



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**INFLUENCIA DE LOS PORCENTAJES DE AGENTE ENDURECEDOR Y
TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN EN LA CALIDAD DE PITAHAYA
(*Hylocereus undatus*) EN ALMÍBAR**

AUTORAS:

**ANGELA YOMIRA ORMAZA CEVALLOS
DEXCY ROSSANA ZAMBRANO FERNÁNDEZ**

TUTOR:

ING. DENNYS LENIN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mgtr.

CALCETA, OCTUBRE DE 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Angela Yomira Ormaza Cevallos con cédula de ciudadanía 172980640-4 y **Dexcy Rossana Zambrano Fernández** con cedula de ciudadanía 172683034-0, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **INFLUENCIA DE LOS PORCENTAJES DE AGENTE ENDURECEDOR Y TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN EN LA CALIDAD DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*) EN ALMÍBAR** es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



Angela Yomira Ormaza Cevallos

C.C: 172980640-4

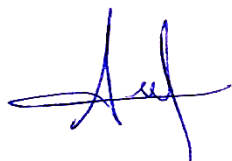


Dexcy Rossana Zambrano Fernández

C.C: 172683034-0

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Angela Yomira Ormaza Cevallos con cédula de ciudadanía **172980640-4** y **Dexcy Rossana Zambrano Fernández** con cedula de ciudadanía **172683034-0**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **INFLUENCIA DE LOS PORCENTAJES DE AGENTE ENDURECEDOR Y TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN EN LA CALIDAD DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*) EN ALMÍBAR** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.



Angela Yomira Ormaza Cevallos

C.C: 172980640-4



Dexcy Rossana Zambrano Fernández

C.C: 172683034-0

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. DENNYS LENIN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mgtr, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **INFLUENCIA DE LOS PORCENTAJES DE AGENTE ENDURECEDOR Y TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN EN LA CALIDAD DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*) EN ALMÍBAR**, que ha sido desarrollado por **ANGELA YOMIRA ORMAZA CEVALLOS** y **DEXCY ROSSANA ZAMBRANO FERNÁNDEZ** previo a la obtención del título de **INGENIERA AGROINDUSTRIAL** de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. DENNYS LENIN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mgtr.

CC: 131034276-9

TUTOR.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **INFLUENCIA DE LOS PORCENTAJES DE AGENTE ENDURECEDOR Y TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN EN LA CALIDAD DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*) EN ALMÍBAR**, que ha sido desarrollado por **ANGELA YOMIRA ORMAZA CEVALLOS** y **DEXCY ROSSANA ZAMBRANO FERNÁNDEZ** previo a la obtención del título de **INGENIERA AGROINDUSTRIAL**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Pablo Israel Gavilanes López, Mgtr.
Cc: 180324724-4
Presidente Del Tribunal

Ing. Diana Carolina Cedeño Alcívar,
Mgtr.
Cc: 131367808-6
Miembro del Tribunal

Ing. Eddy Gregorio Mendoza Loor,
Mgtr.
Cc: 131455506-9
Miembro del Tribunal

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mis padres, hermanos y abuelos, gracias por su constante apoyo y por estar siempre pendientes de mí. A mi familia, y a mi querida amiga, la Ing. Cynthia Zambrano, por sus palabras de aliento y su compañía en cada paso que doy. Este nuevo logro es, en gran medida, gracias a ustedes. También agradezco a las personas especiales que tanto aprecio, quienes fueron mis mayores impulsores durante este proceso. Y, sobre todo, gracias a Dios, mi principal fuente de fortaleza y motivación para seguir adelante sin rendirme.

A todo momento especial, que perduró en el tiempo, no solo en la mente de las personas que agradecí; sino también a quienes invirtieron su tiempo para observar mi proyecto de tesis. A mi tutor Ing. Lenin Zambrano por impartir sus conocimientos, por la paciencia y así mismo al miembro del tribunal les agradezco con todo mi ser.

ANGELA YOMIRA ORMAZA CEVALLOS

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me permitió crecer como persona gracias a una educación superior de excelencia, en la que he fortalecido mis habilidades profesionales de forma continua, cada día.

A Dios por darme salud, vida y permitirme llegar a este momento tan significativo en mi formación profesional.

A mis padres Víctor Zambrano y Angela Fernández y a mi hermano Jair Zambrano por demostrarme su cariño y su apoyo incondicional que a pesar de la distancia nunca estuvieron ausentes en mis años de estudios universitarios, quienes son pilares fundamentales y me han formado en la mujer con valores que soy hoy en día.

A mi esposo Oscar Vergara e hija Gema Vergara por haberme abrazado fuerte y haberme cuidado cuando quise desvanecer, quien con su ayuda y paciencia han sido fundamento especial. A mis amigas universitarias Selene Ormaza, Angela Mendoza y Andrea Moreira, que han llegado a formar una parte muy importante en mi vida, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus alegrías y tristezas, me siento agradecida de haber tenido la oportunidad de entrar en sus vidas.

A el Ing. Dennys Lenin Zambrano por su dedicación, paciencia y apoyo que brindó durante todo el desarrollo de la tesis, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido llegar a esta instancia tan anhelada, para finalizar a mis docentes quienes son un ejemplo a seguir los cuales han estado predispuesto a enseñar a compartir sus conocimientos y experiencias.

DEXCY ROSSANA ZAMBRANO FERNÁNDEZ

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy, y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, hermanos, a mi mamá Shirley y a mi papá Arturo, gracias por estar siempre presentes, por creer en mí a cada paso, por su apoyo incondicional y por los momentos valiosos que hemos compartido. Su constante voluntad para escucharme y brindarme ayuda en cualquier circunstancia es algo que siempre llevaré en mi corazón.

ANGELA YOMIRA ORMAZA CEVALLOS

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fortaleza y compañía diaria en momentos tan difíciles, porque me ha permitido lograr uno de tantos anhelos deseados.

A mi esposo, Oscar Vergara, por su sacrificio y esfuerzo, por apoyarme incondicionalmente y creer en mis capacidades. A pesar de los momentos difíciles, siempre ha estado a mi lado, brindándome su comprensión, cariño y amor. A mi amada hija, Gema Vergara Z., por ser mi fuente constante de motivación e inspiración, impulsándome a superarme cada día para luchar por un futuro mejor para nuestra familia.

A mis padres Víctor Zambrano y Angela Fernández y a mi hermano Jair Zambrano quienes con sus palabras de aliento no me dejaron decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

DEXCY ROSSANA ZAMBRANO FERNÁNDEZ

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
CONTENIDO DE TABLAS	xiii
CONTENIDO DE FIGURA	xiii
CONTENIDO DE FÓRMULAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. PITAHAYA	6
2.1.1. TAXONOMÍA	7
2.1.2. PITAHAYA ROJA	8
2.1.3. COMPOSICIÓN.....	8
2.1.4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.....	9
2.1.5. COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA.....	9
2.1.6. GENERALIDADES	9
2.1.7. ESTADO DE MADUREZ	10
2.2. CONSERVAS	10
2.2.1. ALMÍBAR	10

2.3. MÉTODOS DE CONSERVACIÓN	11
2.3.1. ESTERILIZACIÓN	11
2.4. ADITIVOS ALIMENTARIOS.....	12
2.4.1. AGENTES ENDURECEDORES	12
2.4.2. CLORURO DE CALCIO.....	12
2.5. PROPIEDADES DE TEXTURA Y COLOR DE LAS CONSERVAS DE FRUTAS.....	13
2.6. ANÁLISIS DE TEXTURA	14
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	15
3.1. UBICACIÓN	15
3.2. DURACIÓN	15
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	15
3.3.1. MÉTODO EXPERIMENTAL	15
3.3.2. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO	16
3.4. TÉCNICAS.....	16
3.4.1. pH.....	16
3.4.2. ACIDEZ.....	16
3.4.3. DETERMINACIÓN DE PERFIL DE TEXTURA.....	17
3.4.4. COLOR	17
3.4.5. ANÁLISIS SENSORIAL	17
3.5. FACTORES EN ESTUDIO.....	17
3.5.1. FACTORES	17
3.5.2. NIVELES.....	18
3.5.3. TRATAMIENTOS.....	18
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	18
3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	19
3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO	20
3.8.1. Fase 1. Evaluación la influencia de los porcentajes de agente endurecedor y tiempo de esterilización en las características fisicoquímicas (pH, acidez, textura) en la conserva de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>).....	20
3.8.2. Fase 2. Determinación el efecto de los tratamientos sobre el color mediante el método de colorímetro de la pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) en almíbar.....	23
3.8.3. Fase 3. Evaluación la preferencia sensorial de la pitahaya utilizando catadores no entrenados.	23

