo B (Polímero de almidón + BAL: 8,80; Cera de abeja + BAL: 9,00; SR+ BAL: 9,60) y en la pérdida de peso un grupo A (Cera de abeja + BAL: 1,32; Carnauba + BAL: 0,90), grupo B (Polímero de almidón + BAL: 3,34; S.R + BAL: 2,79), siendo los tratamientos del grupo B los que presentaron en promedio un mayor pH, acidez titulable, sólido soluble y pérdida de peso.

Al día 10 de la bioconservación, se generaron 5 grupos de la siguiente manera: en el pH grupo A (Polímero de almidón + BAL: 3,04), grupo B (Cera de abeja + BAL: 3,09), grupo C (Carnauba + BAL: 3,12; S.R + BAL: 3,13); acidez titulable grupo A (Carnauba + BAL: 0,0021), grupo B (Polímero de almidón + BAL: 0,0025; Cera de abeja + BAL: 0,0025) y un grupo AB (S.R + BAL: 0,0023); sólidos solubles grupo A (Polímero de almidón + BAL: 9,32; Carnauba + BAL: 9,33), grupo B (Cera de abeja + BAL: 9,80) y grupo C (S.R + BAL: 12,50) y en la pérdida de peso un grupo A (Carnauba + BAL: 1,31), grupo B (Cera de abeja + BAL: 3,93), grupo C (Polímero de almidón + BAL: 7,78), grupo D (S.R + BAL: 12,24), siendo los tratamientos del grupo C los que presentaron en promedio un mayor pH y sólidos solubles, el grupo B una mayor acidez titulable y grupo D un mayor promedio en la pérdida de peso.

Figura 4 Estudio del efecto de los Recubrimientos + BAL (Factor B) en las variables de estudio



La figura 4 muestra el efecto que tiene los dos tipos de Recubrimientos + BAL sobre los parámetros de evaluación a lo largo de los días 1, 5 y 10. En el día 1 con respecto al pH, la Cera de carnauba + BAL: (pH 2,95), presentó valores estadísticamente superiores a diferencia de los demás tratamientos, de igual forma sucedió en los valores de la acidez titulable (0,0029); mientras que en los sólidos solubles el tratamiento SR + BAL (7,7), mostró valores más altos.

En el caso del día 5 con respecto al pH, los tratamientos con recubrimientos de Cera de abeja + BAL (pH 3,07), presentan los valores estadísticamente más altos, de igual forma ocurrió con los valores de los sólidos solubles (9,6); mientras que en el contenido de acidez titulable los tratamientos de Polímero de almidón + BAL y SR + BAL (0,0026) mostraron los valores más altos. Respecto a la pérdida de peso, los tratamientos sometidos a Polímero de almidón + BAL presentaron mayor media (3,56) frente a los demás tratamientos, esto supone mayor pérdida de peso al cumplir 5 días de bioconservación

Con respecto al día 10, el pH del tratamiento sometido a Cera de carnauba + BAL (pH 3,135), presentó los valores más altos; mientras que en cuanto al contenido de acidez titulable tanto como el tratamiento con Polímero de almidón + BAL y la Cera de abeja + BAL (0,0025), presentaron los valores más altos; en cuanto a los valores de sólidos solubles el tratamiento de SR + BAL (12,5) contiene los valores más altos que a diferencia de los demás tratamientos. En lo que respecta a la pérdida de peso los tratamientos sometidos a SR + BAL presentó una mayor media (12,2), esto supone mayor pérdida de peso.

Prueba de Tukey para la evaluación de las interacciones significativas en la bioconservación de borjón.

Análisis de Tukey aplicadas en la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL))

Tabla 31 Resultados de la prueba Tukey evaluando la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en las variables fisicoquímicas del día 1

Factor A (Atmósfera)	Factor B (Recubrimiento + BAL)	pH	Acidez titulable	Sólidos solubles
Día 1				
Refrigeración	Polímero de almidón + BAL	2,94 ^{BC}	0,0030 ^B	4,77 ^A
Refrigeración	Cera de abeja + BAL	2,88 ^A	0,0029 ^B	7,07 ^C
Refrigeración	Carnauba + BAL	3,01 ^D	0,0029 ^B	6,87 ^{BC}
Refrigeración	S.R + BAL	2,96 ^{CD}	0,0021 ^A	6,33 ^B
Temperatura ambiente	Polímero de almidón + BAL	2,89 ^{AB}	0,0027 ^B	7,43 ^C
Temperatura ambiente	Cera de abeja + BAL	2,94 ^{BC}	0,0026 ^{AB}	7,20 ^C
Temperatura ambiente	Carnauba + BAL	2,89 ^{AB}	0,0028 ^B	4,80 ^A
Temperatura ambiente	S.R + BAL	2,93 ^{ABC}	0,0029 ^B	9,00 ^D

En la tabla 31, se muestra el Tukey del Factor A (Atmósfera)*Factor B (Recubrimiento + BAL) de los parámetros evaluados en el día 1 de la bioconservación del borjón. Para el pH se formaron 4 grupo, destacando el grupo A (Refrigeración*Abeja + BAL: 2,88; Temperatura ambiente*Almidón + BAL: 2,89; Temperatura ambiente*Carnauba + BAL: 2,89; Temperatura ambiente*SR + BAL: 2,93) con las medias más bajas a diferencia del grupo D (Refrigeración*SR + BAL: 2,96; Refrigeración*Carnauba + BAL: 3,01) que tienen las medias más altas de pH.

En cuanto a la acidez titulable se generaron 2 grupos, el grupo A (Refrigeración*SR + BAL: 0,0021; Temperatura ambiente*Abeja + BAL: 0,0026) con las medias más bajas y el grupo B (Temperatura ambiente*Abeja + BAL: 0,0026; Temperatura ambiente*Almidón + BAL: 0,0027; Temperatura ambiente*Carnauba + BAL: 0,0028; Refrigeración*Abeja + BAL: 0,0029; Temperatura ambiente*SR + BAL: 0,0029; Refrigeración*Carnauba + BAL: 0,0029; Refrigeración*Almidón + BAL: 0,0030) con las medias de acidez más altas.

Asimismo, para los sólidos solubles se formaron 3 grupo, siendo el grupo A (Refrigeración*Almidón + BAL: 4,77; Temperatura ambiente*Carnauba + BAL: 4,80) con valores menores de medias en comparación con el grupo D (Temperatura ambiente*SR + BAL: 9,00).

Tabla 32 Resultados de la prueba Tukey evaluando la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en las variables fisicoquímicas del día 5

Factor A (Atmósfera)	Factor B (Recubrimiento + BAL)	pH	Acidez titulable	Pérdida de peso
Día 5				
Refrigeración	Polímero de almidón + BAL	3,03 ^{ABC}	0,0026 ^{BC}	3,79 ^C
Refrigeración	Cera de abeja + BAL	3,09 ^D	0,0025 ^{BC}	1,46 ^{AB}
Refrigeración	Carnauba + BAL	3,08 ^{CD}	0,0022 ^A	1,08 ^{AB}
Refrigeración	S.R + BAL	3,11 ^D	0,0024 ^{AB}	1,95 ^{AB}
Temperatura ambiente	Polímero de almidón + BAL	2,99 ^A	0,0026 ^{BC}	2,88 ^{BC}
Temperatura ambiente	Cera de abeja + BAL	3,02 ^{ABC}	0,0025 ^{BC}	1,18 ^{AB}
Temperatura ambiente	Carnauba + BAL	3,06 ^{BC} _D	0,0024 ^{AB}	0,71 ^A
Temperatura ambiente	S.R + BAL	3,01 ^{AB}	0,0028 ^C	3,62 ^C

En la tabla 32, se muestra el Tukey del Factor A (Atmósfera)*Factor B (Recubrimiento + BAL) de los parámetros evaluados en el día 5 de la bioconservación del borjón. Para el pH se formaron 6 grupos, siendo el grupo A (Temperatura ambiente* Polímero de almidón + BAL: 2,99) con los valores de medias más bajas a diferencia del grupo D (Refrigeración*Cera de abeja + BAL: 3,09; Refrigeración*SR + BAL: 3,11) que tiene los valores más altos de pH. En cuanto a la acidez titulable se generaron 4 grupos, siendo el grupo A (Refrigeración*Carnauba + BAL: 0,0022) con los valores de medias más bajas a diferencia del grupo C (Temperatura ambiente*SR + BAL: 0,0028) que tiene los valores más altos de acidez titulable. En el parámetro de pérdida de peso se formaron 5 grupos, siendo el grupo A (Temperatura ambiente*Cera de carnauba + BAL; 0,71) con los valores de medias más bajas a diferencia del grupo C (Temperatura ambiente*SR + BAL: 3,62; Refrigeración*Polímero de almidón + BAL: 3,79) que tiene los valores más altos de pérdida de peso.

Tabla 33 Resultados de la prueba Tukey evaluando la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en las variables fisicoquímicas del día 10

Factor A (Atmósfera)	Factor B (Recubrimiento + BAL)	pH	Acidez titulable	Sólidos solubles	Pérdida de peso
Día 10					
Refrigeración	Polímero de almidón + BAL	3,06 ^{BC}	0,0025 ^B	8,97 ^A	7,91 ^B
Refrigeración	Cera de abeja + BAL	3,15 ^E	0,0025 ^B	10,20 ^C	1,16 ^A
Refrigeración	Carnauba + BAL	3,16 ^E	0,0020 ^A	9,40 ^{AB}	0,65 ^A
Refrigeración	S.R + BAL	3,17 ^E	0,0019 ^A	12,00 ^D	9,82 ^B
Temperatura ambiente	Polímero de almidón + BAL	3,01 ^A	0,0026 ^B	9,67 ^{BC}	7,65 ^B
Temperatura ambiente	Cera de abeja + BAL	3,03 ^{AB}	0,0025 ^B	9,40 ^{AB}	6,69 ^B
Temperatura ambiente	Carnauba + BAL	3,10 ^B	0,0022 ^A _B	9,27 ^{AB}	1,98 ^A
Temperatura ambiente	S.R + BAL	3,09 ^B	0,0027 ^B	13,00 ^E	14,66 ^C

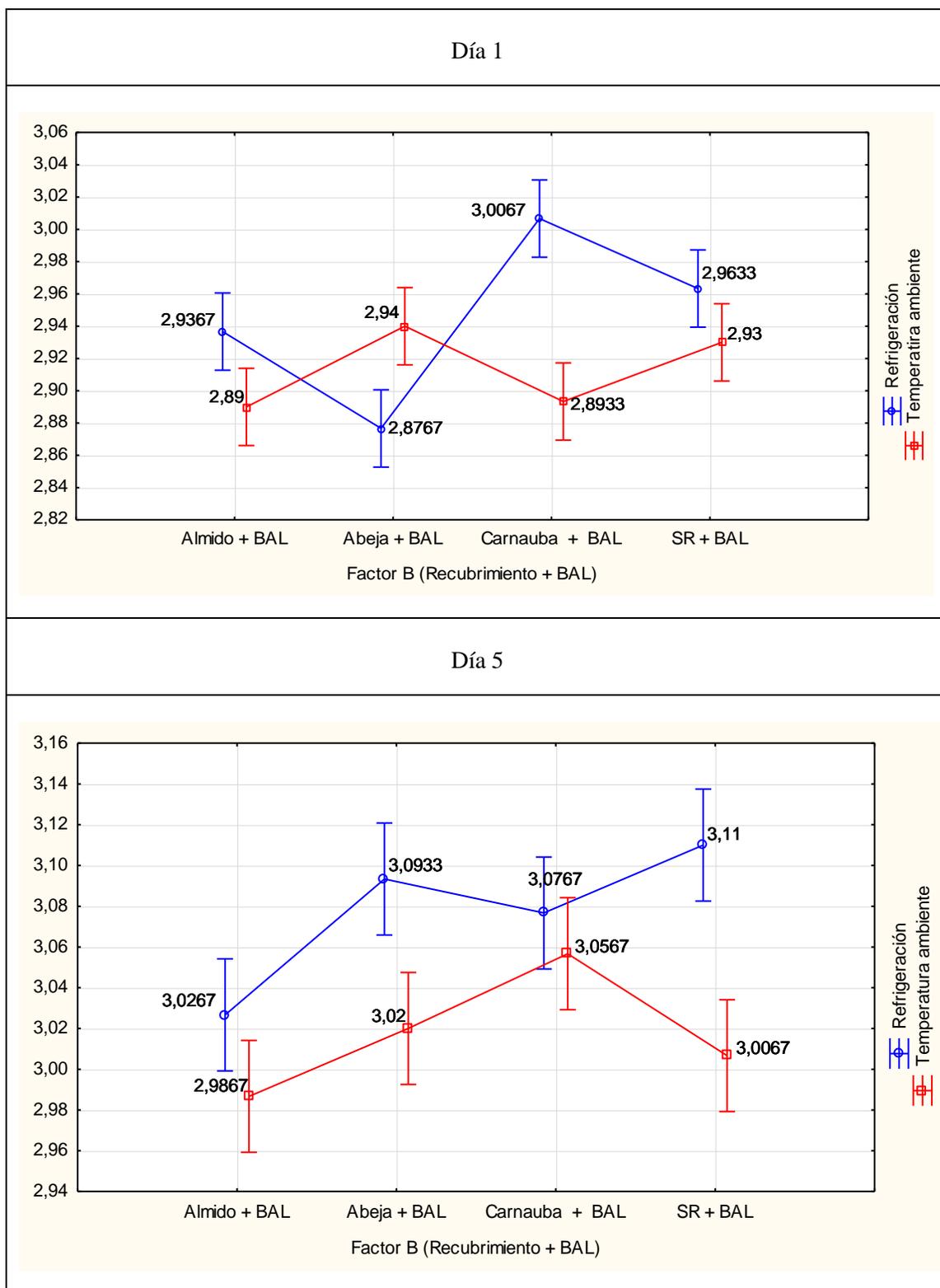
En la tabla 33, se muestra el Tukey del Factor A (Atmósfera)*Factor B (Recubrimiento + BAL) de los parámetros evaluados en el día 10 de la bioconservación del borjón. Para el pH se formaron 5 grupos, siendo el grupo A (Temperatura ambiente*Almidón + BAL: 3,01; Temperatura ambiente*Abeja + BAL: 3,03) con las medias más bajas a diferencia del grupo E (Refrigeración*Abeja + BAL: 3,15; Refrigeración*Carnauba + BAL: 3,16; Refrigeración*SR + BAL: 3,17) que tienen las medias más altas de pH.

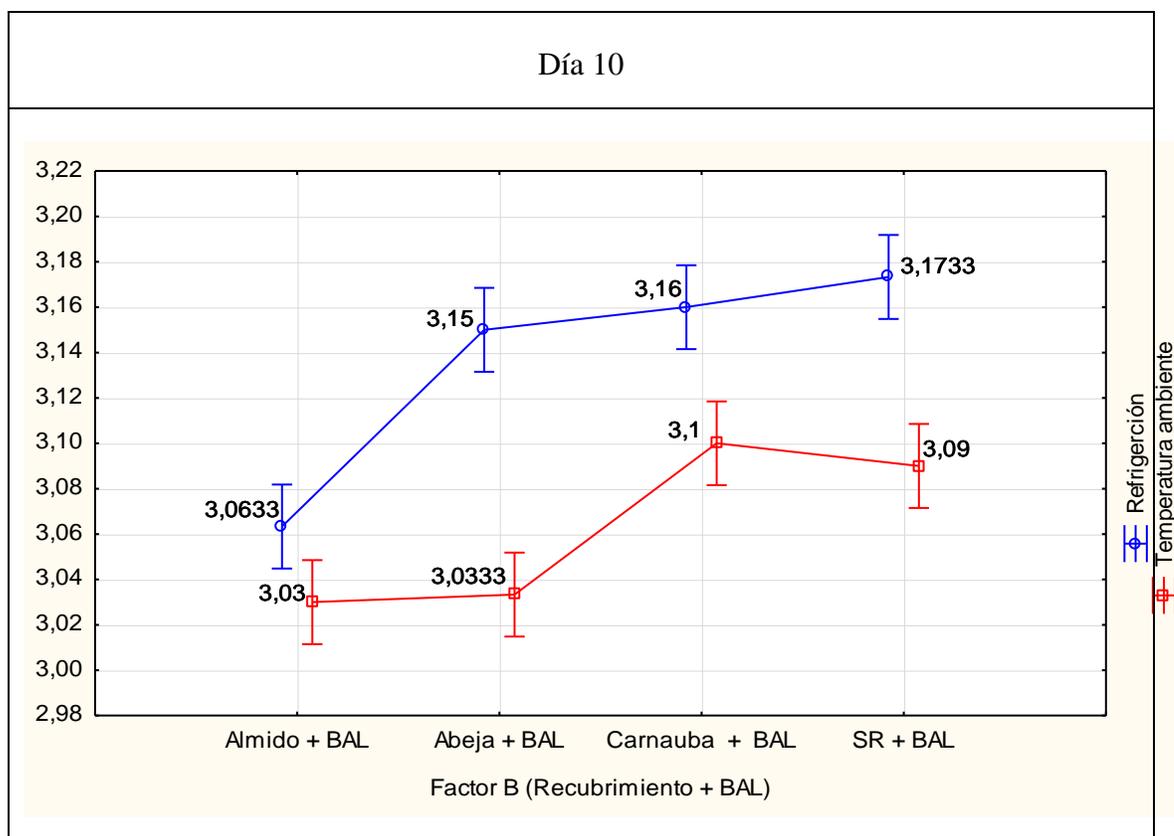
En cuanto a la acidez titulable se generaron 2 grupos, el grupo A (Refrigeración*SR + BAL: 0,0019; Refrigeración *Carnauba + BAL: 0,0020; Temperatura Ambiente*Carnauba + BAL: 0,0022) con las medias más bajas y el grupo B (Temperatura Ambiente*Carnauba + BAL: 0,0022; Temperatura ambiente*Abeja + BAL: 0,0025; Refrigeración*Almidón + BAL: 0,0025; Refrigeración*Abeja + BAL: 0,0025; Temperatura ambiente*Almidón + BAL: 0,0026; Temperatura ambiente*SR + BAL: 0,0027) con las medias de acidez más altas.