3.9. VARIABLES A MEDIR	24
3.9.1. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS	24
3.9.2. ANÁLISIS SENSORIAL	24
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. INFLUENCIA DE LOS PORCENTAJES DE AGENTE ENDURECEDOR Y TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LA CONSERVA DE PITAHAYA	26
4.1.2. pH.....	26
4.1.3. ACIDEZ TITULABLE	29
4.1.4. VARIABLES DE PERFIL DE TEXTURA.....	32
4.2. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL COLOR (CIE L*a*b*) DE LA PITAHAYA EN ALMÍBAR.....	37
4.2.1. LUMINOSIDAD.....	37
4.2.2. ÍNDICE CROMÁTICO a*	38
4.2.3. ÍNDICE CROMÁTICO b*	39
4.3. PREFERENCIA SENSORIAL DE LA PITAHAYA EN ALMÍBAR	43
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
5.1. CONCLUSIONES	45
5.2. RECOMENDACIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS	55

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Composición Nutricional.....	9
Tabla 2. Características fisicoquímicas de la Pitahaya	9
Tabla 3. Técnicas.....	16
Tabla 4. Descripción de los tratamientos	18
Tabla 5. Esquema de ADEVA.....	19
Tabla 6. Esquema de ADEVA para los factores.....	19
Tabla 7. Supuesto del ANOVA para las variables pH y acidez titulable	26
Tabla 8. Supuesto de normalidad para las variables de perfil de textura.	26
Tabla 9. Supuesto de normalidad para los indicadores de color (CIE L*a*b).....	26
Tabla 10. Supuesto de homogeneidad para los indicadores de color (CIE L*a*b) ...	26
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable pH.	26
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% de error para los niveles del factor B.....	26
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% de error para los valores promedios de pH de la conserva de pitahaya.	28
Tabla 14. Análisis de varianza para la variable acidez titulable.	29
Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% de error para los niveles del factor B.....	31
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% de error para los tratamientos en función de la acidez titulable.	32
Tabla 17. Prueba de U de Man - Whitney para las variables de perfil de textura en contraste con el factor A.....	33
Tabla 18. Prueba de Kruskal Wallis para las variables de perfil de textura en contraste con el factor B	33
Tabla 19. Prueba de subconjuntos homogéneos de Kruskal Wallis para los niveles del factor B en función del perfil de textura.	34
Tabla 20. Medias de perfil de textura de los tratamientos.	36
Tabla 21. Subconjuntos homogéneos de Kruskal Wallis para los tratamientos basados en Cohesividad.	36
Tabla 22. Análisis de varianza para el indicador L de color.	38
Tabla 23. Análisis de varianza para el indicador cromático a*.	38
Tabla 24. Análisis de varianza para el indicador cromático b*.	39
Tabla 25. Comparación por parejas del Tukey para los niveles del factor B en relación de la variable cromática b*.	40
Tabla 26. Prueba de Friedman en relación a las preferencias sensoriales de los tratamientos	43

Tabla 27. Prueba de subconjuntos homogéneos en relación de las preferencias sensoriales de los tratamientos.....	43
--	----

CONTENIDO DE FIGURA

Figura 1. Ubicación del campus politécnico ESPAM MFL.....	15
Figura 2. Diagrama de proceso de elaboración de una conserva de pitahaya.....	21
Figura 3. Gráfico de perfil para los niveles de los factores en estudio.	27
Figura 4. Contraste de los niveles del factor A para la variable acidez titulable.	30
Figura 5. Gráfico de perfil para los niveles de los factores en estudio.	31
Figura 6. Coordenadas del espacio de color CIE L*a*b	37
Figura 7. Medias de índice cromático *a en relación de los niveles del factor B.	39
Figura 8. Promedios cromáticos de b aportados por los niveles del factor A.	40
Figura 9. Perfil de interacción para la variable índice cromático b*	41
Figura 10. Medias cromáticas b* para los tratamientos.....	42

CONTENIDO DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Determinación de acidez titulable	26
---	----

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo establecer la influencia de los porcentajes de agente endurecedor y tiempo de esterilización en las propiedades fisicoquímicas y preferencia sensorial de pitahaya en almíbar. Se aplicó un arreglo bifactorial AXB, teniendo en cuenta seis tratamientos con tres réplicas obteniendo 18 unidades experimentales. Los resultados para la variable pH, acidez titulable fueron analizados mediante la prueba paramétrica (ANOVA) y color y textura mediante la prueba no paramétrica (Kruskal Wallis). El factor A (Porcentajes de cloruro de calcio) en su nivel a2 (0.3% de CaCl_2) influyó sobre la variable acidez titulable, otorgando el mejor promedio con un valor de 0.22%, mientras que el factor B (Tiempo de esterilización), en su nivel b3 (30 min) concedió las mejores medias de pH y acidez titulable a la conserva, con valores de 5.34 y 0.23% respectivamente, para el perfil de textura, los niveles b1 (20 min) y b2 (25 min) proporcionaron las mejores características texturales. El análisis sensorial (ordenamiento por preferencia) fue realizado por 75 catadores no entrenados, los resultados fueron analizados mediante la prueba de Friedman. Los catadores no entrenados evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos T4 y T1 se posicionaron en el primer subconjunto con los menores rangos promedios, evidenciado que las mejores combinaciones de niveles fueron: 0.3% CaCl_2 + 25 min esterilización y 0.1% CaCl_2 + 20 min esterilización, lo que pudo concederle mejores características de textura a la conserva, atributo que pudo ser crucial al momento de la prueba sensorial.

PALABRAS CLAVE

Pitahaya, agente endurecedor, almíbar, textura, esterilización.

ABSTRACT

The objective of this research was to establish the influence of hardening agent percentages and sterilization time on the physicochemical properties and sensory preference of pitahaya in syrup. A bifactorial AXB arrangement was applied, considering six treatments with three replicates, resulting in 18 experimental units. The results for pH and titratable acidity were analyzed using the parametric test (ANOVA), while color and texture were analyzed using the non-parametric test (Kruskal-Wallis). Factor A (Calcium chloride percentages) at its level a₂ (0.3% CaCl₂) influenced the titratable acidity variable, providing the best average with a value of 0.22%. Factor B (Sterilization time) at its level b₃ (30 min) yielded the best pH and titratable acidity means for the preserve, with values of 5.34 and 0.23%, respectively. For the texture profile, levels b₁ (20 min) and b₂ (25 min) provided the best textural characteristics. Sensory analysis (preference ranking) was conducted by 75 untrained panelists, and the results were analyzed using the Friedman test. The untrained panelists showed significant differences between treatments. Treatments T₄ and T₁ ranked in the first subset with the lowest average ranks, indicating that the best combinations of levels were 0.3% CaCl₂ + 25 minutes of sterilization and 0.1% CaCl₂ + 20 minutes of sterilization, which likely provided the best textural characteristics to the preserve, an attribute that could have been crucial during the sensory test.

KEY WORDS

Pitahaya, firming agent, syrup, texture, sterilization.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En Ecuador existen 7216.73 hectáreas de producción de pitahaya y Agrocalidad tiene 1.891 productores registrados que están vinculados con la exportación de este rubro, siendo las provincias Morona Santiago, Pichincha, Manabí y Guayas las que presentan mayor producción. Es importante mencionar que, a nivel nacional en el año 2021 se exportó 60% más que en el 2020 con 17.895 toneladas (Mercurio, 2023).

Por otro lado, El Universo (2022) indica que el crecimiento descontrolado de los cultivos de pitahaya preocupa a los productores del cantón Montecristi y a la provincia de Manabí, asegurando que la falta de control y regulación en la provincia ha ocasionado que este cultivo se siembra de manera desmedida, sufriendo problemas de sobreproducción provocando pérdidas de la materia prima y caídas de precios.

Jácome et al. (2023) definen a la pitahaya como una fuente de vitamina C y B2, además de poseer un bajo contenido calórico y un alto contenido fibroso, lo que la hace ideal su uso en productos alimenticios funcionales (Ostaiza, 2021). Mesa (2020) alega que el principal destino de la producción de pitahaya es la exportación, sin embargo, debido a sus características organolépticas y nutricionales el fruto se considera idóneo como materia prima para la elaboración de snacks (láminas finas deshidratadas) y conservas.

Rengifo (2022) añade que uno de los principales inconvenientes dentro de la comercialización de frutas específicamente de la pitahaya es la corta vida útil del fruto que comprende de 10-12 días a 20°C, pasado de este tiempo se disminuye su calidad interna, principalmente por pérdida del sabor agrídulce característico; en el almacenamiento refrigerado de 4 y 8°C, después de 15 a 18 días, su cáscara comienza a presentar pequeños daños, como hendiduras de la piel y marchitamiento de las brácteas, lo cual disminuyen su calidad externa, sin embargo, su pulpa no presenta cambios significativos importantes en su aceptación sensorial (Vargas et al., 2010). Por otro lado, cuando es almacenado a temperaturas superiores a 20 °C presenta pérdida de azúcar, acidez y un ablandamiento rápido (Xavier, 2015 citado por Granoble y Acuría, 2022).

La esterilización por autoclave emplea temperaturas entre 110–120°C para la inactivación de patógenos, aunque este método también puede ocasionar algunos efectos desfavorables, como la pérdida de nutrientes, la formación de compuestos indeseables y degradación de las características organolépticas (Salazar et al., 2021). Pluma-Piedra (2016) menciona que, durante el tratamiento térmico, cuando las frutas se enlatan, generalmente pierden muy poco de sus nutrientes y la concentración de algunos de los sensibles al calor se reducirá. De manera similar Vertedor et al. (2020) mencionan que los tratamientos de esterilización pueden aportar en la intensidad de los atributos sensoriales positivos y en la aparición de posibles atributos negativos (p. ej., defecto de cocido).

Algunos informes de investigación han demostrado que el tratamiento con cloruro de calcio (CaCl_2) combinado con otros métodos, es un buen método de conservación de frutas y verduras (Mu et al., 2022). Si bien es cierto, el tratamiento de las frutas con calcio se ha empleado para posponer la senescencia y aumentar la firmeza de la pared celular, por lo que varios trabajos solo se han enfocado en evaluar su efecto en la mejora de la vida útil y se han limitado en estudiar su influencia en los parámetros fisicoquímicos y de calidad de las frutas (Jain et al. 2019). Por ello, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuál es la influencia de porcentajes de agente endurecedor y tiempo de esterilización en las propiedades fisicoquímicas y sensorial de pitahaya en almíbar?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación pretende evaluar la influencia de las diferentes dosis de agente endurecedor (cloruro de calcio) y tiempo de esterilización en las propiedades fisicoquímicas de pitahaya en almíbar. En los últimos años se ha desarrollado un auge por el consumo de productos de las frutas, siendo ampliamente utilizadas en la producción de conservas, debido a que en el mercado están adquiriendo una gran demanda (Zambrano et al., 2021). Por ello surge la necesidad de aprovechar los atributos que contiene la pitahaya para la elaboración de almíbar, siendo una alternativa que permitirá brindarle valor agregado y contribuir de manera positiva a los pequeños y medianos productores de la fruta, puesto que en épocas de cosecha se desperdician porque su valor económico es bajo para comercializar como fruta fresca (Campuzano, 2022). De igual manera, el estudio permitirá disminuir las pérdidas postcosecha, dado que al no ser comercializada se convierte en un desecho.

Las conservas de frutas se procesan en una pequeña cantidad de jarabe de azúcar y dependiendo de la técnica de procesamiento, el producto puede ser muy aromático (Tamime, 2007). Además, se destaca por su efectividad debido a que no afecta severamente las propiedades nutricionales, por lo que permite almacenar productos en periodos de tiempos prolongados (Mora, 2019). Durante el proceso térmico, el grado de acidez define el método de esterilización a emplear, es decir, en los alimentos poco ácidos ($\text{pH} > 4,5$) se esterilizan en autoclave en un tiempo de 15 a 30 minutos a 121°C o de 3 minutos a 134°C (Laboratorio De Investigación En Productos Agroindustriales [Lipa], 2020; García, 2019), para destruir las esporas de los microorganismos patógenos y alterantes y las formas más termorresistentes de los microorganismos (Silva y Gibbs 2004 citado por Llosa, 2017).

La sal de calcio es un aditivo endurecedor que ayuda a evitar que los alimentos se vuelvan blandos, especialmente los enlatados como frutas o verdura enlatada, debido a que contribuye a prolongar la vida útil de estos alimentos (FBC INDUSTRIES, 2020). También se utiliza como agente reafirmante para preservar la calidad de las frutas y verduras frescas (Thakur et al., 2019). El cloruro de calcio puede formar complejos con pectina de bajo metoxilo presente en el tejido del producto, lo que facilita la reafirmación de la textura (Ghaidaa y Hosahalli, 2020). Según la Administración de

Drogas y Alimentos de los Estados Unidos, la dosis de cloruro de calcio como agente reafirmante es de 0.1% o 0.3% (Choudhury, 2020).

En base a lo antes mencionado, el presente estudio permitirá generar un aporte técnico-científico al sector agroindustrial, sobre las condiciones operativas idóneas para la elaboración de conservas de pitahaya en almíbar y de esta manera ofrecer a los consumidores un producto innovador que logre cumplir con las especificaciones fisicoquímicas establecidas en la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2755). Esto también contribuirá en el desarrollo productivo del país al fomentar la producción y procesamiento de la pitahaya mediante el aprovechamiento de sus bondades, de los cuales permitirá otorgar beneficios económicos.

Al desarrollar este trabajo de investigación, se pretende presentar una alternativa con la finalidad que esta sea una propuesta para la elaboración de una conserva mínimamente procesada, además de una alternativa tecnológica que permita contribuir a reducir las pérdidas de pitahaya que se ha generado en el país por una sobreproducción.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Establecer la influencia de los porcentajes de agente endurecedor y tiempo de esterilización en las propiedades fisicoquímicas y preferencia sensorial de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en almíbar.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la influencia de los porcentajes de agente endurecedor y tiempo de esterilización en las características fisicoquímicas (pH, acidez, textura) en la conserva de pitahaya.
- Determinar el efecto de los tratamientos sobre el color mediante el método de colorímetro de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en almíbar.
- Evaluar la preferencia sensorial de la pitahaya utilizando catadores no entrenados.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos uno de los porcentajes del agente endurecedor y tiempo de esterilización incidirá significativamente sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en almíbar.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. PITAHAYA

El género *Hylocereus* es originario de América tropical, principalmente de América central y el Caribe. Entre las especies más cultivadas se encuentra (*Hylocereus undatus*), se cultiva principalmente en países tropicales y subtropicales, como Taiwán, el sur de China, Israel, Tailandia, Australia, Estados Unidos de América y Malasia, (IICA, 2018). La fruta se cultiva en gran medida en Vietnam, conocida localmente como “Thanh Long” o “el dragón verde”, una descripción asociada con el color verde de las frutas inmaduras y la aparición de dragón de las escalas o los soportes de los frutos (Verona et al., 2020).

Este fruto fue domesticado originalmente por las culturas precolombinas, quienes lo recolectaban silvestremente para su alimentación y medicina, pero aún era desconocido para muchos. Fue hasta mediados de la década de 1990 que ésta súper fruta tomó realce, (Verona et al., 2020). Sus principales atributos son, sabor dulce y aromático, aspecto interno, la pitahaya puede crecer en medios húmedos o secos creciendo sobre troncos, árboles y piedras las cuales les sirve para apoyarse. También reacciona ante la intensidad de la luz por lo que puede soportar largos periodos de sequía. Esta fruta se conserva entre 4 y 6°C y alto grado de humedad de alrededor de 83% en esta forma se puede almacenar hasta 4 semanas en óptimas condiciones. La maduración tiene lugar a una temperatura ambiente de 20°C (Medina y Mendoza, 2011).

De acuerdo a sus requerimientos edafoclimáticos, la pitahaya prefiere temperaturas de climas cálidos subhúmedos. No obstante, también se desarrolla adecuadamente en climas secos. La temperatura óptima para el desarrollo de la planta oscila en torno a 16-25°C, no tolerando las bajas temperaturas.