Por otra parte, para los sólidos solubles se establecieron 5 grupos, siendo el grupo A (Refrigeración*Almidón + BAL: 8,97; Temperatura ambiente*Carnauba + BAL: 9,27; Temperatura ambiente*Abeja + BAL: 9,40; Refrigeración*Carnauba + BAL: 9,40) con valores de medias menores en comparación con el grupo E (Temperatura ambiente*SR+BAL: 13,00).

Con respecto al % pérdida de peso, se establecieron 3 grupos de los cuales el grupo A (Refrigeración*Carnauba + BAL: 0,65; Refrigeración*Abeja + BAL: 1,16; Temperatura ambiente*Carnauba + BAL: 1,98) presentó la menor pérdida de peso en contraste con el Grupo C (Temperatura ambiente*SR*BAL: 14,66) que tiene la mayor pérdida de peso.

Figura 5 Estudio del efecto de la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en la variable pH durante el día 1, 5, 10





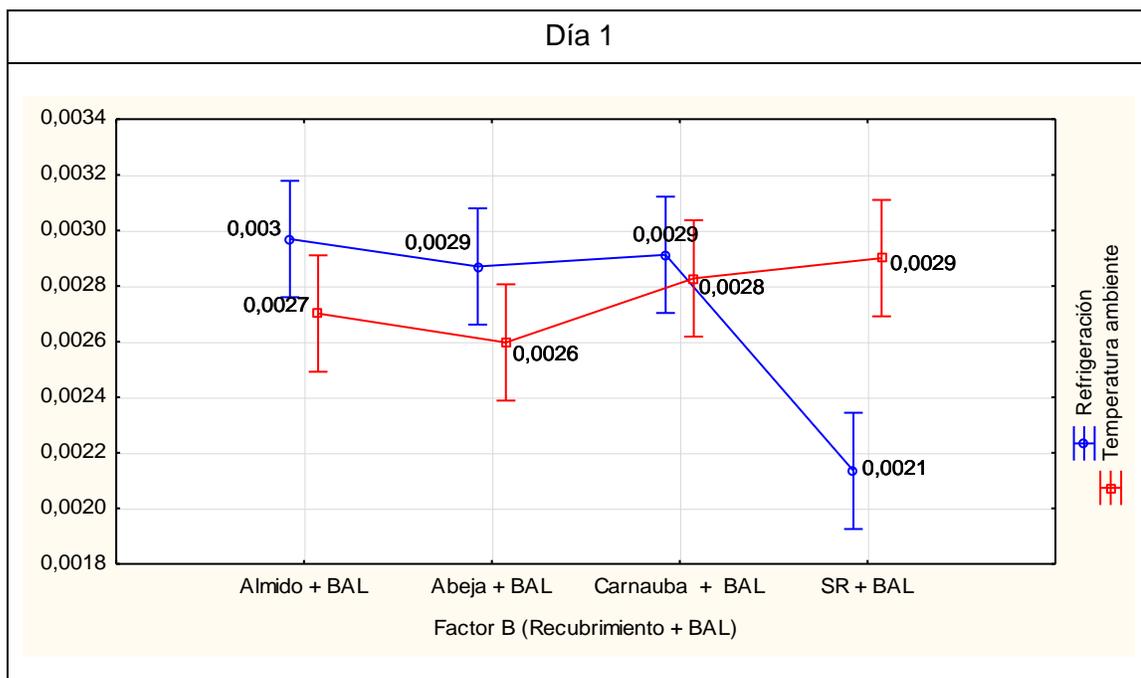
La figura 5 (interacción A*B en relación al pH) muestra como en el día 1, 5, y 10 hay diferencia significativa entre los tipos de recubrimientos en refrigeración y a temperatura ambiente.

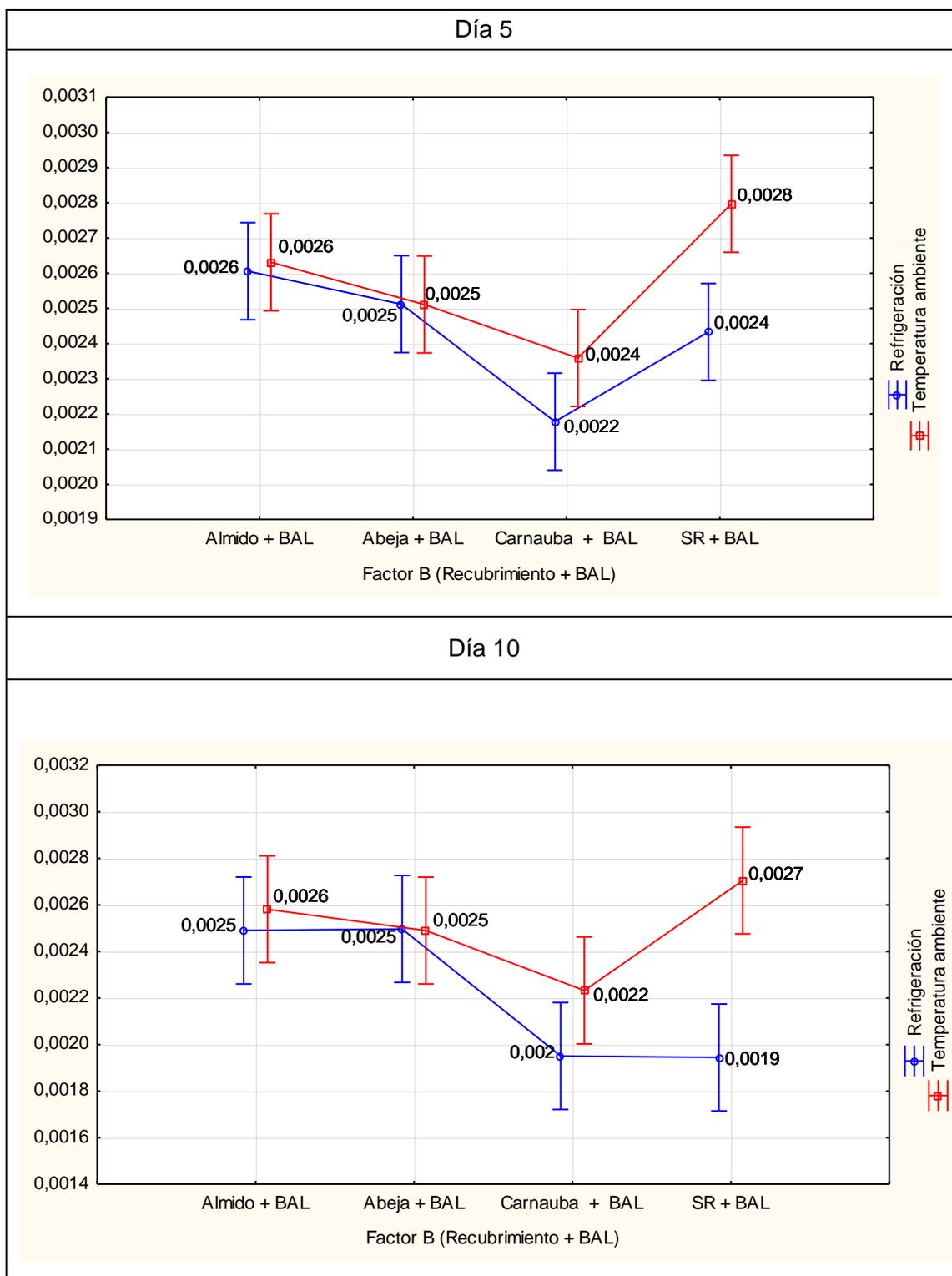
La mayoría de los tratamientos al día 1 en refrigeración presentaron valores mayores de pH (2,93-3,00) en comparación a aquellos que estaban en temperatura ambiente (2,89- 2,93), únicamente los borjós en refrigeración con recubrimiento de cera de abeja más BAL tuvieron un pH (2,87) menor a los borjós en temperatura ambiente con el mismo tipo de recubrimiento.

Sin embargo, al día 5 y 10 los valores de pH (3,06-3,11) de todo los tratamientos en refrigeración tuvieron valores mayores de pH (3,03-3,09) a los de temperatura ambiente, no obstante entre estos días el recubrimiento de almidón en ambas atmósferas tuvo los valores más bajo de pH (2,98-3,03), pese a que el pH aumento en todo los

tratamientos con forme avanzaron los días el recubrimiento de almidón + BAL en refrigeración tuvo las medias más bajas de pH, además al día 5 los valores de pH (3,05; 3,07) del recubrimiento de carnauba + BAL estuvieron cercanos en ambas atmósferasevaluadas.

Figura 6 Estudio del efecto de la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en la variable acidez titulable durante el día 1, 5, 10





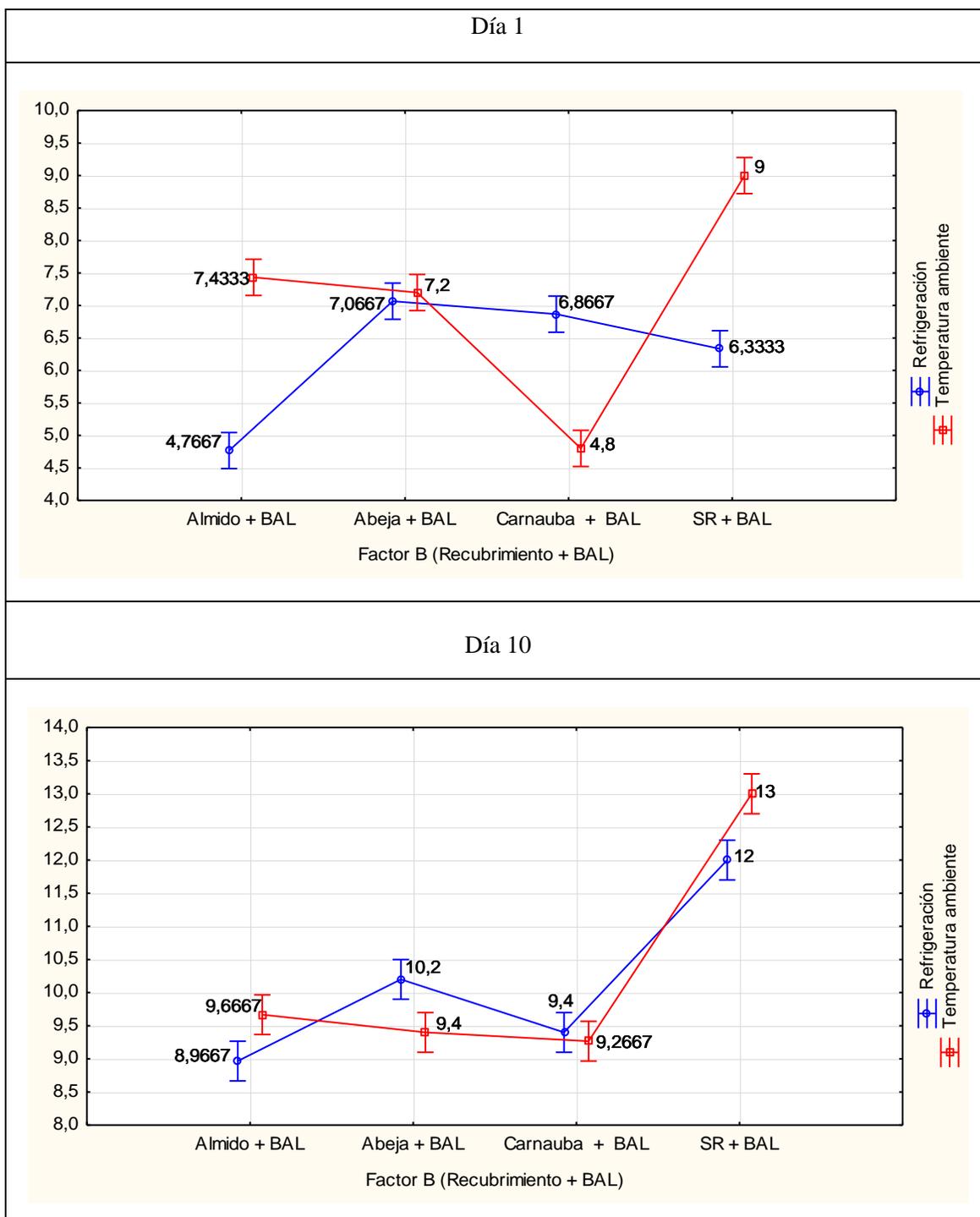
La figura 6, muestra la interacción A*B en relación a la acidez titulable) del día 1, 5 y 10. En el día 1 se encuentra diferencia significativa entre los tipos de recubrimientos

aplicados tanto en refrigeración como a temperatura ambiente, el tratamiento SR + BAL en refrigeración tuvo menor valor de acidez (0,0021) en comparación a sus semejantes en temperatura ambiente (0,0029), por otra parte el recubrimiento de abeja + BAL y Almidón + BAL en refrigeración muestran mayores valores de acidez (0,0029; 0,003) en comparación a sus homólogos en temperatura ambiente (0,0026; 0,0027).

En el día 5 se observa como los valores de acidez de los tratamientos con Carnauba + BAL y SR + BAL en refrigeración (0,0022; 0,0024) tienen valores menores a sus equivalentes en temperatura ambiente (0,0024; 0,0028), los otros tratamientos mantienen valores similares,

Al día 10 los valores de acidez de los recubrimientos de Carnauba; SR + BAL en refrigeración (0,002; 0,0019) tienen cantidades de acidez titulable menores a sus contrapartes en temperatura ambiente (0,0022; 0,0027).