Esta fruta es una rica fuente de colorante natural debido a su alto contenido de betacianinas, que le otorgan un intenso color en la piel y pulpa, los mismos que pueden ir desde tonos rojos a púrpura. A la pitahaya se le atribuyen propiedades nutraceuticas, ya que, se ha evidenciado que además del propósito para colorear, también proporciona beneficios nutricionales adicionales a los consumidores (Tze et al., 2012).

Proporciona un sabor dulce y es abundante en nutrientes y compuestos bioactivos (Tran et al., 2015). En su composición nutricional se destaca el contenido de glucosa, betalainas, vitaminas, ácidos orgánicos, fibra soluble dietética, fitoalbúminas y minerales constituyentes. Ibrahim et al., (2018) se centraron en las actividades farmacológicas y beneficios nutricionales de la fruta pitahaya.

Es considerada fruto exótico debido a la apariencia de su cáscara y sabor característico agridulce de la pulpa. En la superficie de su cáscara se observan formaciones sobresalientes llamadas bractéolas que son como orejas o brácteas, de consistencias cerosa y carnosa que resaltan a la vista del consumidor (Ariffin et al., 2009).

Su pulpa es jugosa y carnosa, compuesta por pequeñas semillas brillantes que se distribuyen uniformemente en grandes cantidades en toda la fruta y tienen un diámetro de aproximadamente 3 mm, un color negro oscuro y una forma obovada (Verona et al., 2020).

2.1.1. TAXONOMÍA

Madrigal (2010), sustenta que la pitahaya (*Hylocereus undatus*) es una planta que pertenece a la familia de las cactácea, que se puede consumir como fruta fresca o procesada como pulpa, posee características que les permiten resistir condiciones de sequía, debido a que sus tejidos les permiten almacenar grandes cantidades de agua.

Castellanos, (2022) expresa que la pitahaya pertenece al grupo de las plantas con un cuerpo organizado en órganos, es decir, que son vasculares, presentan flores, por lo que producen frutos y semillas.

Nombre científico: *Hylocereus undatus*

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: *Caryophyllales*

Familia: *Cactácea*

Subfamilia: *Cactoideae*

Género: *Hylocereus*

Especie: *H. Undatus*

2.1.2. PITAHAYA ROJA

Conocida comúnmente como la “fruta del dragón”, esta, es originaria de Centroamérica y la selva peruana, cuyo fruto puede ser de diferentes colores como púrpura, blanco, rojo y amarillo. Además, presenta un alto valor nutricional, destacando el contenido de ácido ascórbico que se encuentra entre 4-25 mg/100g según su especie, teniendo el mayor valor la especie roja (Verona et al., 2020).

Por otro lado, Monsalve (2003) ratifica que es una fruta de forma ovoide, más redondeada y de mayor tamaño que la pitahaya amarilla, de unos 12 cm de largo y un diámetro de 75 a 80 mm. Su piel es lisa, de color rojo carmín muy atractivo. De su cáscara surgen unas escamas del mismo color, pero cambian a color verde en la punta. La pulpa es blanquecina, traslúcida de textura gelatinosa con múltiples y diminutas semillas de color negro brillante.

2.1.3. COMPOSICIÓN

Consta de pulpa y cáscara, su pulpa es consistente y espumosa, presenta coloración blanca rojiza (variedad roja), con pequeñas y suaves pepas comestibles, cubiertas de escamas rojas según la especie.

Representa entre el 60-80 % de su peso total, el cual varía en promedio de 200-570 g, según su especie. Sin embargo, es considerado que la Pitahaya sufre cambios físicos durante su maduración (Verona et al, 2020).

Es un fruto de bajo valor calórico, ya que cuenta con pequeñas cantidades de hidratos de carbono (9,20 g por cada 100 g de pulpa comestible). En su composición destaca el contenido de vitamina C, vitamina que interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes. Además, el sabor de este fruto depende de la madurez durante su cosecha, factor importante para que la concentración de azúcares sea mayor y de esta manera aumenta los sólidos solubles totales (SST) expresados en °Brix. Los SST que predominan en la Pitahaya son la glucosa y fructosa, azúcares que por su concentración identifican a cada una de las variedades de Pitahaya Verona et al, (2020).

2.1.4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

La pitahaya se ha catalogado como una fruta con un alto contenido de agua, carbohidratos, fósforo y calcio. A continuación, se presenta la composición nutricional de la pitahaya amarilla y roja (Monsalve, 2003).

Tabla 1. Composición Nutricional

FACTOR NUTRICIONAL	PITAHAYA ROJA
Ácido ascórbico	25.0 mg
Agua	89.4 g
Calcio	6.0 mg
Calorías	36.0 cal
Carbohidratos	9.2 g
Cenizas	0.5 g
Fibra	0.3 g
Fósforo	19.0 mg
Grasa	0.1 g
Hierro	0.4 mg
Niacina	0.2 mg
Proteínas	0.4 g
Riboflavina	0.04 mg
Tiamina	0.0 mg

Fuente. Monsalve (2003)

2.1.5. COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA

Tabla 2. Características fisicoquímicas de la Pitahaya

COMPONENTES	CONTENIDO
Densidad, g/cm ³	1.014
pH	6.4
Temperatura, °C	22
Peso, g	110.150
°Brix	16-19
Azúcares Reductores, mg glu. /100 pulpa	22.93
Azúcares totales, % glucosa	0.03
Índice de Madurez (en 90 días)	124.23
Acidez Titulable, % Ac. Cítrico	0.173
Color	Amarillo
Olor	Característico

Fuente. Monsalve (2003)

2.1.6. GENERALIDADES

Es una fruta conocida como la “fruta del dragón”, de temporada que no tiene un contenido de nutrientes significativo, su apariencia es atractiva, principalmente la de color rojo, y se consume como fruta fresca, añadiéndole azúcar o mezclada con otras frutas en ensalada dulce (Monsalve, 2003).

2.1.7. ESTADO DE MADUREZ

Se requiere de fruta que se encuentre en un estado de madurez intermedia (“pintón”), es decir, que no haya llegado a su madurez completa ya que debe soportar todas las operaciones de manipuleo y tratamiento térmico. La textura debe ser firme y poseer un buen color y aroma. Estos requerimientos influyen directamente en la presentación final del producto (Guevara y Cancino, 2015).

2.2. CONSERVAS

Son productos envasados herméticamente, que han sido sometidos a procesos de esterilización industrial para lograr una conservación a temperatura ambiente por un período prolongado (Universidad Nacional de la Plata [UNLP], 2020.).

Prado (2020) expresa que los productos sólidos se envasan con un líquido de cobertura a base de agua desmineralizada. En el caso de las frutas, pueden ser agua o jarabe. El líquido de cobertura se debe adicionar a una temperatura de 90°C como mínimo. Si el producto mismo ya tiene una temperatura superior a los 82°C, no es necesario efectuar la pre -esterilización.

2.2.1. ALMÍBAR

Es el producto elaborado a partir de frutas sanas y generalmente en un estado de madurez intermedio entre la madurez de consumo y la fisiológica de tal modo que se encuentren relativamente firmes para soportar el manipuleo durante el procesamiento (cortado, pelado, blanqueado, tratamiento térmico) (Guevara y Cancino, 2015).

Los autores antes mencionados expresan que el almíbar también se conoce como solución de cubierta, jarabe, líquido de gobierno, entre otros. Se prepara con agua potable, azúcar blanca industrial, ácido cítrico, espesante y de acuerdo a la tecnología un conservador químico (tecnología artesanal). La cantidad de azúcar está en función a la fruta y al mercado consumidor. Por lo general, se preparan almíbares entre 25 y 40 °Brix, lo cierto es que en los últimos años existe una tendencia a consumir fruta en almíbar con menos azúcar el equilibrio generalmente está entre 16 a 20 °Brix.

2.3. MÉTODOS DE CONSERVACIÓN

Uno de los principales objetivos de la conservación de alimentos es preservar sus características organolépticas y propiedades nutricionales, a las cuales se le da procedimientos y recursos utilizados para preparar y envasar productos alimenticios (Piante Y López, 2019).