Figura 7 Estudio del efecto de la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en la variable sólidos solubles durante el día 1 y 10

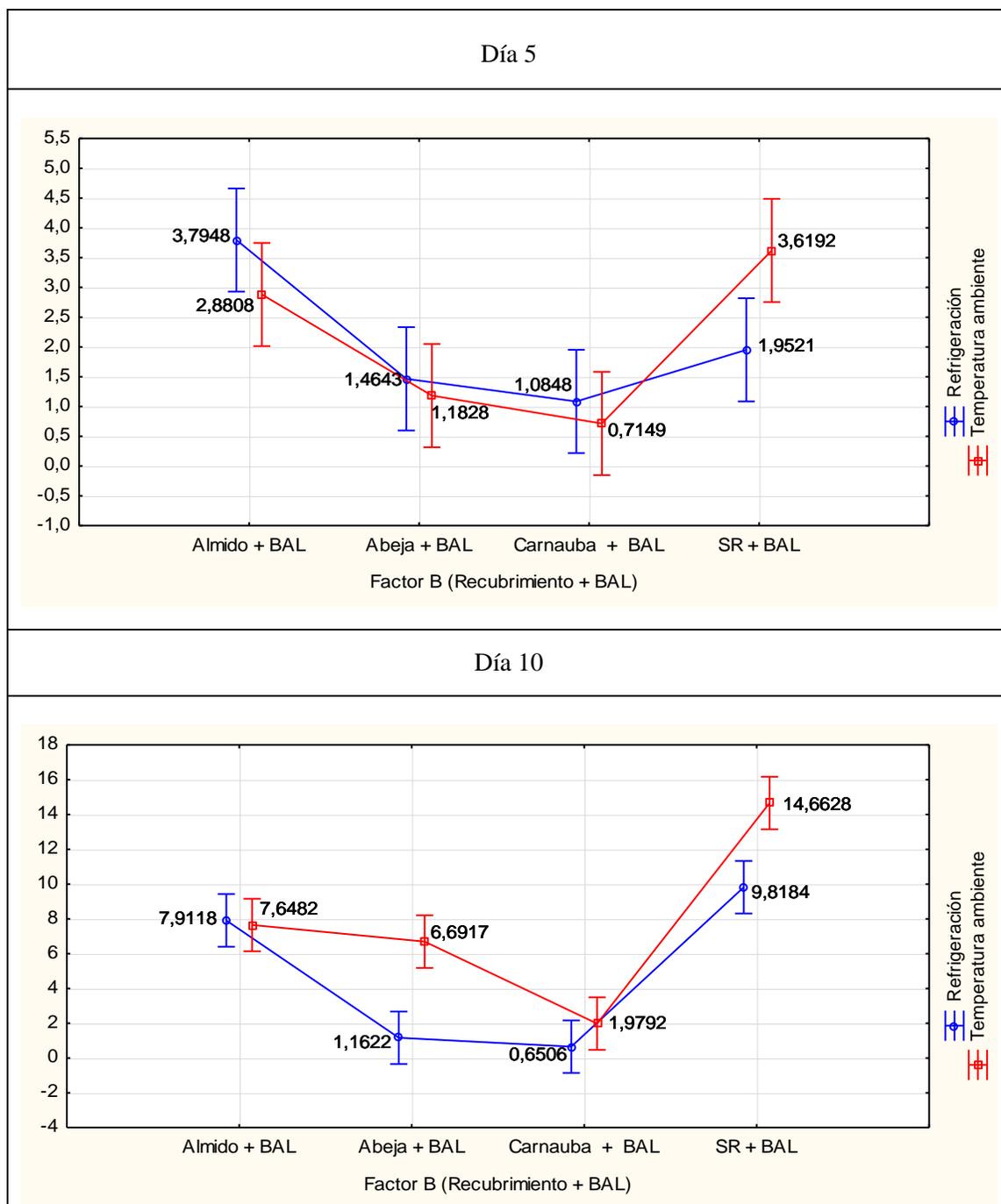


La figura 7 (interacción A*B en relación a los sólidos solubles) muestra como a los días 1 y 10 hay diferencia significativa entre los tipos de recubrimientos en refrigeración y a temperatura ambiente.

La cantidad de sólidos solubles en el día 1 de los tratamientos con recubrimientos de Polímero de almidón; Sin recubrimiento + BAL en refrigeración (4,76; 6,33) tienen valores mucho más bajos en comparación con sus similares en temperatura ambiente (7,43; 9), por otra parte los tratamientos recubiertos con Cera de carnauba más BAL bajo refrigeración (6,86) tiene cantidades más altas de Sólidos solubles que su homólogo en temperatura ambiente (4,8), en el caso de la cera de abeja son similares los valores de Sólidos solubles entre las atmósferas (7,06; 7,2).

Al día 10 los Sólidos solubles del tratamiento SR + BAL (12; 13) mantiene su diferencia con el resto de tratamientos, no obstante, los valores de los recubrimientos con cera de carnauba + BAL son similares en ambas atmósferas evaluadas (9,4; 9,2), en el caso de los Sólidos solubles del recubrimiento de Polímero de almidón + BAL en refrigeración (8,96) son menores a su homólogo en temperatura ambiente (9,66), por último los Sólidos solubles de los recubrimiento de Cera de abeja + BAL en refrigeración (10,2) son mayores en comparación a los valores del mismo recubrimiento pero a temperatura ambiente (9,4).

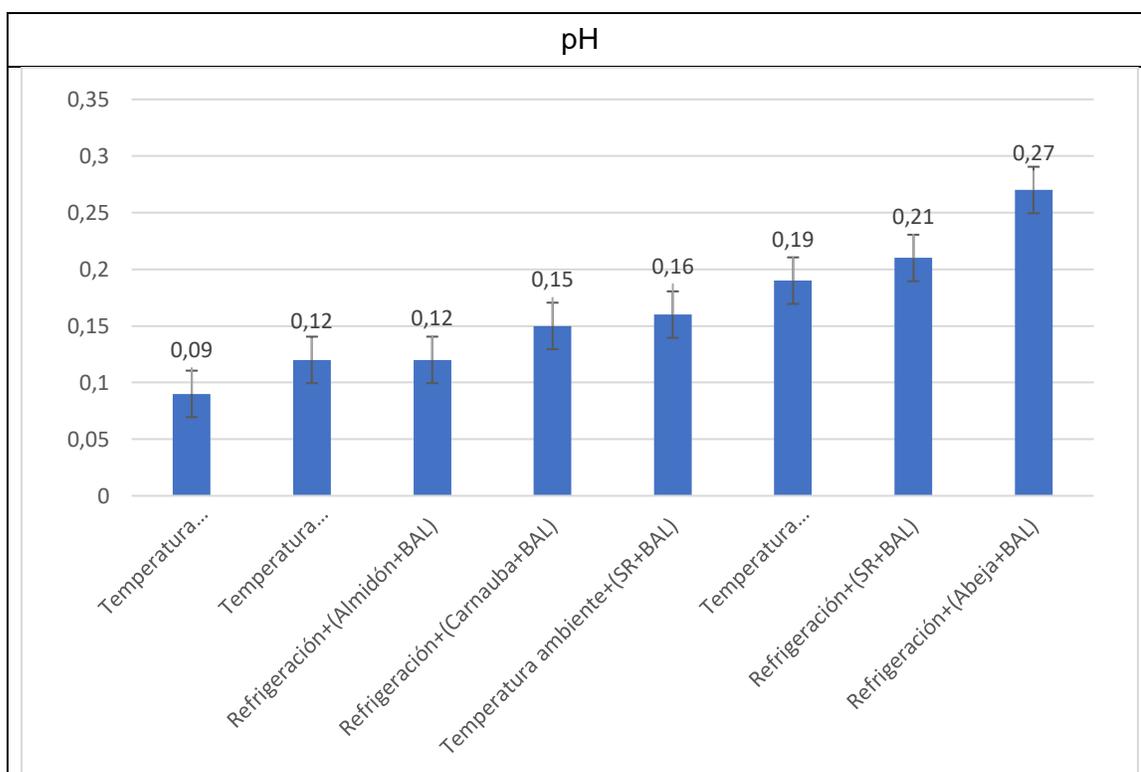
Figura 8 Estudio del efecto de la interacción A*B (Atmósfera + (Recubrimiento + BAL)) en la variable de pérdida de peso durante el día 5 y 10



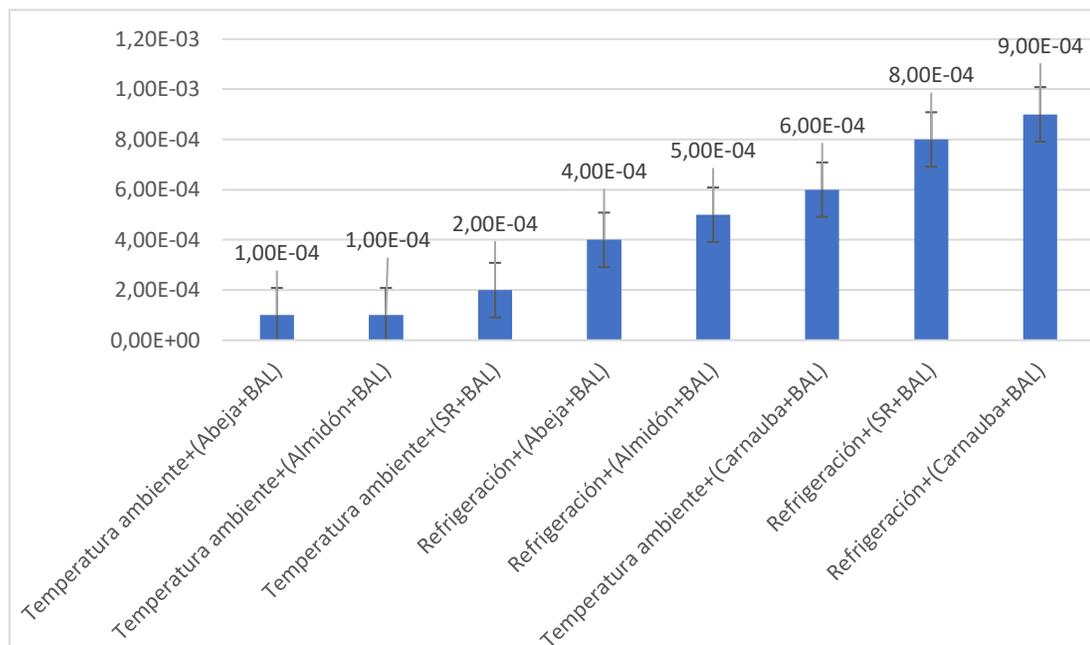
La figura 8 (interacción A*B en relación con la pérdida de peso) muestra como en el día 5 y 10 hay diferencia significativa entre los tipos de recubrimientos en refrigeración

y a temperatura ambiente, los tratamientos que presentaron mayor porcentaje de pérdida de peso fueron el recubrimiento de almidón + BAL y SR + BAL (7,91-7,64; 9,81-14,66) en ambas atmósferas a diferencia de los recubrimientos de cera de Carnauba + BAL en ambas atmósferas(0,65; 1,97) y cera de Abeja + BAL en refrigeración (1,16) que tuvieron el menor porcentaje de pérdida de peso a lo largo del tiempo de bioconservación.

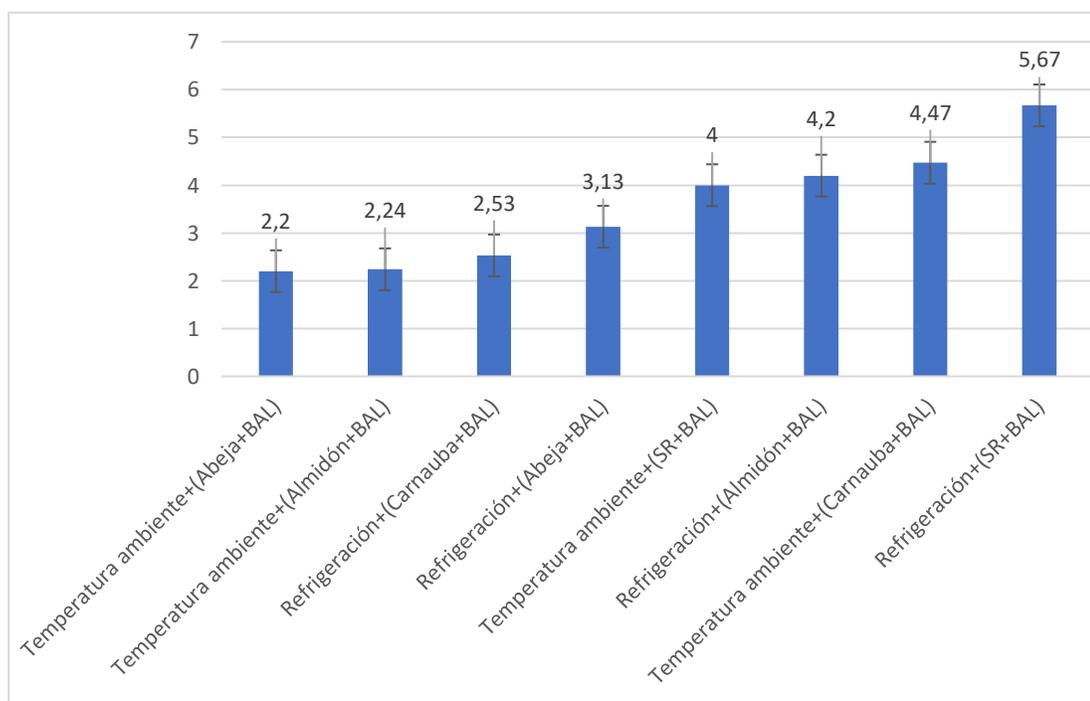
Figura 9 Gráfico de pérdida entre los días por cada variable evaluada en base a las interacciones A*B

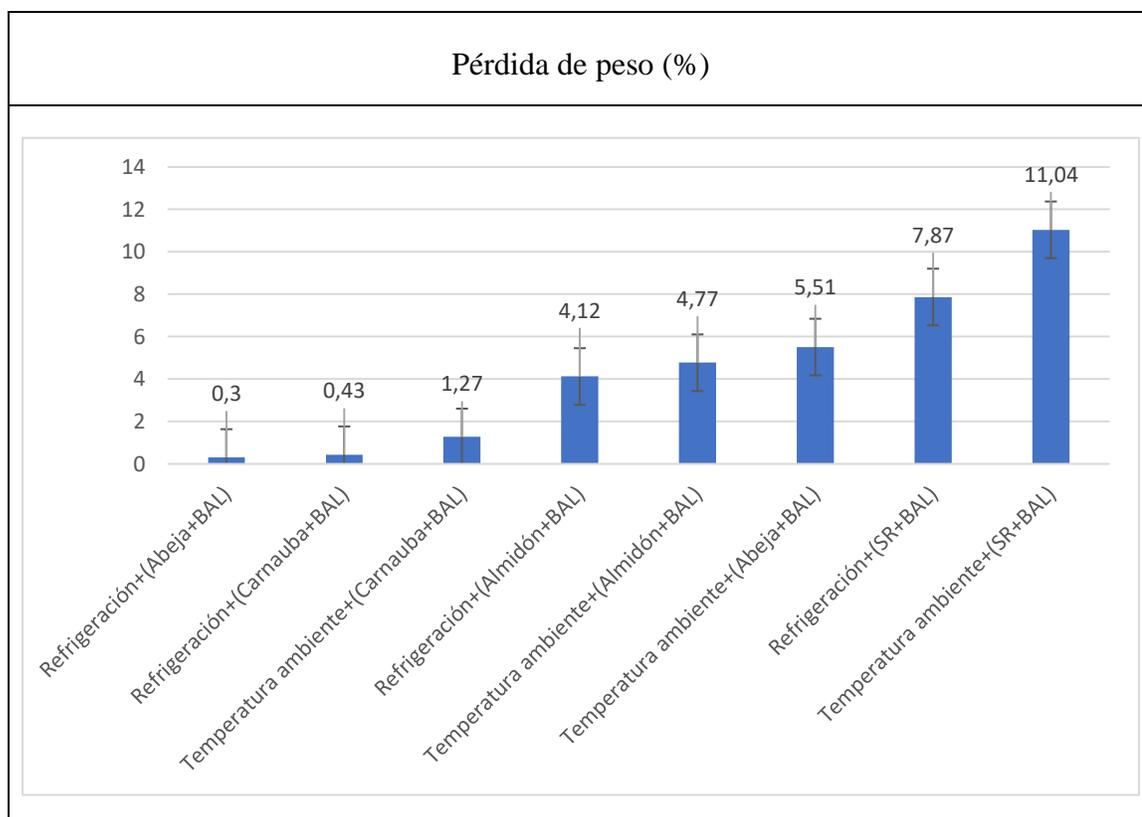


Acidez Titulable (g ácido málico/100g)



Sólido Solubles (°Bx)





Las gráficas en la figura 9 se observa el total de las diferencias entre medias del día 1 al día 5 y del día 5 al día 10 en cada variable por cada tratamiento, ordenados de menor a mayor nos indica como para el pH el tratamiento que evitó las variaciones desde el día 1 al 10 fue Temperatura ambiente + (Abeja + BAL) teniendo una variación de 0,09 desde su pH inicial hasta su pH final, caso contrario al tratamiento Refrigeración + (Abeja + BAL) en donde tuvo un total de 0,27; en cuanto a la acidez titulable el tratamiento que mantuvo las variaciones al mínimo fue temperatura ambiente + (Abeja + BAL) y Temperatura ambiente + (Almidón + BAL) con una disminución del 0,0001 g ácido málico/100g en todo el tiempo de bioconservación a diferencia del tratamiento Refrigeración + (Carnauba + BAL) que mostro una disminución de 0,0009 ácido málico/100g; Por otra parte en los sólidos solubles se observa como el tratamiento temperatura ambiente + (Abeja + BAL) tuvo una disminución de 2,2 °Bx muy diferente al

tratamiento Refrigeración + (SR + BAL) con un total de 5,67; Finalmente en el % de pérdida de peso el tratamiento con mayor pérdida fue en temperatura ambiente + (SR + BAL) con un total de 11,04 % distinto al tratamiento en Refrigeración + (Abeja + BAL) con una disminución del 0,3%.