Terra Food Tech (2023) indica que existen multitud de métodos de conservación de alimentos, los cuales están clasificados por: bajas temperaturas (refrigeración, congelación y ultracongelación), altas temperaturas (escaldado o ebullición, esterilización y pasteurización), modificando su cantidad de agua (deshidratación, desecado y liofilización y concentración) y conservación mediante aditivos (antioxidantes y conservantes), estos sirven para ralentizar su deterioro, que no provoquen intoxicaciones y poder alargar su vida útil.

2.3.1. ESTERILIZACIÓN

Es un proceso en el que los alimentos envasados herméticamente se exponen a altas temperaturas durante un período de tiempo determinado, con el fin de destruir por completo posibles microorganismos patógenos o no patógenos y sus esporas. Se puede esterilizar todo tipo de carnes, pescados, verduras y frutas. Entre otras cosas, las mermeladas, almíbares, encurtidos, cremas, sopas, salsas y guisos (Terra Food Tech, 2023).

Por otro lado, Cruz (2023) menciona que, el proceso de esterilización implica destruir el 90% de los microorganismos contenidos en los alimentos exponiéndolos a una temperatura de unos 115°C y permitiendo así su conservación durante un largo período de tiempo. Además, se puede trabajar con material empaquetado o no empaquetado de forma continua o por lotes.

2.3.2. TEMPERATURA DE ESTERILIZACIÓN

Una de las condiciones de esterilización más cruciales en una conserva es el tratamiento térmico, y a su vez la temperatura y el tiempo donde el producto o el alimento es expuesto a alta temperatura por un tiempo definido, generalmente de corta duración debido a su intensidad. Por ejemplo, a 115°C durante 20 minutos. Con este tratamiento se garantiza la destrucción de las esporas de *Clostridium botulinum*,

una bacteria altamente resistente al calor. Cabe mencionar que el equipo de esterilización es conocido comercialmente como autoclave (Arias, 2016).

2.4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

Son aquellas sustancias agregadas intencionalmente a los alimentos en su proceso de fabricación, preparación, transformación, envase, transportamiento o almacenamiento (Velásquez et al., 2019). con la finalidad de proporcionar estabilidad fisicoquímica al alimento, mejorar las características sensoriales y en muchos casos alargar la vida de anaquel del alimento (López et al., 2021). Con base en su clase funcional, los aditivos alimentarios pueden presentar las siguientes funciones: agentes acidificantes, acondicionadores, antiaglutinantes, antiespumantes, antioxidantes, clarificantes, conservadores, emulsificantes, endurecedores, espumantes, gasificantes, gelificantes, etc (Velásquez et al., 2019).

2.4.1. AGENTES ENDURECEDORES

Aditivos alimentarios que vuelven o mantienen los tejidos de frutas u hortalizas firmes o crocantes o actúan junto con agentes gelificantes para producir o mantener un gel (ELIKA, 2017). Los endurecedores son aditivos alimentarios que se agregan para precipitar la pectina residual, lo que fortalece la estructura de los alimentos y evita que se desmorone durante el procesamiento (Choudhury, 2020). Existen varios aditivos alimentarios que se pueden emplear en frutas y hortalizas enlatadas o embotelladas y que también podrían actuar como agentes reafirmantes (E330 ácido cítrico, E300 ácido ascórbico y E509 cloruro de calcio) (Codex Alimentarius, 2016).

2.4.2. CLORURO DE CALCIO

El cloruro de calcio ha sido ampliamente utilizado como conservante y reafirmante en la industria de frutas y hortalizas para productos enteros y recién cortados (Martín et al., 2007 citado por Copa, 2017); al tratar las frutas u hortalizas con cloruro de calcio se logra incrementar la firmeza en la pulpa sin afectar el contenido de azúcares (García y Praderas, 2010 citado por Ortega, 2018). El calcio desempeña un papel muy importante en la estabilización de la membrana celular manteniendo la permeabilidad selectiva y la integridad, las sales de calcio actúan como agentes reafirmantes, debido a que los iones de calcio actúan sobre las cadenas de pectina,

para formar puentes entre éstas, aumentando la fuerza de la pared celular de las frutas y hortalizas (Contreras et al., 2011 citado por Herrera, 2019).

El cloruro de calcio (0.1% o 0.3%) generalmente se reconoce como seguro (GRAS) según la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos para usar como agente reafirmante. Debido al tratamiento con cloruro de calcio, la vida útil de los productos alimenticios aumenta de aproximadamente 3 días a 14 días (Choudhury, 2020).

2.5. PROPIEDADES DE TEXTURA Y COLOR DE LAS CONSERVAS DE FRUTAS

La textura de la materia prima es indispensable para obtener fruta en almíbar de calidad. Esta debe ser firme, de preferencia con células corchosas, de tal modo que penetre el edulcorante y otros componentes con facilidad. Además, debe poseer un buen color y aroma. Estos requerimientos influyen directamente en la presentación final del producto (Guevara y Cancino, 2015).

La textura es una propiedad sensorial que constituye uno de los principales factores de calidad de un alimento, se encuentra estrechamente relacionada con la estructura y las propiedades mecánicas del alimento. La comprensión de las relaciones existentes entre las propiedades mecánicas y la estructura permitirían predecir los cambios en las propiedades de los alimentos cuando se produce algún cambio en su estructura. Los instrumentos para medir las propiedades mecánicas en alimentos son los que miden fuerza, en general son equipos de gran multiplicidad que permiten gran variedad de ensayos (punción, compresión-extrusión, corte, compresión, tracción, torsión, flexión y deformación) (Betoret y col, 2015 citado por Lovera, 2016). Por otra parte, el color es la primera sensación que notamos de la comida. Es la inmediatez de la visión lo que le da a su apariencia la mayor importancia y, quizás por esta razón, se considera el primer tributo que determina la aceptabilidad y las preferencias del consumidor (Moreno y Arribas, 2009 citado por Valles, 2021).

Este es un atributo de apariencia de los productos; su observación permite detectar ciertas anomalías y defectos, diversas industrias miden el color de sus productos, donde se basan en realizar clasificaciones de productos mediante el parámetro de color (Barreiro Y Vera, 2017).

2.6. ANÁLISIS DE TEXTURA

El análisis del perfil de textura (TPA) es una prueba de compresión múltiple popular para determinar las características de textura de los alimentos. A veces se utiliza en otras industrias, como la farmacéutica, la de geles y la de cuidado personal. Es importante mencionar que existen diversos parámetros de TPA que pueden observarse a través de un texturómetro (dureza, fracturabilidad, elasticidad, cohesividad, adhesividad, gomosidad y masticabilidad) (Nogales, 2018).

Igor y Andrade (2010) expresan que el análisis estructural de medición de textura es definido por la ISO 5492 como el conjunto de propiedades reológicas y estructurales de un producto que pueden ser percibidas por mecanorreceptores, receptores táctiles y, en ciertos casos, por receptores visuales y auditivos. De hecho, la textura es una característica importante de cualquier producto que afecta su operación, manejo y vida útil, así como la aceptación del consumidor.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El desarrollo de la presente investigación se realizó en el taller de procesos de frutas y hortalizas de la carrera de agroindustria donde se elaboró la conserva de pitahaya en almíbar. Los análisis fisicoquímicos (pH y acidez) se realizaron en el laboratorio de Bromatología: ubicados en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, de la Carrera de Agroindustria, ubicado en el Campus Politécnico, sector El Limón en las coordenadas 0°49'39.96" latitud sur, 80°11'11.24" longitud oeste y una altitud de 17 msnm Calceta-Manabí-Ecuador (Google Earth, 2021). Mientras que, los análisis fisicoquímicos (color y textura) se realizaron en los laboratorios de Procesos Lácteo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) de la ciudad de Manta.

Figura 1. Ubicación del campus politécnico ESPAM MFL



Fuente. Google Earth, 2021

3.2. DURACIÓN

Esta investigación se desarrolló durante 28 semanas a partir de la aprobación del proyecto.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. MÉTODO EXPERIMENTAL

Se buscó determinar la influencia de los porcentajes de agente endurecedor (cloruro de calcio) y tiempo de esterilización en la propiedades fisicoquímicas y preferencia sensorial de la pitahaya en almíbar.

3.3.2. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO

Para esta investigación, se recopiló información a través de fuentes bibliográficas secundarias, incluyendo artículos científicos, sitios web, libros, revistas, periódicos y tesis de trabajos experimentales que ofrecen información confiable.

3.4. TÉCNICAS

En la tabla 3 se detallan cuáles son las técnicas para medir la calidad fisicoquímica de la pitahaya en almíbar.

Tabla 3. Técnicas

VARIABLES A MEDIR	ATRIBUTO	MÉTODO DE ANÁLISIS
Características Fisicoquímicas	pH	Potenciómetro
	Acidez	Volumétrico
	Textura	Texturómetro
	Color	Colorímetro
Análisis Sensorial	Preferencia sensorial (por ordenamiento)	Prueba Hedónica

3.4.1. pH

Este análisis se determinó con el equipo potenciómetro digital marca Milwaukee, el cual consistió en ubicar 50mL de la muestra en un vaso de precipitación, se limpió los electrodos con agua destilada por cualquier contaminación y se secaron, fue sumergido en la solución por un minuto con el propósito de obtener la lectura del pH de la muestra (Muñoz, 2022).

3.4.2. ACIDEZ

Este análisis se determinó con el equipo de titulación, el cual consistió en seleccionar la pulpa, donde pasaron por una zaranda para lograr obtener la muestra, con una fiola de 125 mL se procedió a tomar 2 mL de la muestra, ubicado en un matraz Erlenmeyer, se adicionó agua destilada hasta completar los 50 mL, agitando la muestra hasta homogenizar, se agregó 3 gotas de fenolftaleína al 0.1%, luego, se tituló con la solución de hidróxido de sodio al 0,1 N y se homogéneo hasta que la muestra tenga un color rosa.

Finalmente, se determinó el % de acidez mediante la siguiente fórmula:

Fórmula 1. Determinación de acidez titulable

$$\%acidez = \frac{(\text{consumo de hidróxido de sodio NaOH} \times \text{Normalidad} \times \text{Eq. químico del ácido cítrico})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100 \quad [1]$$

3.4.3. DETERMINACIÓN DE PERFIL DE TEXTURA

Este método consistió en introducir un cilindro de 8 u 11 mm de Ø, hasta una profundidad de 8mm en la pulpa de la fruta, controlando la velocidad de penetración (20 mm/min) con un texturómetro manual Test Stand Model: HLD. Utilizando la metodología de Bravo et al. (2020) donde emplearon un analizador de textura TA.XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido), compuesto por una sonda cilíndrica de aluminio 35mm, con el cual, a través del programa provisto por el texturómetro (Texture Expert 1.22, Stable Microsystems).

3.4.4. COLOR

La determinación del color se hace con ayuda de un colorímetro, el cual posee diversas escalas, la más usada en la determinación del color en alimentos es la escala CIELAB (Lucas et al., 2012), este método se basa en un espacio tridimensional de modo que cada color es representado por un único punto en ese espacio y está definido por las coordenadas L* a* b*, donde L* representa la luminosidad en una escala de 0 (negro) a 100 (blanco); a* representa una escala de tonalidades de rojo (0+a) a verde (0-a) y b* indica el ángulo (tono) en una escala de azul (0-b) a amarillo (0+b) (CIE, 1976 citado por Reis et al., 2006).

3.4.5. ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó mediante el método de preferencia por ordenamiento, el cual consistió en entregar cuatro o más muestras codificadas al juez y solicitar que las ordene de acuerdo a su preferencia, es decir de izquierda a derecha (ver anexo 5) (Astudillo, 2016).

3.5. FACTORES EN ESTUDIO**3.5.1. FACTORES**

Los factores de estudio son los siguientes:

FACTOR A: Porcentaje de cloruro de calcio

FACTOR B: Tiempo de esterilización (Temp. de 115°C)

3.5.2. NIVELES

Para el factor A se utilizó los siguientes niveles:

a1= 0.1%

a2= 0.3%

Para el factor B se utilizó los siguientes niveles:

b1= 20 min

b2= 25 min

b3= 30 min

3.5.3. TRATAMIENTOS

Se investigó dos factores, cada uno con dos niveles distintos, dando un total de seis tratamientos. Cada tratamiento se repitió tres veces, como se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Descripción de los tratamientos

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN
T1	a1b1	0.1 % de Cloruro de calcio por 20 min de esterilización (Autoclave 115°C)
T2	a1b2	0.1 % de cloruro de calcio por 25 min de esterilización (Autoclave 115°C)
T3	a1b3	0.1 % de cloruro de calcio por 30 min de esterilización (Autoclave 115°C)
T4	a2b1	0.3 % de cloruro de calcio por 20 min de esterilización (Autoclave 115°C)
T5	a2b2	0.3 % de cloruro de calcio por 25 min de esterilización (Autoclave 115°C)
T6	a2b3	0.3 % de cloruro de calcio por 30 min de esterilización (Autoclave 115°C)

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

En este estudio se empleó un arreglo bifactorial AxB, en un diseño completamente al azar con tres réplicas por tratamiento, dando un total de 18 unidades experimentales.

Tabla 5. Esquema de ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	17
Factor A	1
Factor B	2
AxB	2
Error Experimental	12

Tabla 6. Esquema de ADEVA para los factores

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	17
Tratamientos	5
Error Experimental	12

3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental está constituida de una relación 60:40. Donde el 40% corresponde a 0.200 kg de pitahaya drenada y el 60% a 0,300 kg de líquido de gobierno (almíbar); con una concentración de 18°Brix. Las muestras se envasaron en recipientes de vidrios de 500 mL, siguiendo la relación especificada del factor A y sus niveles. Según el diseño experimental se realizaron 6 tratamientos y 3 repeticiones por cada uno, sumando un total de 18 unidades experimentales.

Es importante mencionar que, para cada tratamiento se utilizó 0.200 kg de materia prima (pitahaya), 0.054 kg de azúcar y 0.246 kg de agua, dando un total de 0.500 kg de producto final. Además, el agente endurecedor al 0.1% y 0.3% m/m (cloruro de calcio) se dosificó en la mezcla de fruta y líquido de gobierno en cada uno de los tratamientos.

3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Para el cumplimiento de los objetivos se desarrollaron las siguientes actividades.

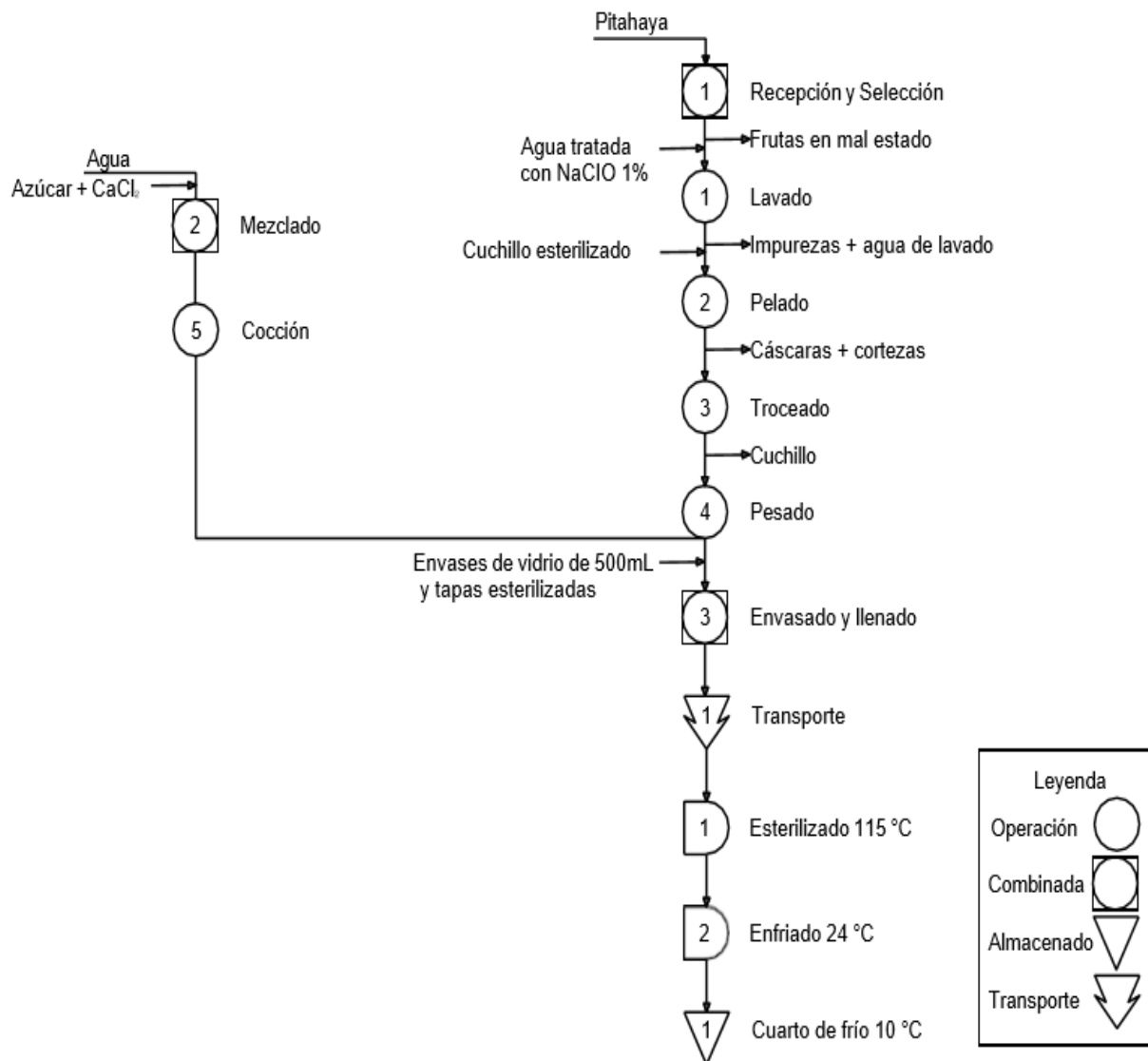
3.8.1. Fase 1. Evaluación de la influencia de los porcentajes de agente endurecedor y tiempo de esterilización en las características fisicoquímicas (pH, acidez, textura) en la conserva de pitahaya (*Hylocereus undatus*).