Análisis microbiológico

Análisis del recuento de bacterias

Tabla 34 *Resultados del recuento de bacterias (UFC/ml) durante el día 5 y 10*

Tratamiento	Día 5 (Dilución -3)	Día 10 (Dilución -2)
Refrigeración + (Polímero de almidón + BAL)	4200 UFC	MNPC
Refrigeración + (Cera de abeja + BAL)	0 UFC	6500 UFC
Refrigeración + (Cera de carnauba + BAL)	200 UFC	MNCP
Refrigeración + (Sin recubrimiento + BAL)	1 UFC	801 UFC
Temperatura ambiente + (Polímero de almidón + BAL)	1000 uf	11000 UFC
Temperatura ambiente + (Cera de abeja + BAL)	7000 UFC	19900 UFC
Temperatura ambiente + (Cera de carnauba + BAL)	300 UFC	3000 UFC
Temperatura ambiente + (Sin recubrimiento + BAL)	0 UFC	1400 UFC

En la tabla 34 se observa el análisis microbiano del recuento bacteriano del día 5 y 10 de la bioconservación de borjój, presentando un aumento de población bacteriana en cada uno de los tratamientos considerando que, para el día 5 se utilizó una dilución de -3 y en el día 10 una dilución de -2.

Análisis del recuento de hongos y levaduras

Tabla 35 *Resultados del recuento de hongos y levaduras (UFC/ml) durante el día 5 y 10*

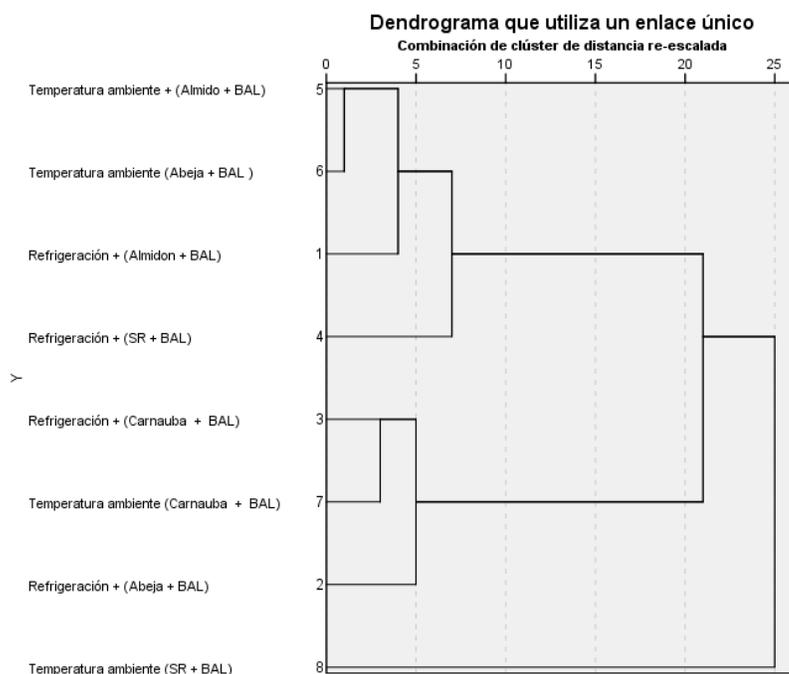
Tratamiento	Día 5 (Dilución -3)	Día 10 (Dilución -2)
Refrigeración + (Polímero de almidón + BAL)	0 UFC	0 UFC
Refrigeración + (Cera de abeja + BAL)	0 UFC	200 UFC
Refrigeración + (Cera de carnauba + BAL)	0 UFC	0 UFC

Refrigeración + (Sin recubrimiento + BAL)	49000 UFC	5101 UFC
Temperatura ambiente + (Polímero de almidón + BAL)	0 UFC	0 UFC
Temperatura ambiente + (Cera de abeja + BAL)	0 UFC	MNPC
Temperatura ambiente + (Cera de carnauba + BAL)	5 UFC	300 UFC
Temperatura ambiente + (Sin recubrimiento + BAL)	10000 UFC	1501 UFC

En la tabla 35 se observa el análisis del recuento de hongos y levaduras del día 5 y 10 de la bioconservación de borjón, presentando un crecimiento de hongos y levaduras en los tratamientos Refrigeración + (Cera de abeja + BAL), Temperatura ambiente + (Cera de abeja + BAL) y Temperatura ambiente + (Cera de carnauba + BAL), sin embargo, en los tratamientos Refrigeración + (Sin recubrimiento + BAL) y Temperatura ambiente + (SR + BAL) desde el día 5 al día 10 disminuyó de 49000 UFC a 5101 UFC y de 10000 UFC a 1501 UFC, respectivamente considerando que, para el día 5 se utilizó una dilución de -3 y en el día 10 una dilución de -2.

Análisis de conglomerados

Figura 10 Dendrograma para los factores en estudio de la fruta de borjón



En la figura 10 se muestran un dendograma que utiliza un enlace único, observándose la formación de diferentes conglomerados dado por un método jerárquico de grupos de vecinos más cercanos aplicados para la evaluación de las diferentes variables fisicoquímicas (pH, acidez titulable, sólidos solubles y pérdida de peso) para la bioconservación del borjón. En el dendograma muestra la formación de 3 clústeres: 1 en la línea de corte 5 G1 (3, 7, 2), 1 en la línea de corte 10 G2 (5, 6, 1, 4) y 1 dentro de la línea de corte 25 G3 (8). En la línea de corte menor se observa una estrecha similitud entre Temperatura ambiente + (Polímero de almidón + BAL) y Temperatura ambiente + (Cera de abeja + BAL) pero a la vez se relaciona con Refrigeración + (Polímero de almidón + BAL) que a su vez se encuentra relacionado con Refrigeración + (SR + BAL). Además, se muestra una similitud entre Refrigeración + (Cera de carnauba + BAL) y Temperatura ambiente + (Cera de carnauba + BAL) con una relación a Refrigeración + (Cera de abeja + BAL). Sin embargo 1 grupo que se encuentra sin relación alguno es Temperatura ambiente + (SR + BAL).

Análisis de componentes principales

Tabla 36 Matriz de componentes principales del borjón

		pH (Día 1)	pH (Día 5)	pH (Día 10)	acidez (Día 1)	acidez (Día 5)	acidez (Día 10)	SS (Día 1)	SS (Día 5)	SS (Día 10)	Pérdida de peso (Día 5)	Pérdida de peso (Día 10)
Correlación	pH (Día 1)	1,000	0,269	0,414	-0,189	-0,476	-0,631	0,032	-0,474	0,087	-0,076	0,053
	pH (Día 5)	0,269	1,000	0,910	-0,370	-0,642	-0,755	0,304	0,246	0,103	-0,545	-0,462
	pH (Día 10)	0,414	0,910	1,000	-0,222	-0,519	-0,681	0,014	0,183	0,350	-0,344	-0,287
	acidez (Día 1)	-0,189	-0,370	-0,222	1,000	0,111	0,448	0,016	0,248	0,360	0,194	-0,276
	acidez (Día 5)	-0,476	-0,642	-0,519	0,111	1,000	0,867	0,450	0,873	0,465	0,797	0,784
	acidez (Día 10)	-0,631	-0,755	-0,681	0,448	0,867	1,000	0,407	0,643	0,096	0,568	0,426
	SS (Día 1)	0,032	0,304	0,014	-0,016	0,450	0,407	1,000	0,482	0,628	0,223	0,451
	SS (Día 5)	-0,474	0,246	0,183	-0,248	0,873	0,643	0,482	1,000	0,650	0,586	0,722

SS (Día 10)	0,087	0,103	0,350	-0,360	0,465	0,096	0,628	0,650	1,000	0,353	0,711
Pérdida de peso (Día 5)	-0,076	-0,545	-0,344	0,194	0,797	0,568	0,223	0,586	0,353	1,000	0,756
Pérdida de peso (Día 10)	0,053	-0,462	-0,287	-0,276	0,784	0,426	0,451	0,722	0,711	0,756	1,000

Nota: Acrónimos: SS (Sólidos Solubles)

Tabla 37 Coeficiente de correlación de Karl Pearson

Valor	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: Recuperado de (Suarez, 2011)

En la tabla 36 con base al coeficiente de correlación de la tabla 37, se observa la existencia de una correlación positiva muy alta entre el pH del día 5 con el pH del día 10 (0,91), por otra parte entre la pérdida de peso del día 10 hay una correlación positiva alta con la acidez; SS; pérdida de peso del día 5 (0,784; 0,722; 0,756); los SS del día 10 (0,711) y una correlación moderada con la acidez del día 10 (0,426); SS del día 1 (0,451), aparte los SS del día 10 tiene una correlación moderada con los SS del día 1 (0,628); SS día 5 (0,65), en el caso de la pérdida de peso del día 5 tiene una correlación positiva alta con la acidez al día 5 (0,797) y la pérdida de peso al día 10 (0,756). Cabe destacar la

correlación negativa moderada que existe entre la acidez con el pH al día 5 y al día 10 (-0,642); (-0,681) respectivamente, esto indicaría que entre estas dos variables hay una correlación inversamente proporcional.

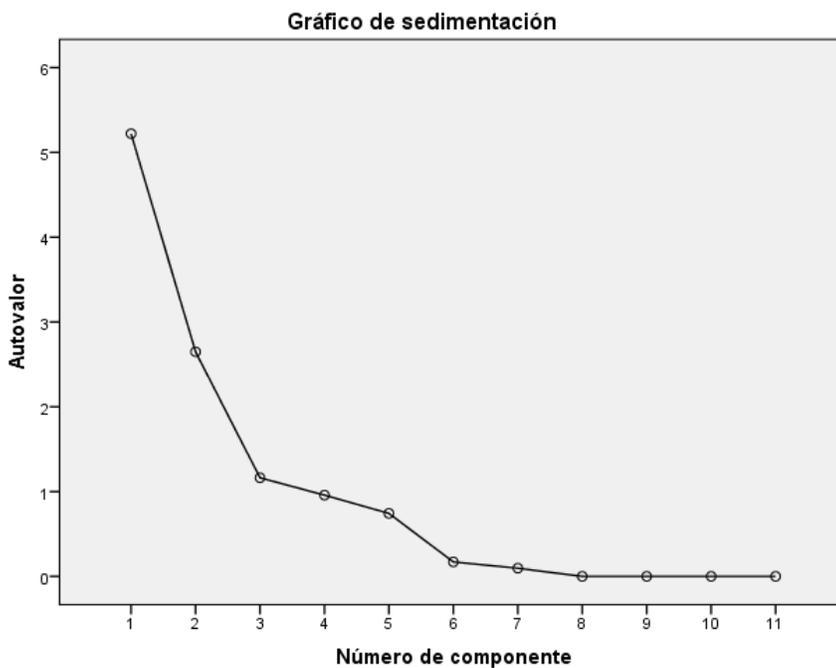
Tabla 38 Matriz de componentes principales del borjón

	Componente		
	1	2	3
pH (Día 1)	-0,347	0,332	0,818
pH (Día 5)	-0,682	0,494	-0,417
pH (Día 10)	-0,561	0,668	-0,191
acidez (Día 1)	0,070	-0,600	0,041
acidez (Día 5)	0,921	-0,061	-0,073
acidez (Día 10)	0,796	-0,409	-0,154
SS (Día 1)	0,545	0,367	0,244
SS (Día 5)	0,759	0,371	-0,354
SS (Día 10)	0,469	0,811	0,009
Pérdida de peso (Día 5)	0,654	0,079	0,064
Pérdida de peso (Día 10)	0,761	0,452	0,173

Tabla 39 Porcentajes de varianza total explicada de los componentes más altos

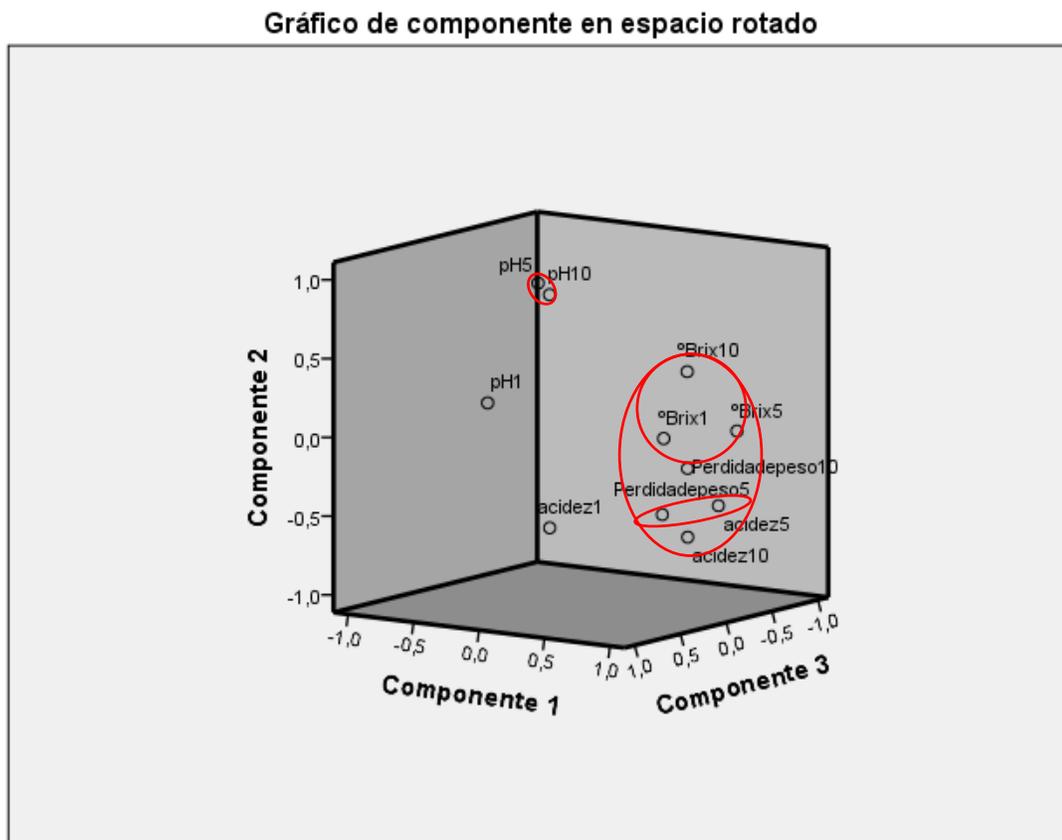
Componente	Varianza total explicada					
	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	5,221	47,465	47,465	5,221	47,465	47,465
2	2,649	24,079	71,544	2,649	24,079	71,544
3	1,163	10,574	82,118	1,163	10,574	82,118
4	0,958	8,709	90,826			
5	0,743	6,751	97,577			
6	0,170	1,548	99,125			
7	0,096	0,875	100,000			
8	2,925E-16	2,659E-15	100,000			
9	-7,412E-17	-6,738E-16	100,000			
10	-2,088E-16	-1,898E-15	100,000			
11	-5,924E-16	-5,386E-15	100,000			

Figura 11 Gráfica de sedimentación del análisis de componentes del borojó



En la figura 11 se muestra la evaluación de las 11 variables sobre los autovalores mayores a 1 de las cuales, según la varianza total explicada se identificó 3 componentes con mayor porcentaje: pH en el día 1 con el mayor porcentaje (47,46%), pH en el día 5 (24,07%) y pH día 10 (10,574%), mientras que los demás componentes evaluados, sus porcentajes de varianza son menores a 1 formando una caída inclinada en la figura de sedimentación, probablemente siendo menos importantes.

Figura 12 Gráfica de componentes principales



En la figura 12 se muestran los resultados de los componentes principales de las 11 variables estudiadas. En el gráfico se puede observar que en el componente 3 existe 1 grupo con la mayor correlación, el grupo está formado por la pérdida de peso al día 10 correlacionado con los SS al día 1,5 y 10; pérdida de peso al día 5 y con la acidez al día 5 y 10, no obstante, dentro de este mismo grupo existen dos grupos internos que se correlacionan entre variables, el primer grupo está formado por los sólidos solubles en el día 1,5 y 10; el segundo grupo se correlaciona la pérdida de peso del día 5 con la acidez en el mismo día.

Finalmente, en el componente 2 se encuentra la variable pH día 5 que se correlaciona altamente con la variable pH día 10 del componente 3.

Análisis organolépticos

Resultados de los análisis organolépticos (textura, olor) realizados a 10 personas

Tabla 40 Recuento en cada parámetro evaluado de textura evaluado por cada tratamiento en refrigeración

Refrigeración + (Polímero de almidón + BAL)				Refrigeración + (Cera de carnauba+ BAL)			
	Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto
Dureza	6	4	0	Dureza	6	2	2
Fracturabilidad	3	5	2	Fracturabilidad	2	3	5
Elasticidad	2	5	3	Elasticidad	5	2	3
Viscosidad	3	2	5	Viscosidad	2	2	6
Adhesividad	1	4	5	Adhesividad	2	3	5
Cohesividad	2	5	3	Cohesividad	2	7	1
Refrigeración + (Cera de abeja+ BAL)				Refrigeración + (Sin recubrimiento+ BAL)			
	Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto
Dureza	1	7	2	Dureza	2	3	5
Fracturabilidad	1	7	2	Fracturabilidad	3	6	1
Elasticidad	2	7	1	Elasticidad	7	2	1
Viscosidad	2	3	5	Viscosidad	5	2	3
Adhesividad	2	5	3	Adhesividad	5	4	1
Cohesividad	1	7	2	Cohesividad	4	5	1

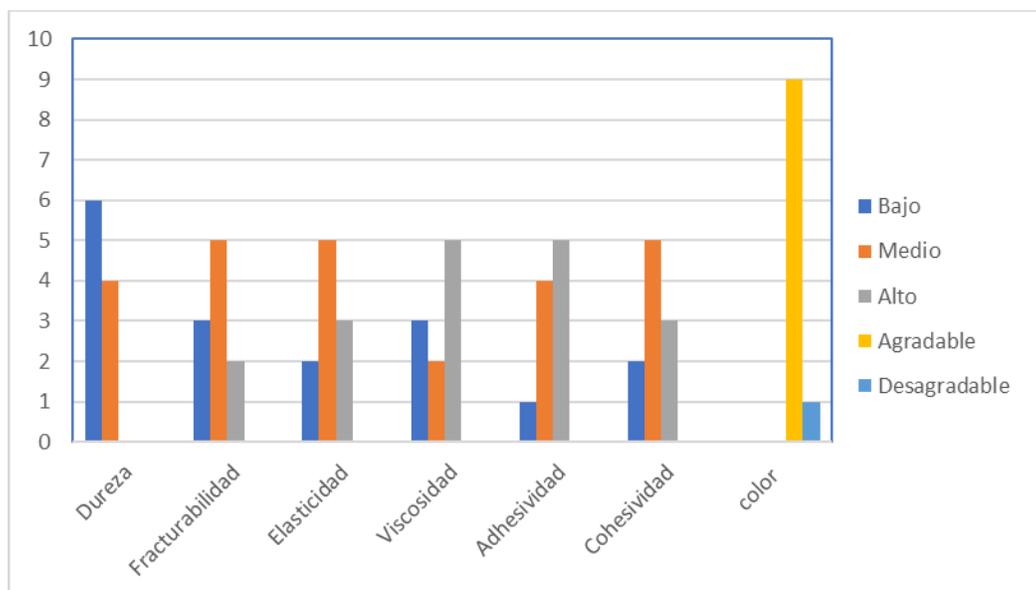
Tabla 41 Recuento en cada parámetro evaluado de textura por cada tratamiento en temperatura ambiente

Temperatura ambiente + (Polímero de almidón + BAL)				Temperatura ambiente + (Cera de carnauba+ BAL)			
	Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto
Dureza	2	4	4	Dureza	2	5	3
Fracturabilidad	1	6	3	Fracturabilidad	3	5	2
Elasticidad	6	4	0	Elasticidad	7	1	2
Viscosidad	6	3	1	Viscosidad	2	6	4
Adhesividad	2	4	4	Adhesividad	3	4	3
Cohesividad	1	8	1	Cohesividad	2	6	2
Temperatura ambiente + (Cera de abeja+ BAL)				Temperatura ambiente + (Sin recubrimiento + BAL)			
	Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto
Dureza	9	1	0	Dureza	3	7	0
Fracturabilidad	3	4	3	Fracturabilidad	2	8	0
Elasticidad	3	4	3	Elasticidad	2	7	1
Viscosidad	1	3	6	Viscosidad	8	2	0
Adhesividad	1	5	4	Adhesividad	1	4	5
Cohesividad	1	8	1	Cohesividad	2	7	1

Tabla 42 Resultados del análisis de olor en cada uno de los tratamientos tanto en refrigeración como temperatura ambiente

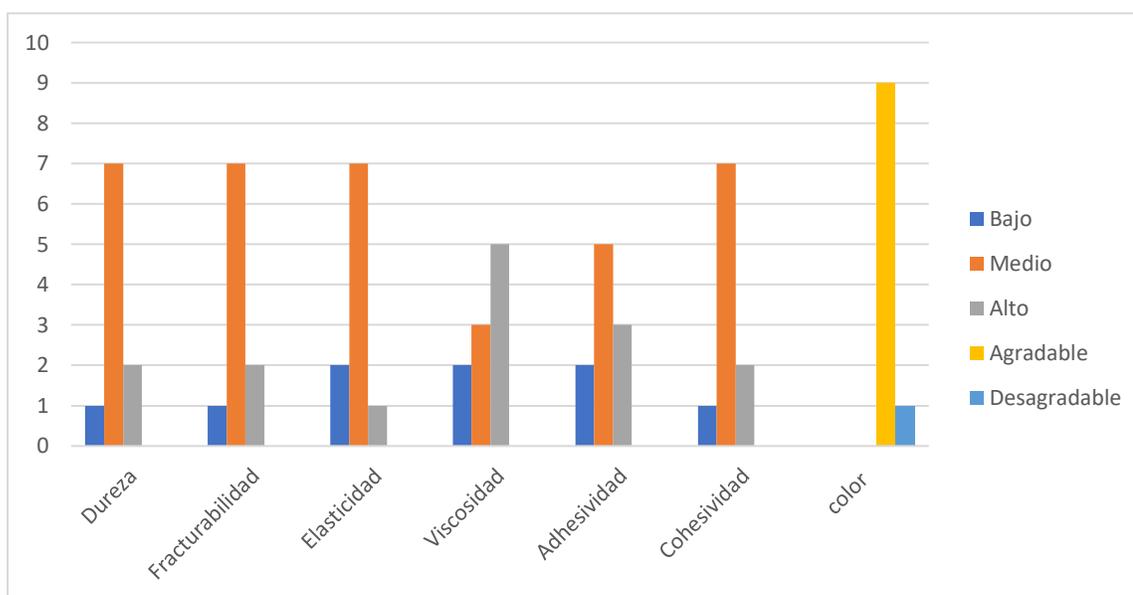
Factor A (Atmósfera)	Factor B (Recubrimiento)	Agradable	Desagradable
Refrigeración	Polímero de almidón + BAL	9	1
Refrigeración	Cera de abeja+ BAL	9	1
Refrigeración	Cera de carnauba+ BAL	7	3
Refrigeración	Sin recubrimiento+ BAL	9	1
Temperatura Ambiente	Polímero de almidón + BAL	7	3
Temperatura Ambiente	Cera de abeja+ BAL	8	2
Temperatura Ambiente	Cera de carnauba+ BAL	9	1
Temperatura Ambiente	Sin recubrimiento + BAL	8	2

Figura 13 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Refrigeración + (Polímero de almidón + BAL)



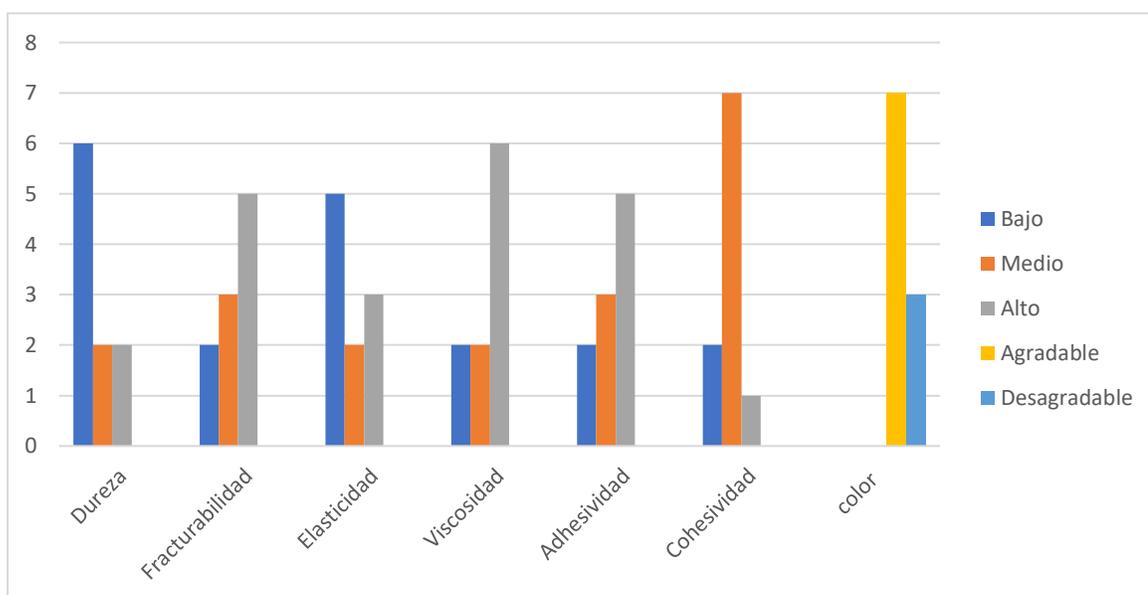
En la figura 13 se observa los resultados del análisis de la textura de la fruta del tratamiento Refrigeración + (Polímero de almidón + BAL), estableciendo las apreciaciones de los diferentes encuestados con respecto a cada una de las variables señaladas. Se obtuvo que el 60% de los encuestados consideró que la fruta tenía una dureza baja y un 40% que la dureza era media; en cuanto a la fracturabilidad el 50% señaló que era media, el 30% que era baja y el 20% alta; en la elasticidad el 50% consideró que era media, el 20% baja y el 30% alta; en las viscosidad de la fruta el 50% que era alta, el 30% que era baja y 20% media; en la adhesividad el 50% indicó era alta, el 40% media y el 10% baja; la cohesividad resultó que el 50% les pareció media, el 30% alta y el 20% baja. En cuanto al análisis del olor de la fruta del tratamiento aplicado, el 90% de los encuestados les agradó, pero el 10% no les agradó el olor.

Figura 14 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Refrigeración + (Cera de abeja+ BAL)



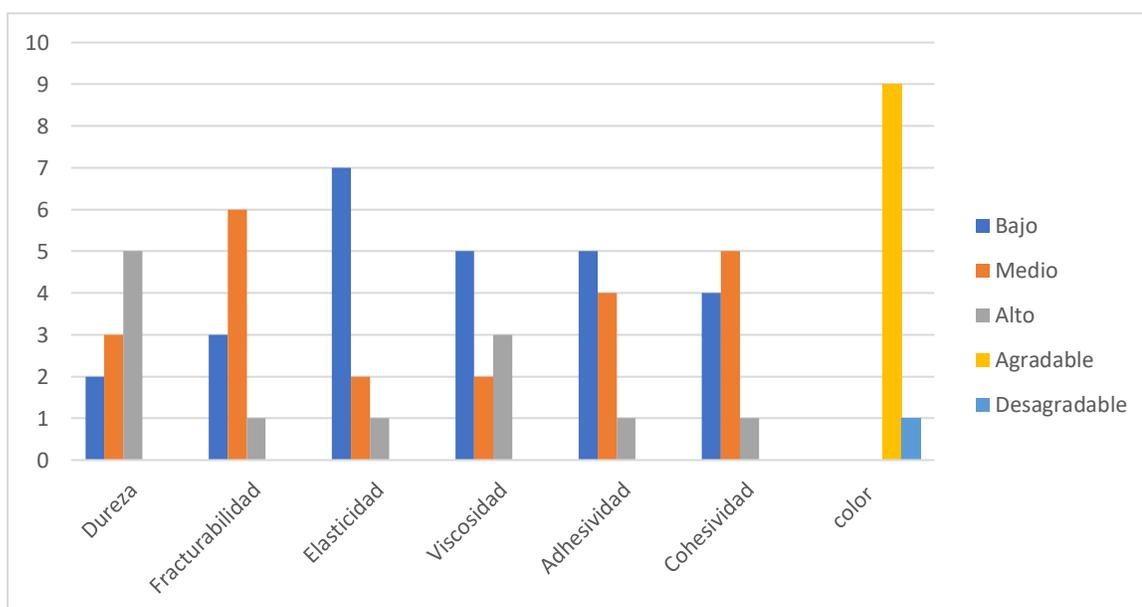
En la figura 14 se observa los resultados del análisis de la textura de la fruta del tratamiento Refrigeración + (Cera de abeja+ BAL), estableciendo las apreciaciones de los diferentes encuestados con respecto a cada una de las variables señaladas. Se obtuvo que el 70% de los encuestados consideró que la fruta tenía una dureza media, un 20% alta y un 10% que la dureza era baja; en cuanto a la fracturabilidad el 70% señaló que era media, el 20% alta y el 10% baja; en la elasticidad el 70% consideró que era alta, el 10% alta y el 20% baja; en las viscosidad de la fruta el 50% que era alta, el 30% media y el 20% baja; en las adhesividad de la fruta el 50% indicó era media, el 30% alta y el 20% baja; la cohesividad resultó que el 70% les pareció media, el 20% alta y el 10% baja. En cuanto al análisis del olor de la fruta del tratamiento aplicado, el 90% de los encuestados les agradó, pero al 10% no les agradó el olor.

Figura 15 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Refrigeración + (Cera de carnauba + BAL)



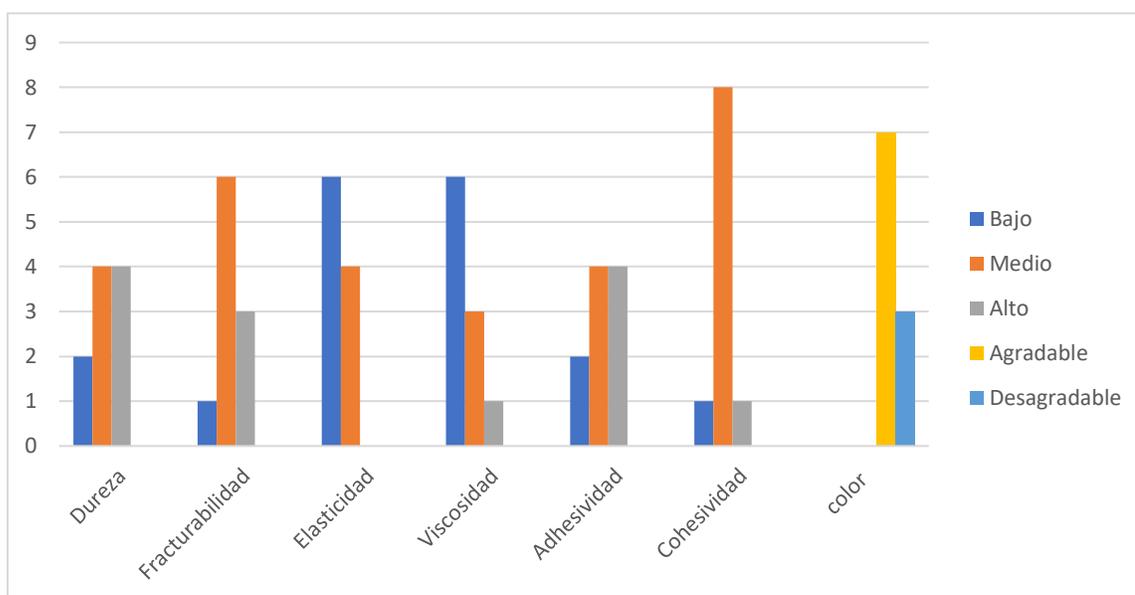
En la figura 15 se observa los resultados del análisis de la textura de la fruta del tratamiento Refrigeración + (Cera de carnauba + BAL), estableciendo las apreciaciones de los diferentes encuestados con respecto a cada una de las variables señaladas. Se obtuvo que el 60% de los encuestados consideró que la fruta tenía una dureza baja, un 20% alta y un 20% que la dureza era media; en cuanto a la fracturabilidad el 50% señaló que era alta, el 30% media y el 20% baja; en la elasticidad el 50% consideró que era baja, el 30% alta y el 20% media; en las viscosidad de la fruta el 60% que era alta, el 20% media y el 20% baja; en la adhesividad el 50% indicó era alta, el 30% media y el 20% baja; la cohesividad resultó que el 70% les pareció media, el 20% baja y el 10% alta. En cuanto al análisis del olor de la fruta del tratamiento aplicado, el 70% de los encuestados les agradó, pero al 30% no les agradó el olor.