En el taller de procesos de frutas y hortalizas de la ESPAM MFL se receptaron las pitahayas procedentes de la parroquia Manantiales del cantón Montecristi, a las cuales se les realizó una inspección y selección a cada una de ellas para descartar las que estén en mal estado (magulladas, color extraño, etc.), seguidamente se les realizó un primer lavado de manera manual con agua purificada para retirar materias extrañas, luego se procedió a retirar la cáscara con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable para luego ser cortadas de forma cuadrada de aproximadamente 3x3 cm. Una vez troceadas (0.200 kg para cada unidad experimental), estas fueron sometidas a una solución de ácido ascórbico durante 10 minutos proceso el cual evitó que la materia prima se oxidara.

A continuación, se describe el diagrama y descripción del proceso para la elaboración de conservas de pitahaya (*Hylocereus undatus*):

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE UNA CONSERVA DE PITAHAYA EN ALMÍBAR.

Figura 2. Diagrama de proceso de elaboración de una conserva de pitahaya



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE UNA CONSERVA DE PITAHAYA EN ALMÍBAR

Recepción y selección de la materia prima: Se receptaron las pitahayas rojas (*Hylocereus undatus*), de la parroquia Manantiales del cantón Montecristi, las cuales se trasladaron al taller de frutas y hortalizas de la carrera de agroindustria ESPAM MFL. Se seleccionó la materia prima, que se encuentre libre de extraños elementos, es fundamental observar ciertas características de color, olor, textura, con la finalidad de obtener un producto sin alteraciones.

Lavado: Se procedió a lavar las frutas con abundante agua tratada con NaClO 1% donde se eliminaron los residuos que estaban presentes en la fruta, esta operación se realizó manualmente durante 2 minutos.

Pelado: Se procedió a despojar la cáscara de la pulpa con un cuchillo de acero inoxidable marca tramontina.

Troceado: Consistió en dividir en trozos la pitahaya, de acuerdo con la presentación que se le quiera dar al producto final esta actividad se la realizó de manera manual con un cuchillo de acero inoxidable marca tramontina.

Pesado: Seguidamente se procedió a pesar 0,200 kg de la pulpa en una gramera.

Mezcla: Se preparó dos almíbares cada uno con diferentes cantidades de cloruro de calcio 0.1% y 0.3% m/m, se añadió azúcar y agua en una relación de 60:40 para dicha preparación se utilizó una cocina de industrial con una olla de acero inoxidable.

Cocción: Se procedió a hervir el agua tratada hasta llegar los 90°C, seguidamente se añadió el azúcar con los diferentes porcentajes de cloruro de calcio hasta diluir el azúcar durante un tiempo de 2 minutos.

Envasado y sellado de los frascos: Consistió en verter los trozos de pitahaya de manera que la fruta ocupará un 40% en el recipiente, el llenado se realizó de manera manual en recipientes de vidrios con una capacidad de 500 mL, se adicionó el 60% de jarabe hasta cubrir completamente la fruta.

Transporte: Las muestras fueron transportadas en cooler en bus hasta la empresa Puerto Mar.

Esterilización: Las muestras fueron llevadas a la empresa Puerto Mar, donde se aplicó a los diferentes tratamientos el proceso de esterilización por autoclave (yamato SM510), en distintos tiempos de 20,25,30 minutos a una temperatura constante de 115°C.

Enfriamiento: Una vez realizado el esterilizado por autoclave se procedió a enfriar a temperatura ambiente 24°C.

Almacenado: Se realizó en una cámara climatizada por un tiempo determinado de dos semanas a una temperatura de 10°C.

Análisis Físicoquímicos: Una vez obtenidas las conservas se realizaron los respectivos análisis (pH, acidez, textura). Donde el pH se midió con la ayuda de un potenciómetro (OAKTON); mientras que la acidez se realizó mediante el método volumétrico y la textura mediante un texturómetro (Mxmoonfree). Para cada análisis se tomó 10g de muestra.

3.8.2. Fase 2. Determinación el efecto de los tratamientos sobre el color mediante el método de colorímetro de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en almíbar

Conjuntamente con la fase anterior se procedió a evaluar el color del producto terminado que se evaluó mediante un equipo colorímetro Kónica Minolta CR-410, la determinación se realizó en la ULEAM (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí) de Manta; para esto las muestras (18 unidades) se trasladarán en un cooler. Una vez preparadas las muestras se colocó una porción de la pitahaya drenada en el interior del equipo para que este quede parejo con la parte superior del anillo de retención. Luego, la muestra se esparció de manera uniforme. Después, se fijó la cubierta del equipo a la base alineando sus índices con las ranuras del collar. A continuación, se insertó el cabezal de medición CR-410 para que descansa en la superficie del equipo y finalmente, se presionó la tecla "Medir".

3.8.3. Fase 3. Evaluación de la preferencia sensorial de la pitahaya utilizando catadores no entrenados.

Se realizó una encuesta de ordenamiento (ver anexo 1) donde cada catador deberá ordenar de izquierda a derecha por su preferencia, donde, el lado izquierdo

correspondió al “más agradable”, hasta llegar a la derecha donde correspondió al “menos agradable”. Es de suma importancia mencionar que, cada muestra llevó su rotulación en diferentes series para determinar la aceptación sensorial del producto. Esto se aplicó a 75 panelistas no entrenados (estudiantes de la carrera de Agroindustria de niveles superiores).

3.9. VARIABLES A MEDIR

3.9.1. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICOS

- pH
- Acidez titulable
- Textura
- Color

3.9.2. ANÁLISIS SENSORIAL

- Preferencia por ordenamiento

Códigos diferentes designados para cada catador

Ordenamiento de izquierda a derecha (más agradable y menos agradable)

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el Software SPSS versión 25(libre) donde se efectuaron las pruebas detalladas a continuación:

En la tabla 7 se presenta la distribución de las variables dependientes, donde se realizó la verificación de los supuestos de normalidad y homocedasticidad de los datos para pH y acidez titulable, los cuales mostraron una distribución normal ($p \geq 0.05$ en la prueba de normalidad) y varianzas homogéneas ($p \geq 0.05$ en la prueba de homogeneidad de varianzas). Dado que no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$) en el análisis de las variables, se optó por aplicar pruebas paramétricas para su análisis.

Tabla 7. Supuesto del ANOVA para las variables pH y acidez titulable

Variables dependientes	Shapiro-Wilk			Levene		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	0.913	18	0.099	1.92	17	0.164
Acidez titulable (%)	0.933	18	0.222	0.640	17	0.240

En la tabla 8 se presenta la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, donde se aprecia diferencias estadísticas significativas (Sig. < 0.05) para los datos de las variables del perfil de textura, pasando a ser analizadas mediante pruebas no paramétricas.