Figura 16 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Refrigeración + (Sin recubrimiento + BAL)



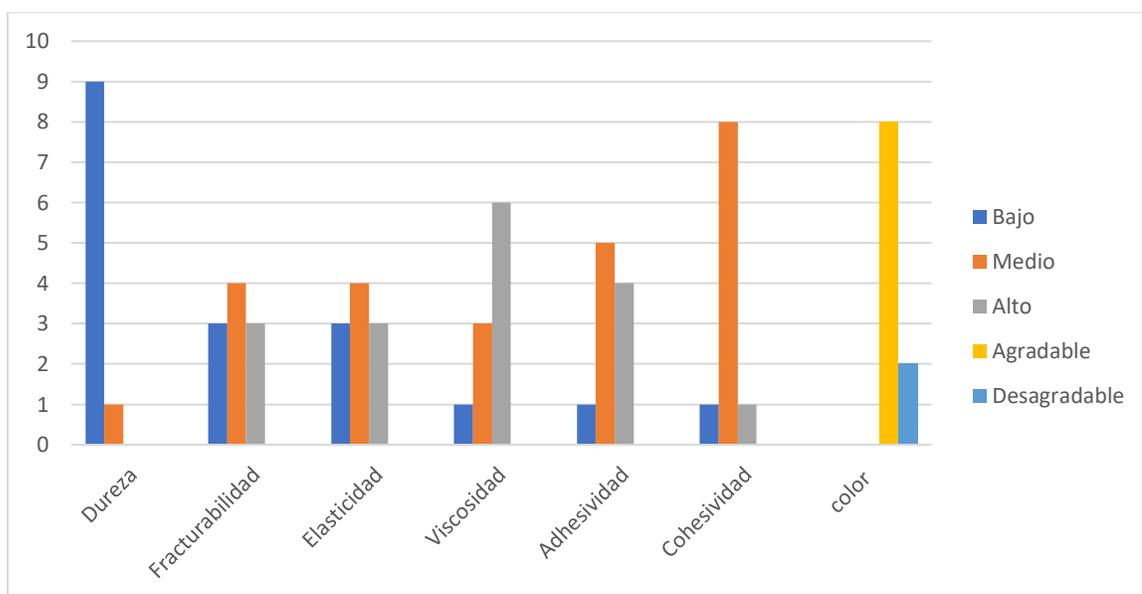
En la figura 16 se observa los resultados del análisis de la textura de la fruta del tratamiento Refrigeración + (Sin recubrimiento + BAL), estableciendo las apreciaciones de los diferentes encuestados con respecto a cada una de las variables señaladas. Se obtuvo que el 50% de los encuestados consideró que la fruta tenía una dureza alta, un 30% media y 20% baja; en cuanto a la fracturabilidad el 60% señaló que era media, el 30% que era baja y el 10% alta; en la elasticidad el 70% consideró que era baja, el 20% media y el 10% alta; en las viscosidad de la fruta el 50% que era baja, el 20% que era media y el 30% alta; en la adhesividad el 50% indicó era baja, el 40% media y el 10% alta; la cohesividad resultó que el 50% les pareció medio, el 40% bajo y el 10% alto. En cuanto al análisis del olor de la fruta del tratamiento aplicado, el 90% de los encuestados les agradó, pero el 10% no les agradó el olor.

Figura 17 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: *Temperatura Ambiente + (Polímero de almidón + BAL)*



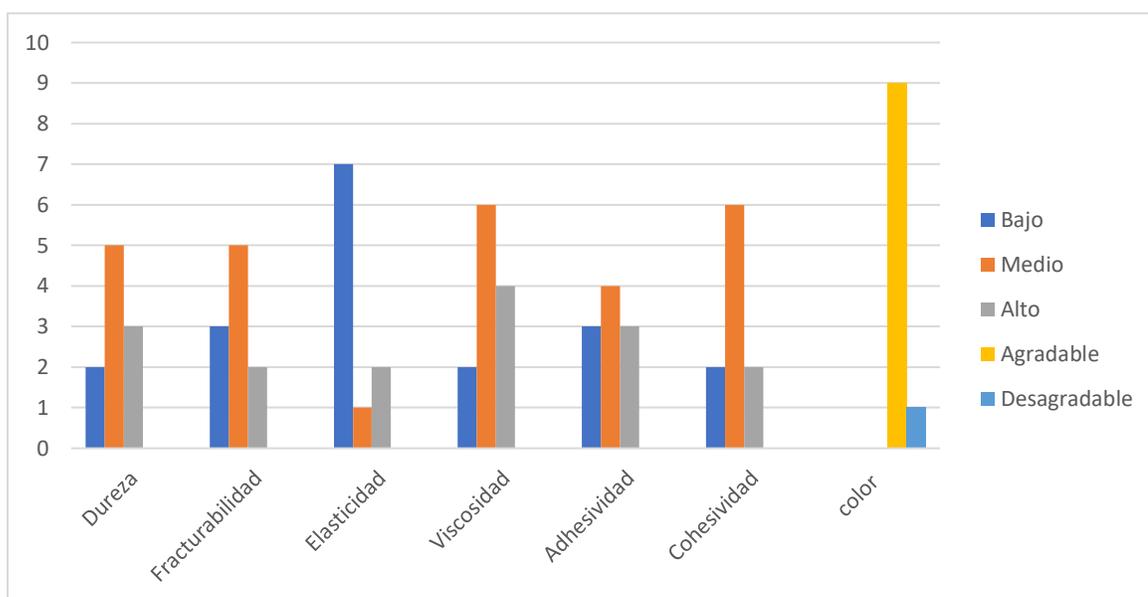
En la figura 17 se observa los resultados del análisis de la textura de la fruta del tratamiento Temperatura ambiente + (Polímero de almidón + BAL), estableciendo las apreciaciones de los diferentes encuestados con respecto a cada una de las variables señaladas. Se obtuvo que el 40% de los encuestados consideró que la fruta tenía una dureza alta, un 40% media y 20% baja; en cuanto a la fracturabilidad el 60% señaló que era media, el 30% que era alta y el 10% baja; en la elasticidad el 60% consideró que era baja y el 40% media; en las viscosidad de la fruta el 60% que era baja, el 30% que era media y el 10% alta; en la adhesividad el 40% indicó era media, el 40% alta y el 20% baja; la cohesividad resultó que el 80% les pareció medio, el 10% bajo y el 10% alto. En cuanto al análisis del olor de la fruta del tratamiento aplicado, el 70% de los encuestados les agradó, pero el 30% no les agradó el olor.

Figura 18 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: *Temperatura Ambiente + (Cera de abeja + BAL)*



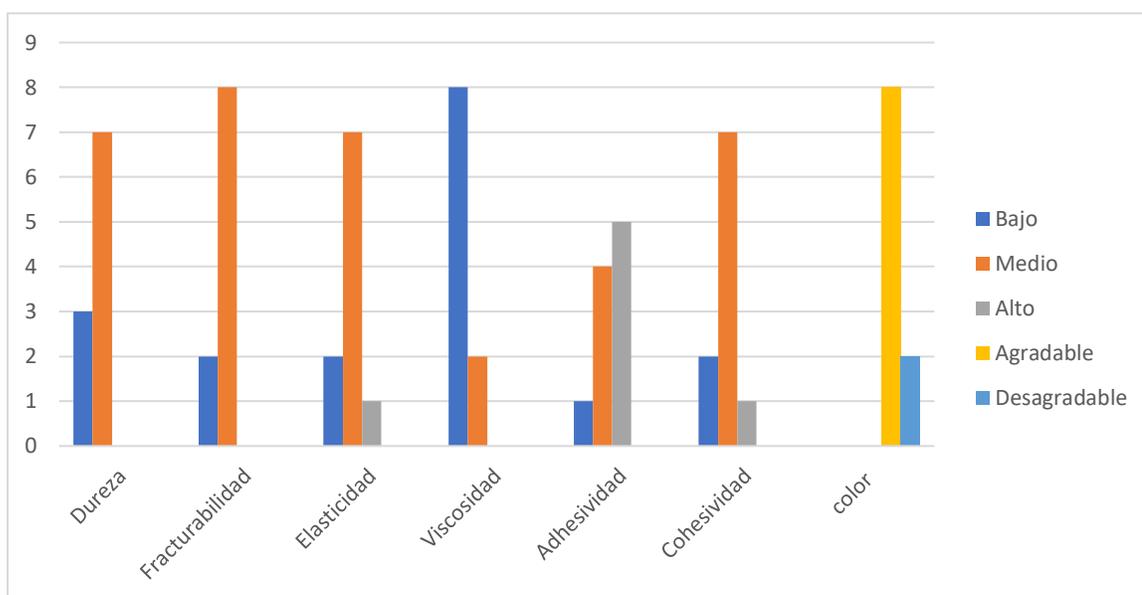
En la figura 18 se observa los resultados del análisis de la textura de la fruta del tratamiento Temperatura ambiente + (Cera de abeja + BAL), estableciendo las apreciaciones de los diferentes encuestados con respecto a cada una de las variables señaladas. Se obtuvo que el 90% de los encuestados consideró que la fruta tenía una dureza baja y un 10% media; en cuanto a la fracturabilidad el 40% señaló que era media, el 30% que era baja y el 30% alta; en la elasticidad el 40% consideró que era media, el 30% alta y el 30% baja; en las viscosidad de la fruta el 60% que era alta, el 30% que era media y el 10% baja; en la adhesividad el 50% indicó era media, el 40% alta y el 10% baja; la cohesividad resultó que el 80% les pareció medio, el 10% bajo y el 10% alto. En cuanto al análisis del olor de la fruta del tratamiento aplicado, el 80% de los encuestados les agradó, pero el 20% no les agradó el olor.

Figura 19 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: *Temperatura Ambiente + (Cera de carnauba + BAL)*



En la figura 19 se observa los resultados del análisis de la textura de la fruta del tratamiento Temperatura ambiente + (Cera de carnauba + BAL), estableciendo las apreciaciones de los diferentes encuestados con respecto a cada una de las variables señaladas. Se obtuvo que el 50% de los encuestados consideró que la fruta tenía una dureza media, un 30% que la dureza era alta y un 20% baja; en cuanto a la fracturabilidad el 50% señaló que era media, el 30% que era baja y el 20% alta; en la elasticidad el 70% consideró que era baja, el 20% alta y el 10% media; en las viscosidad de la fruta el 60% que era media, el 40% que era alta y el 20% baja; en la adhesividad el 40% indicó era media, el 40% que era alta y el 20% baja; la cohesividad resultó que el 60% les pareció medio, el 20% bajo y el 20% alto. En cuanto al análisis del olor de la fruta del tratamiento aplicado, el 90% de los encuestados les agradó, pero el 10% no les agradó el olor.

Figura 20 Gráfica de barras de los datos del análisis organoléptico para el tratamiento: Temperatura Ambiente + (Sin recubrimiento + BAL)



En la figura 20 se observa los resultados del análisis de la textura de la fruta del tratamiento Temperatura ambiente + (Sin recubrimiento + BAL), estableciendo las apreciaciones de los diferentes encuestados con respecto a cada una de las variables señaladas. Se obtuvo que el 70% de los encuestados consideró que la fruta tenía una dureza media y un 30% que la dureza era baja; en cuanto a la fracturabilidad el 80% señaló que era media, pero el 20% que era baja; en la elasticidad el 70% consideró que era media, el 20% baja y el 10% alta; en las viscosidad de la fruta el 80% que era baja, pero el 20% que era media; en la adhesividad el 50% indicó era alta, el 40% media y el 10% baja; la cohesividad resultó que el 70% les pareció media, el 20% baja y el 10% alta. En cuanto al análisis del olor de la fruta del tratamiento aplicado, el 80% de los encuestados les agradó, pero el 20% no les agradó el olor.

Capítulo V

Discusión

Las BAL, son un grupo de microorganismos identificadas como Gram positiva y microbiológicamente en forma bacilar, tienen la capacidad de crecer en pH que va desde los 3 hasta 9,6 aunque, comúnmente crecen en presencia de un pH que oscilar entre los 4 a 4,5, concediéndole así la característica de sobrevivir en medios que cualquier otra bacteria no lograría hacerlo (Morocho & Leiva, 2019).

De acuerdo con los resultados, el mucilago de palmito presentó una disminución de pH al momento de fermentarse y a su vez la acidez titulable aumentó, Alarcón & Carpio (2018) señala que esto ocurre ya que durante el proceso de fermentación los microorganismos se desarrollan provocando la formación de ácido láctico. En la tabla 3 se encuentra detallado que el mucilago de palmito tiene 3,25 % de carbohidratos, Zalduegui (1975) menciona que los carbohidratos son muy buenos sustratos para los procesos fermentativos por lo que se justificaría la disminución de los sólidos solubles que tuvo el mucilago después de los 3 días de fermentación natural.

Lactiplantibacillus plantarum es una BAL que se localiza en las plantas (Yu et al., 2021) caracterizada porque aumentan la producción de ácido láctico en las primeras fases del aislado a través de bacterias homofermentativas de azúcar (Lynch, 2012), además se adapta con facilidad y tiene una buena plasticidad genómica. La bacteria de la especie *L. plantarum* no solo posee estas características ya que existe la posibilidad de producir diferentes bacteriocinas que no solo son potentes, sino que tienen la posibilidad de conservar alimentos o formar parte de un agente complementario de antibiótico (Seddik et al., 2017)

Atmósferas (Factor A)

Con respecto al factor de las atmósferas, al haberse demostrado diferencia significativa sobre el pH al día 1,5 y 10, indica que la temperatura de conservación tiene un efecto sobre el potencial de hidrogeno de los borjós, siendo la refrigeración la que demostró influir en mayor proporción, pasando de 2,98 en el día 1 a 3,16 día 10, figura 3. Se podría pensar inicialmente que la refrigeración debería de reducir estos cambios, sin embargo, Pinto et al. (2020) mencionan que el aumento del pH se pueda deber posiblemente a la reducción de la actividad metabólica que es ocasionada por una menor difusión de oxígeno, este fundamento en conjunto con lo mencionado por López (1995); Gallo (1997) justificaría el aumento del pH de los tratamientos en refrigeración, ya que manifiestan que las bajas temperaturas en los productos perecederos disminuyen la actividad de las enzimas, de esta manera, se reduce el ritmo respiratorio, retardando la maduración y se reduce la pérdida de las presiones de los vapor entre el fruto y el entorno.

En el caso de la acidez titulable hubo diferencia significativa al día 5 y día 10 demostrando la influencia que tiene las diferentes atmósfera aplicadas sobre esta variable, no obstante, pese a que los tratamientos conservados en temperatura ambiente fueron los que presentaron las medias más altas de acidez tanto en el día 5 (0,0026) como en el día 10 (0,0025), los tratamientos en refrigeración tuvieron “mayor” descenso de medias pasando de 0,0024 día 1 a 0,0022 día 10, aunque estas diferencias no son altas.

Salgado (2015) demuestra como el contenido de acidez titulables decrece conforme el borjós madura. Pilar et al. (2007) en su estudio realizado en gulupa indica como los parámetros de acidez, pH y grados brix están correlacionados con la maduración de la fruta, siendo así, el pH; los sólidos solubles tienden a aumenta y la acidez a disminuir. Rodríguez et al. (2005) expone como en la pitahaya almacenada a

8 °C y 19 °C, presentaron aumento en el pH lo que aumenta el índice de madurez, así mismo la acidez titulable decreció y los grados brix tuvieron un comportamiento variado. Si bien es cierto que las diferencias de temperaturas influyen en los cambios químicos de las frutas, los antecedentes anteriormente mencionados, indican como estas variaciones de valores esta más correlacionado con la madurez, teniendo en común que el pH aumenta, la acidez disminuye y los grados ° Brix dependiendo de la fruta tienden a mantenerse, aumentar o disminuir. El tratado de cooperación amazónica (2000) menciona que el borojó puede continuar madurando aun después de haber sido cosechado en estado sazón lo que justificaría estas pequeñas variaciones en las cifras de estas variables.

Para los sólidos solubles únicamente se presentó diferencia significativa en el día 1, sin embargo, no se podría decir que la temperatura influye sobre esta variable ya que son valores iniciales que no variaron significativamente hasta el día 10 lo que coincide con los resultados que obtuvo Nogales (2018) quien tampoco tuvo diferencias significativas en los sólidos solubles de los borojós con respecto a las mismas atmósferas evaluadas.

Por otra parte, para el porcentaje de pérdida de peso se demostró diferencia significativa en el día 10 de bioconservación, siendo los tratamientos a temperatura ambiente los que presentaron en promedio un mayor % de pérdida de pesos (7,75) concordando con los resultados obtenido por Mena (2009) en donde los borojós que almacenó a temperatura ambiente durante 10 días también presentaron una pérdida de peso significativa, adicional menciona que esta pérdida se debe a la deshidratación que sufren estos frutos.

Recubrimientos + BAL (Factor B)

En cuanto al recubrimientos + BAL demostró diferencia significativa en las 4 variables evaluadas en las frutas con los 4 tipos diferentes de recubrimientos desde el 1. ° al 10. ° día; siendo así, el pH, los sólidos solubles y el porcentaje de pérdida de peso aumentan sus medias con forme los días de bioconservación en el borojé avanzan. Sin embargo, en el estudio de Salazar (2020) demuestra como el pH de la fruta en vez de aumentar sufre una mínima disminución del día 5 al 15 después de haber aplicado BAL en sus frutas, ocurre lo mismo en el estudio de Russo et al (2014) y Miranda (2014) observándose no solo la variación en el pH si no también en los sólidos solubles, acidez titulable y en la pérdida de peso.

En el caso de Russo et al (2014) en donde aplicaron BAL a frutas precortadas, señalan que observaron cambios en los parámetros fisicoquímicos, y que de acuerdo con Romero & Baque (2021) estos cambios se suelen asociar independientemente a cada tipo de fruta y no a la aplicación de bacterias, que su función principal es la inhibición de microorganismos. Además, tomando en cuenta que en nuestro estudio la aplicación de las BAL fue directamente en el recubrimiento físico y no en la pulpa de la fruta, los cambios de las 4 variables estudiadas a lo largo del tiempo se deben estar relacionados con únicamente con el recubrimiento físico (cera de abeja, carnauba, polímero de almidón).

Entonces, una de estas relaciones se encuentra a lo largo los 10 días de bioconservación, concretamente en el aumento del pH en el borojé, de acuerdo con Pinto et al (2006) este aumento se pudo haber ocasionado debido a la posibilidad de que la actividad metabólica se redujo porque hubo una menor difusión de oxígeno. Aldaz (2009) señala en su estudio que las barreras físicas como el polímero de almidón, la cera de abeja y de carnauba, aunque su característica principal es extender la vida útil de la fruta

estas barreras limitan la eliminación de humedad, respiración y transpiración del fruto tal como se observó en el estudio de Figueroa (2013) en donde observó variaciones en el pH, acidez titulable, sólidos solubles y pérdida después de haber aplicado un recubrimiento a las frutas, señalando que en cuanto a la acidez titulable al disminuir su media extendió su vida útil y bajó su proceso de maduración, comportamiento que fue adquirido debido al recubrimiento que provocó la reducción del proceso metabólico de la fruta retrasando la degradación enzimática del ácido presente, entonces estos antecedentes justificarían el aumento de pH en el Borojón, aunque como se mencionó anteriormente, estas variaciones de pH, acidez, sólidos solubles también están relacionadas con la maduración de la fruta que en el caso del borojón continúa aun después de haber sido cosechado.

En el caso de la pérdida de peso, puede estar relacionada a la afectación de las propiedades mecánicas y del factor hidrofílico de los frutos (Ramos et al., 2018). Navarro, (2007) menciona que los recubrimientos suelen tener un aspecto quebradizo, mismos que, Zamudio et al, (2007) indica que se producen debido a la elevación de las fuerzas intermoleculares, entonces se puede asumir que la pérdida de peso fue ocasionada porque la masa de los borojones de forma independiente provocaron que algunos recubrimientos se quebraran, permitiendo así la deshidratación de los borojones que según Mena (2009) está relacionada directamente la deshidratación con la pérdida de peso en los borojones.

Interacción del Factor A y Factor B

La bioconservación puede ser definida como la extensión de la vida de anaquel, seguridad e inocuidad de los alimentos ya sea a través de compuestos antimicrobianos o aplicando una microbiota natural o controlada (De la fuente, 2010). Algunos de los factores que influyen en las alteraciones de los alimentos son las variaciones de pH, acidez, el tiempo, la humedad, la temperatura entre otros (Matínez, 2013). Entonces se

puede asumir que una buena bioconservación está dada por la capacidad que tienen el bioconservante utilizado para evitar o reducir en gran medida los factores que influyen en las alteraciones de los alimentos, teniendo en cuenta esto, la figura 9 mostró las variaciones que tuvieron cada uno de los tratamientos en las variables evaluadas desde el día 1 hasta el día 10, en el pH hubo variaciones entre 0,09-0,27, en la acidez 0,0001-0,0009 g ácido málico/100g, en los sólidos solubles del día 1 al día 10 entre 2,2-5,67 ° Brix, se podría pensar inicialmente que como hubo variaciones en los parámetros químicos del borjón, los tratamientos (FactorA*FactorB) no fueron tan efectivos, sin embargo, al promediar todos los valores resultantes del efecto de los tratamientos por cada variable estudiada al día 10 de bioconservación obtenemos que los borjones en promedio mantuvieron un pH= 3,09; acidez = 0,0025 g ácido málico/100g (2,5 %) y SS= 10,24 ° Brix, valores que se relacionan con los obtenidos por otros autores estableciendo rangos óptimos de pH entre 2,93 a 3,123 (Diaz et al., 2012); (Sotelo et al., 2010); acidez titulable (% como ácido málico) 2.60 ± 0.05 (Sotelo et al., 2010); sólidos solubles entre 9,33-10,83 ° Brix (Nogales, 2018).

Entonces, de esta forma queda demostrado que todos los tratamientos tuvieron un óptimo potencial como bioconservantes, no obstante, considerando que el propósito de este estudio fue el de evaluar la bioconservación del borjón en base al potencial inhibitorio de las BAL en conjunto con los diferentes recubrimientos, los mejores tratamientos serían aquellos que presentaron un crecimiento de 0 UFC al día 10 en los pretrifilms para levaduras/Hongos, según los resultados de la Tabla 35 estos tratamientos serían:

- 1) Refrigeración + (Polímero de almidón + BAL): mantuvo las variaciones de pH en 0,12, acidez titulable: 0,0005 g ácido málico/100g, SS: 4,2 ° Brix, % pérdida de peso: 4,12 y con características organolépticas de dureza baja;

fracturabilidad media; elasticidad media; viscosidad alta; adhesividad alta; cohesividad media y un olor agradable.

- 2) Refrigeración + (Cera de carnauba + BAL): mantuvo las variaciones de pH en 0,15, acidez titulable: 0,0009 g ácido málico/100g, SS: 2,53 ° Brix, % pérdida de peso: 4,12 y con características organolépticas de dureza baja; fracturabilidad alta; elasticidad baja; viscosidad alta; adhesividad alta; cohesividad media y olor agradable.
- 3) Temperatura ambiente + (Polímero de almidón + BAL): conservó las variaciones de pH en 0,12, acidez titulable: 0,0001 g ácido málico/100g, SS: 4,47 ° Brix, % pérdida de peso: 1,27 y con características organolépticas de dureza media; fracturabilidad media; elasticidad baja; viscosidad baja; en la adhesividad media; la cohesividad media y olor agradable.

Cabe destacar el tratamiento Refrigeración + (Abeja + BAL) el cual pese a que no presentó una reducción de 0 UFC tuvo la menor variación en el % de pérdida de peso con un 0,3 % de peso perdido al final de la bioconservación.

Capítulo VI

Conclusiones

El mucilago de palmito tiene en promedio un pH= 5,93, acidez titulable= 0,000720507 g ácido oxálico/ 1 L, Sólidos solubles= 5 °Bx y una densidad relativa= 1,0246, cifras que cambian al fermentarse el palmito mostrando una disminución de pH a 3,75, aumento de acidez titulable a 0,005578307 g ácido oxálico/ 1 L, los sólidos solubles se reducen a 3,5 ° Brix, su densidad relativa baja a 1,0132. En cuanto a la carga microbiana del fermentado tiene 65×10^6 UFC de bacterias y 173×10^3 UFC de hongos/levaduras.

La Bacteria ácido lácticas que se aisló del fermento del mucilago de palmito y se utilizó como solución BAL en los tratamientos corresponde a la especie *Lactiplantibacillus plantarum* a94 grampositiva catalasa negativa.

Para el factor A se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que la diferencia de atmósferas influye en las variables de pH del día 1 al 10, en los SS al día 1 (al ser valores iniciales no se consideraron), la acidez titulable al 5.º y 10.º día y en el % de pérdida de peso al día 10, de tal forma que la refrigeración tiene efecto sobre el pH y la acidez titulable, y la temperatura ambiente en la pérdida de pesos, no obstante, el aumento de pH, la disminución de acidez y la constancia de los SS en el borjón se encuentran relacionados con la madurez del fruto que continua aun después de haber sido cosechado, por otra parte el % de pérdida de peso está relacionado con la deshidratación del borjón. Adicionalmente, se concluye que las bajas temperaturas en los productos perecederos disminuyen la actividad de las enzimas provocando una reducción en el ritmo respiratorio y un aumento de pH.

Para el factor B se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que el tipo de recubrimiento más las bacterias (BAL) si influyen en cada una de las variables evaluadas, observándose un aumento de las medias del pH, SS y pérdida de peso durante el 1. ° al 5. ° día y del 5. ° al 10. ° día, pero las medias de los niveles en la acidez titulables disminuyeron ya que se encuentran relacionados a que cada uno de los recubrimientos poseen la característica de reducir el proceso metabólico de la fruta evitando así que la degradación enzimática del ácido málico presente en la fruta disminuya. En cuanto a la pérdida de peso, el recubrimiento de carnauba + BAL presentó una baja disminución de peso total, sin embargo, la pérdida de peso que se produjo en todos los 4 niveles se debió a su baja propiedad mecánica que provoca una apariencia quebradiza del recubrimiento físico produciendo la respiración y transpiración del borojó

En el caso del factor A*factor B de igual forma que en los factores independientes se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que las variaciones de pH, acidez titulable, SS y % de pérdida de peso están relacionadas con los tratamientos, de tal forma que ocasionaron variaciones entre 0,09-0,27 de pH, 0,0001-0,0009 g ácido málico/100g acidez titulable y 2,2-5,67 °Bx en los sólidos solubles durante los 10 días de bioconservación. Sin embargo, al realizar los promedios de todos los tratamientos por cada variable se demostró que las cifras en cada parámetro químico del borojó cayeron dentro de los rangos óptimos establecidos, por lo que los mejores tratamientos se seleccionaron a partir entre aquellos que presentaron un crecimiento de 0 UFC levaduras/Hongos, concluyendo que los tratamientos Refrigeración + (Polímero de almidón + BAL); Refrigeración + (Cera de carnauba + BAL); Temperatura ambiente + (Polímero de almidón + BAL) fueron los mejores, no obstante se destaca el tratamiento Refrigeración + (Abeja + BAL) por haber tenido la menor variación en el % de pérdida de peso.

Recomendaciones

Al haberse aislado e identificado la bacteria *Lactiplantibacillus plantarum* del fermento de mucilago de palmito y haber demostrado su potencial inhibitorio, se recomienda aplicar estas bacterias en futuras investigaciones, además, teniendo en cuenta la carga microbiana que presentó el mucilago de palmito después de haber sido fermentado, se recomienda realizar una identificación general de la microbiota y evaluar su potencial antimicrobiano.

Considerando la influencia de la atmósfera en la bioconservación se recomienda mantener los borjós en refrigeración, ya que en este entorno se reduce el ritmo respiratorio retardando por ende la maduración del fruto.

Ya que los recubrimientos con BAL demostraron mantener los parámetros químicos del borjón dentro de los rangos óptimos, se recomienda aplicar los recubrimientos (cera de abeja, cera de carnauba y polímero de almidón) en otro tipo de fruta, adicionándoles concentraciones más altas de BAL, con el propósito de ampliar los estudios de estos recubrimientos como bioconservantes.

En base a los resultados obtenidos se recomienda aplicar los recubrimientos de Cera de carnauba + BAL en Refrigeración y el Polímero de almidón + BAL en cualquiera de las dos atmósferas ya que fueron los que presentaron 0 UFC y mantuvieron los parámetros organolépticos idóneos en el borjón, adicional también se recomienda el recubrimiento de cera de Abeja + BAL en refrigeración ya que tuvo el menor % de pérdida de peso.

Capítulo VII

Bibliografía

- Agriopoulou, S., Stamatelopoulou, E., Sachadyn-Król, M., & Varzakas, T. (2020). Lactic Acid Bacteria as Antibacterial Agents to Extend the Shelf Life of Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables: Quality and Safety Aspects. *Microorganisms*, 8(6), 952. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060952>
- Alarcón Moreno, K. J., & Carpio Martillo, S. M. (2018). *Influencia de la adición de fibra en la cinética de la fermentación de la leche de cabra* (Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas). <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28368/1/BCIEQ-T-0244%20Alarc%C3%B3n%20Moreno%20Katherine%20Jessenia%3B%20Carpio%20Martillo%20Selena%20Mar%C3%ADa.pdf>
- Aldaz, R. (2009). Eefecto de la aplicación de recubrimientos alcaloidales del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*), en la vida útil del borjón (*Borojoa patinoi cuat.*). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1425/1/iniapsctA357e.pdf>
- Álvarez, A. X. (2002). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de palmito de pejibaye *Bactris gasipaes* HBK en el rancho Los Pinos en Santo Domingo de los Colorados, Ecuador. [Título profesional]. Universidad Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2298/1/AGN-2002-T002.pdf>
- Alvarez-Sieiro, P., Montalbán-López, M., Mu, D., & Kuipers, O. P. (2016). Bacteriocins of lactic acid bacteria: extending the family. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100(7), 2939–2951. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7343-9>
- Alvear, J. (2010). Plan de implementación de un sistema de trazabilidad para productos obtenidos a partir de palmito en una empresa agroindustrial y comercializados en

el mercado nacional [Título profesional]. Escuela Politécnica Nacional.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2101/1/CD-2881.pdf>

Anchundia, J., & Castro, M. (2018). *Aprovechamiento del borojó (Borojóa Patinoi) y propuesta de menú en la ciudad de Guayaquil* [Título profesional, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40143/1/Titulaci%C3%B3n%20E2%80%9CAprovechamiento%20del%20boroj%C3%B3%20%28Boroj%C3%B3a%20Patinoi%29%20y%20propuesta%20de%20men%C3%BA%20en%20la%20ciudad%20de%20Guayaquil%E2%80%9D%20por%20Maria%20Castro%20~1.pdf>

Arias, D., & Claro, J. (2006). Evaluación de cinco conservantes adicionados sobre diferentes tipos de almidones para ser empleados en procesos de restauración en el patrimonio documental [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio de la producción intelectual de la Pontificia Universidad Javeriana.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8274/tesis256.pdf?sequence=1>

Baque, A., & Romero, K (2021). Evaluación de las bacterias ácido lácticas con capacidad probiótica para la conservación de: banano (*M. paradisiaca L*) y papaya hawaiana (*Carica papaya L*) [Universidad de las Fuerzas armadas ESPE].
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/25892>

Barrera, N (2011). Determinación de sustancias antimicrobianas del borojó [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio de la producción intelectual de la Pontificia Universidad Javeriana.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8727/tesis669.pdf;sequence=1>

- Barrera, N. (2011). Determinación de sustancias antimicrobianas del borjón [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio de la producción intelectual de la Pontificia Universidad Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8727/tesis669.pdf;sequence=1>
- Boers, S. A., Jansen, R., & Hays, J. P. (2019). Understanding and overcoming the pitfalls and biases of next-generation sequencing (NGS) methods for use in the routine clinical microbiological diagnostic laboratory. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases* : official publication of the European Society of Clinical Microbiology, 38(6), 1059–1070. <https://doi.org/10.1007/s10096-019-03520-3>
- Cevallos Buitrón, J. A. (2019). Propuesta de un plan de negocios para el posicionamiento del Palmito ecuatoriano en la República Popular de China (Master's thesis, PUCE-Quito). [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio de la producción intelectual de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17905/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n%20Jorge%20Cevallos%20Junio%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CORPEI-CBI. (2003). Expansión de la oferta exportable del Ecuador. <https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/25685.pdf>
- Cotter, P. D., Hill, C., & Ross, R. P. (2005). Bacteriocins: developing innate immunity for food. *Nature reviews. Microbiology*, 3(10), 777–788. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1273>

- De la Fuente Salcido, N. M., & Corona, J. E. B. (2010). Inocuidad y bioconservación de alimentos. *Acta universitaria*, 20(1), 43-52.
- De Simone, N., Capozzi, V., de Chiara, M. L. V., Amodio, M. L., Brahim, S., Colelli, G., Drider, D., Spano, G., & Russo, P. (2021). Screening of Lactic Acid Bacteria for the Bio-Control of *Botrytis cinerea* and the Potential of *Lactiplantibacillus plantarum* for Eco-Friendly Preservation of Fresh-Cut Kiwifruit. *Microorganisms*, 9(4), 773. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9040773>
- Dhundale, V., Hemke, V., Desai, D., & Dhundale, P. (2018). Evaluation and Exploration of Lactic Acid Bacteria for Preservation and Extending the Shelf Life of Fruit. *International Journal of Fruit Science*, 18(4), 355–368. <https://doi.org/10.1080/15538362.2018.1435331>
- Díaz Ocampo, R., García Zapateiro, L., Franco Gómez, J. M., & Vallejo Torres, C. (2012). Caracterización bromatológica, fisicoquímica microbiológica y reológica de la pulpa de borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrecasas). *Ciencia y Tecnología (Quevedo)*, 5(1), 17-24.
- Dimidi, E., Cox, S. R., 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. <https://doi.org/10.3390/nu11081806>
- Erazo, C., Salazar, D., Vera, J., & Tuárez, D. (2020). Aplicación de bacterias ácido-lácticas provenientes del mucilago de cacao como agente de conservación de la papaya. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 24(107), 41–47. <https://doi.org/10.47460/uct.v24i107.412>
- Fessard, A., & Remize, F. (2019). Genetic and technological characterization of lactic acid

bacteria isolated from tropically grown fruits and vegetables. *International journal of food microbiology*, 301, 61–72. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.05.003>

Figuerola, J. A., Salcedo, J. G., & Narváez, G. J. (2013). Efecto de recubrimientos comestibles a base de almidón nativo y oxidado de yuca sobre la calidad de mango (tommy atkins). *Temas Agrarios*, 18(2), 94. <https://doi.org/10.21897/rta.v18i2.719>

Gallo Pérez, F. (1996). Manual de fisiología, patología post-cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. SENA-NRI, Colombia.

Giraffa G. (2004). Studying the dynamics of microbial populations during food fermentation. *FEMS microbiology reviews*, 28(2), 251–260. <https://doi.org/10.1016/j.femsre.2003.10.005>.

Guerra, N., Macias, C., Agrasar, A., & Castro, L. (2005). Development of a bioactive packaging cellophane using NisaplinR as biopreservative agent. *Letters in Applied Microbiology*, 40(2), 106–110. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765x.2004.01649.x>

Herrera, D. (2018). Ceras naturales: Vegetales y animales. <http://siwaxgroup.com/wp-content/uploads/2018/07/ceras-naturales.pdf>

Hincapié, G., Palacio, J., Páez, S., Restrepo, C., & Vélez, L. (2012). Elaboración de una bebida energizante a partir de borojó (Borojo apatinoi Cuatrec.). *Revista Lasallista de Investigación*, 9 (2), 33-43. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492012000200005&lng=en&tlng=es

INAEXPO. 2007. Perfil del producto palmito. En línea. Consultado el 26 de enero del 2022. Disponible en: <http://www.inaexpo.com/webinaexpo/index.jsp>

INEN 0381. (1985). Conservas Vegetales. Determinación de Acidez Titulable, Método Potenciométrico de Referencia.

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/381.pdf>

INEN 389. (1985). Conservas vegetales. Determinación de ion hidrogeno (pH).

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/389.pdf>

INEN 391. (1985). Conservas vegetales. Determinación de densidad relativa.

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/391.pdf>

Játiva, M. (1998). El palmito de chontaduro en la Amazonía ecuatoriana. Francisco de Orellana, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Napo Payamino, Programa de Agroforestería.

Khalid, K. (2011). An overview of lactic acid bacteria. International journal of Biosciences,

1(3), 1-13. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/40842750/IJB-V1-No-3-p1-13-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1643494545&Signature=MzvgY8r1ZdZmIV-trpt1CC3YhH3qo1OFHkdak5jmeUjjPu-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/40842750/IJB-V1-No-3-p1-13-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1643494545&Signature=MzvgY8r1ZdZmIV-trpt1CC3YhH3qo1OFHkdak5jmeUjjPu-KwqvITkIXMdBj0NVh8CIhGGZh4CrHKgUecQ~O1tCiAtSXm6x-WX4BtXyKucLmpCjdaq0atLGAQ9qmIMiAyknzjbe9ILHZ9NIIFBfWqKiWSbwZ1a4aYfpgj5lua5pBZKza~krjZ7zt54FsKUaJER6hesfwKNnrllvqdWz8owi~FE4A0E4cx-GocIE~cQqwIKUuTAIv7NUI9LRDBX6AJBxNcyGmiS64FMR7fZv6p3CKqOCcDZGVWKT1j9An8ODRkHKYyBM5~~pXm1XTCQXrwXViTQQzqiiulKevji1fcbQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[KwqvITkIXMdBj0NVh8CIhGGZh4CrHKgUecQ~O1tCiAtSXm6x-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/40842750/IJB-V1-No-3-p1-13-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1643494545&Signature=MzvgY8r1ZdZmIV-trpt1CC3YhH3qo1OFHkdak5jmeUjjPu-KwqvITkIXMdBj0NVh8CIhGGZh4CrHKgUecQ~O1tCiAtSXm6x-WX4BtXyKucLmpCjdaq0atLGAQ9qmIMiAyknzjbe9ILHZ9NIIFBfWqKiWSbwZ1a4aYfpgj5lua5pBZKza~krjZ7zt54FsKUaJER6hesfwKNnrllvqdWz8owi~FE4A0E4cx-GocIE~cQqwIKUuTAIv7NUI9LRDBX6AJBxNcyGmiS64FMR7fZv6p3CKqOCcDZGVWKT1j9An8ODRkHKYyBM5~~pXm1XTCQXrwXViTQQzqiiulKevji1fcbQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[WX4BtXyKucLmpCjdaq0atLGAQ9qmIMiAyknzjbe9ILHZ9NIIFBfWqKiWSbwZ1a4a](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/40842750/IJB-V1-No-3-p1-13-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1643494545&Signature=MzvgY8r1ZdZmIV-trpt1CC3YhH3qo1OFHkdak5jmeUjjPu-KwqvITkIXMdBj0NVh8CIhGGZh4CrHKgUecQ~O1tCiAtSXm6x-WX4BtXyKucLmpCjdaq0atLGAQ9qmIMiAyknzjbe9ILHZ9NIIFBfWqKiWSbwZ1a4aYfpgj5lua5pBZKza~krjZ7zt54FsKUaJER6hesfwKNnrllvqdWz8owi~FE4A0E4cx-GocIE~cQqwIKUuTAIv7NUI9LRDBX6AJBxNcyGmiS64FMR7fZv6p3CKqOCcDZGVWKT1j9An8ODRkHKYyBM5~~pXm1XTCQXrwXViTQQzqiiulKevji1fcbQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[Yfpgj5lua5pBZKza~krjZ7zt54FsKUaJER6hesfwKNnrllvqdWz8owi~FE4A0E4cx-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/40842750/IJB-V1-No-3-p1-13-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1643494545&Signature=MzvgY8r1ZdZmIV-trpt1CC3YhH3qo1OFHkdak5jmeUjjPu-KwqvITkIXMdBj0NVh8CIhGGZh4CrHKgUecQ~O1tCiAtSXm6x-WX4BtXyKucLmpCjdaq0atLGAQ9qmIMiAyknzjbe9ILHZ9NIIFBfWqKiWSbwZ1a4aYfpgj5lua5pBZKza~krjZ7zt54FsKUaJER6hesfwKNnrllvqdWz8owi~FE4A0E4cx-GocIE~cQqwIKUuTAIv7NUI9LRDBX6AJBxNcyGmiS64FMR7fZv6p3CKqOCcDZGVWKT1j9An8ODRkHKYyBM5~~pXm1XTCQXrwXViTQQzqiiulKevji1fcbQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[GocIE~cQqwIKUuTAIv7NUI9LRDBX6AJBxNcyGmiS64FMR7fZv6p3CKqOCcDZ](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/40842750/IJB-V1-No-3-p1-13-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1643494545&Signature=MzvgY8r1ZdZmIV-trpt1CC3YhH3qo1OFHkdak5jmeUjjPu-KwqvITkIXMdBj0NVh8CIhGGZh4CrHKgUecQ~O1tCiAtSXm6x-WX4BtXyKucLmpCjdaq0atLGAQ9qmIMiAyknzjbe9ILHZ9NIIFBfWqKiWSbwZ1a4aYfpgj5lua5pBZKza~krjZ7zt54FsKUaJER6hesfwKNnrllvqdWz8owi~FE4A0E4cx-GocIE~cQqwIKUuTAIv7NUI9LRDBX6AJBxNcyGmiS64FMR7fZv6p3CKqOCcDZGVWKT1j9An8ODRkHKYyBM5~~pXm1XTCQXrwXViTQQzqiiulKevji1fcbQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[GVWKT1j9An8ODRkHKYyBM5~~pXm1XTCQXrwXViTQQzqiiulKevji1fcbQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/40842750/IJB-V1-No-3-p1-13-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1643494545&Signature=MzvgY8r1ZdZmIV-trpt1CC3YhH3qo1OFHkdak5jmeUjjPu-KwqvITkIXMdBj0NVh8CIhGGZh4CrHKgUecQ~O1tCiAtSXm6x-WX4BtXyKucLmpCjdaq0atLGAQ9qmIMiAyknzjbe9ILHZ9NIIFBfWqKiWSbwZ1a4aYfpgj5lua5pBZKza~krjZ7zt54FsKUaJER6hesfwKNnrllvqdWz8owi~FE4A0E4cx-GocIE~cQqwIKUuTAIv7NUI9LRDBX6AJBxNcyGmiS64FMR7fZv6p3CKqOCcDZGVWKT1j9An8ODRkHKYyBM5~~pXm1XTCQXrwXViTQQzqiiulKevji1fcbQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Leon, D. (2015). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de economía popular y solidaria dedicada a la producción y comercialización de jugo de borjón en la provincia de Orellana [Título profesional, Universidad internacional del

Ecuador]. Repositorio digital UIDE.

<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/414/1/T-UIDE-0393.pdf>

Leyva Salas, M., Mounier, J., Valence, F., Coton, M., Thierry, A., & Coton, E. (2017). Antifungal Microbial Agents for Food Biopreservation-A Review. *Microorganisms*, 5(3), 37. <https://doi.org/10.3390/microorganisms5030037>

Liu, S. N., Han, Y., & Zhou, Z. J. (2011). Lactic acid bacteria in traditional fermented Chinese foods. *Food Research International*, 44(3), 643-651.

López, G., & G Pelayo, C. (1996). Manual de prácticas de manejo postcosecha de los productos hortofrutícolas a pequeña escala (No. C014. 047). Departamento de Pomología de la Universidad de California.

Lynch, J., O'Kiely, P., Waters, S., & Doyle, E. (2012). Conservation characteristics of corn ears and stover ensiled with the addition of *Lactobacillus plantarum* MTD-1, *Lactobacillus plantarum* 30114, or *Lactobacillus buchneri* 11A44. *Journal of Dairy Science*, 95(4), 2070–2080. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5013>

Martínez, R. M. G. (2013). Contaminación de los alimentos durante los procesos de origen y almacenamiento. *Aldaba: revista del Centro Asociado a la UNED de Melilla*, (36), 51-64.

Mena Chimba, N. D. L. D. (2009). Determinación de índices de madurez para la cosecha y conservación al ambiente, del arazá (*Eugenia stipitata*) y Borojó (*Borojoa patinoi*) (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2009).

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2016). Boletín Comercio Exterior.

http://sipa.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/tematicos_nacionales/c_exterior/2

016/boletin_comercio_exterior_julio2016.pdf

- Miranda, A. D., Alvis, A., & Arrázola, G. S. (2014). Efectos de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (carica papaya) variedad tainung. *Temas agrarios*, 19(1), 7-18. doi: <https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4994550.pdf>
- Mokoena M. P. (2017). Lactic Acid Bacteria and Their Bacteriocins: Classification, Biosynthesis and Applications against Uropathogens: A Mini-Review. *Molecules* (Basel, Switzerland), 22(8), 1255. <https://doi.org/10.3390/molecules22081255>
- Morocho, M., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&tlng=es.
- Navarro, M. (2007). Efecto de la composición de recubrimientos comestibles a base de hidroxipropilmetilcelulosa y cera de abeja en la calidad de ciruelas, naranjas y mandarinas [Tesis doctoral]. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/1923/tesisUPV2699.pdf>
- Nogales, D. (2018). Estudio del manejo postcosecha de borojó *borojoa patinoi* (cuatrec). Delprete & c.h. perss mediante la aplicación de tres métodos de conservación en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas [Título profesional, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14239/1/T-ESPESD-002021.pdf>
- Pérez, A. G., & Chávez, K. C. (2015). Elaboración de frutas en almíbar. <http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/separata%20fruta%20en%20almibar.pdf>

- Pilar Pinzón, I. M., Fischer, G., & Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). *Agronomía Colombiana*, 25(1), 83-95.
- Pinto, L. K. D. A., Martins, M. L. L., Resende, E. D. D., Almeida, R. F. D., Vitorazi, L., & Pereira, S. M. D. F. (2006). Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(4), 744–748. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612006000400005>
- Quinto, E. J., Jiménez, P., Caro, I., Tejero, J., Mateo, J., & Girbés, T. (2014). Probiotic lactic acid bacteria: a review. *Food and Nutrition Sciences*, 5(18), 1765.
- Ramírez, J., Ulloa, P., Velázquez, M., Ulloa, J., & Arce, F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Centro de Tecnología de Alimentos. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-07/1.pdf>
- Ramos, M., Romero, C., & Bautista, S. (2018). Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19 (1). <https://www.redalyc.org/journal/813/81355612003/html/>
- Reiner, K. (2010). Catalase test protocol. American society for microbiology, 1-6. <https://asm.org/getattachment/72a871fc-ba92-4128-a194-6f1bab5c3ab7/Catalase-Test-Protocol.pdf>
- Rodríguez, D. A. R., Gutiérrez, M. D. P. P., Lasprilla, D. M., Fischer, G., & Vanegas, J. A. G. (2005). Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 58(2), 2837-

2857.

Rodríguez, P. A., & Arenas, R. (2018). Hans Christian Gram y su tinción. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, 16(2), 166-167.

Rosero, A. (2008). Pretratamiento y fermentación de la fibra del palmito *Bactris gasipaes* para la producción de etanol lignocelulósico [Título profesional]. Universidad Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5412/1/AGI-2008-T036.pdf>

Russo, P., De Chiara, M. L. V., Vernile, A., Amodio, M. L., Arena, M. P., Capozzi, V., Massa, S., & Spano, G. (2014). Fresh-cut pineapple as a new carrier of probiotic lactic acid bacteria. *BioMed Research International*, 2014, 9. <https://doi.org/10.1155/2014/309183>

Salgado Torres, J. C. (2015). Caracterización de las propiedades físicas-químicas del borojó (*Borojoa patinoi* Cuatr), en dos estados de madurez (pintón y maduro) y su aplicación en la elaboración de caramelos (Bachelor's thesis).

Seddik, H. A., Bendali, F., Gancel, F., Fliss, I., Spano, G., & Drider, D. (2017). *Lactobacillus plantarum* and Its Probiotic and Food Potentialities. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 9(2), 111–122. <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9264-z>

Sotelo, I., Casas, N., & Camelo, G. (2010). Borojó (*Borojoa patinoi*): fuente de polifenoles con actividad antimicrobiana. *Vitae*, 17(3), 329-336.

Suárez Ibijés, M. O. (2011). Coeficiente de correlación de Karl Pearson. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/766>

TCA, 2000. Borojo. SIAMAZONIA. Recuperado 6 de febrero de 2022, de

<http://www.siamazonia.org.pe/archivos/publicaciones/amazonia/libros/44/texto00.htm#11>

Universidad Andina Simón Bolívar-Observatorio PyME. (2021). PALMITO: Acceso a mercados internacionales a través de programas de certificación internacional. En *Estudios sectoriales* (pp. 195–197). <https://www.uasb.edu.ec/observatorio-pyme/wp-content/uploads/sites/6/2021/04/PALMITO-1.pdf>

Yu, A. O., Goldman, E. A., Brooks, J. T., Golomb, B. L., Yim, I. S., Gotcheva, V., Angelov, A., Kim, E. B., & Marco, M. L. (2021). Strain diversity of plant-associated *Lactiplantibacillus plantarum*. *Microbial Biotechnology*, *14*(5), 1990–2008. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13871>

Zalduegui, P. C. (1975). *Bioquímica de las fermentaciones*. Universidad Politécnica, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. <https://oa.upm.es/55235/1/FERMENTACIONES.pdf>

Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C., Harris, H., Mattarelli, P., O'Toole, P. W., Pot, B., Vandamme, P., Walter, J., Watanabe, K., Wuyts, S., Felis, G. E., Gänzle, M. G., & Lebeer, S. (2020). A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, *70*(4), 2782–2858. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004107>