Tabla 8. Supuesto de normalidad para las variables de perfil de textura.

Origen	Dureza	Adhesividad	Cohesividad	Fuerza Adhesiva	Gomosidad	Masticabilidad
N	18	18	18	18	18	18
Desviación estándar	3.89	0.0033	0.0373	0.166	0.318	0.0683
W de Shapiro-Wilk	0.874	0.888	0.787	0.751	0.747	0.745
Sig. de Shapiro-Wilk	0.021*	0.036*	< .001**	< .001**	< .001**	< .001**

Por otra parte, el supuesto de normalidad a través del test de Shapiro Wilk, demostró una distribución normal entre los datos de color del CIE L*a*b (Sig. ≥ 0.05), pasando a ser analizados mediante la prueba de homocedasticidad (tabla 9).

Tabla 9. Supuesto de normalidad para los indicadores de color (CIE L*a*b)

Origen	L*	a*	b*
N	18	18	18
Desviación estándar	3.33	0.195	0.956
W de Shapiro-Wilk	0.963	0.985	0.963
Valor p de Shapiro-Wilk	0.667ns	0.986ns	0.657ns

Los datos de las variables del CIE L*a*b de la conserva de pitahaya cumplieron con el supuesto de homogeneidad (Sig. ≥ 0.05), pasando a ser analizados mediante pruebas paramétricas (tabla 10).

Tabla 10. Supuesto de homogeneidad para los indicadores de color (CIE L*a*b)

Variable dependiente	Prueba de homogeneidad (Levene)			
	F	gl1	gl2	Sig.
L*	1.95	5	12	0.159
a*	0.476	2	12	0.788
b*	0.622	5	12	0.686

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INFLUENCIA DE LOS PORCENTAJES DE AGENTE ENDURECEDOR Y TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA CONSERVA DE PITAHAYA

4.1.2. pH

En la tabla 11 se presenta el análisis de varianza para la variable pH, donde se aprecia que los niveles del factor A (Porcentaje de cloruro de calcio) no influyeron sobre esta variable (Sig. ≥ 0.05), mientras que los niveles del factor B (Tiempo de esterilización) y la interacción, tuvieron un efecto significativo (Sig. < 0.05) sobre el potencial de hidrógeno.

Tabla 11. Análisis de varianza para la variable pH.

ANOVA – Ph					
Origen	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Factor A (Porcentaje de cloruro de calcio)	0.00109	1	0.00109	0.391	0.543 NS
Factor B (Tiempo de esterilización)	0.0844	2	0.0422	15.162	< .001 **
Factor A * Factor B	0.03391	2	0.01696	6.092	0.015 *
Residuos	0.0334	12	0.00278		

NS: No significativo; * Significativo; ** Altamente significativo

Para establecer las diferencias ejercidas por los niveles del factor B (Tiempo de esterilización), se aplicó la prueba de Tukey al 5% de error, la cual ubicó al nivel b_3 (30 min esterilización) en el primer subconjunto con el promedio más bajo de pH (5.34), indicando que tiempos prolongados de esterilización producen una mayor acidez en la conserva, mientras que los niveles b_2 y b_1 proporcionaron medias de pH más altas (tabla 12).

Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% de error para los niveles del factor B.

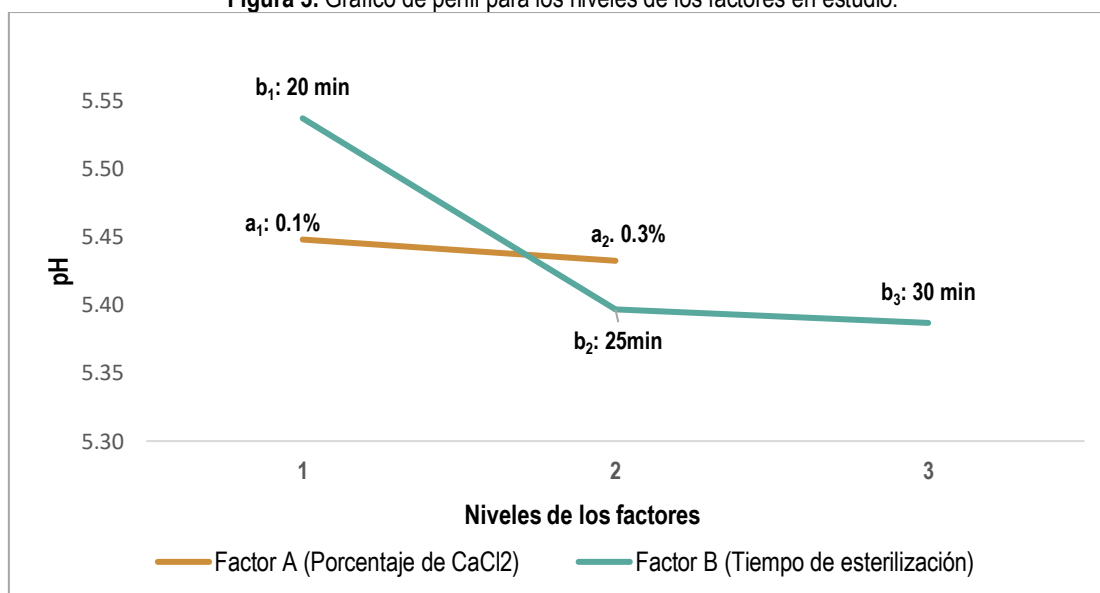
HSD Tukey ^{a,b}			
Factor B (Tiempo de esterilización)	N	Subconjunto	
		1	2
b_3 : 30 min esterilización	6	5.3433	
b_2 : 25 min esterilización	6		5.4667
b_1 : 20 min esterilización	6		5.5100

Valles (2021) desarrolló una investigación de similar índole, indicando que la temperatura de esterilización en conservas de frutas repercute sobre el pH; no

obstante, estos cambios están mayormente influenciados por una alta intensidad ($^{\circ}\text{C}$) y tiempos de exposición prolongados. En este sentido, cuando la temperatura aumenta el pH disminuye, mientras que, bajándole, el pH aumenta (hacia la neutralidad), donde tiempos de esterilización de 30 minutos, disminuyeron el pH de la conserva de pitahaya, caso contrario cuando los tiempos fueron más cortos, esto debido a que cuando la energía térmica aumenta ciertas moléculas tienden a descomponerse, incrementado la concentración de iones, modificando su actividad en la solución (Yanes, 2018).

En el gráfico de perfil de la figura 3, se aprecia interacción entre los niveles de los factores en estudio, donde los mayores efectos estuvieron determinados por los niveles del factor B (tiempo de esterilización), evidenciado que, mayores tiempos de esterilización, otorgaron medias más ácidas de pH a la conserva, debido a un mayor desprendimiento de ácidos orgánicos proveniente de la pitahaya, los cuales pasan al líquido de gobierno (Aguilar, 2022), contrario cuando los tiempos eran más cortos. También, se demostró que cuando se utilizó 0.1% de CaCl_2 las medias de pH eran más altas, mientras que cuando se empleó 0.3%; no obstante, se observó que las diferencias entre los niveles del factor A no son tan marcadas como las del factor B.

Figura 3. Gráfico de perfil para los niveles de los factores en estudio.



En el análisis de los tratamientos en relación del pH, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de error. Los resultados de esta prueba, presentados en la tabla 13, revelaron que en el primer subconjunto los tratamientos T3, T6, T5 y T4 compartieron categorías, lo

que indica que comparten una media similar de pH. Por otro lado, en el segundo subconjunto (T5, T4, T2 y T1) se observó una agrupación similar, lo que sugiere que estos tratamientos también presentaron medias de pH estadísticamente iguales. A pesar de estas similitudes, se destacó que el tratamiento T1 (0.1% CaCl₂ + 20 min de esterilización) mostró el promedio más alto de pH (5.57), mientras que los tratamientos T3 (0.1% CaCl₂ + 30 min de esterilización) y T6 (0.3% CaCl₂ + 30 min de esterilización) exhibieron los promedios más bajos (5.34).

Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% de error para los valores promedios de pH de la conserva de pitahaya.

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T3 (0.1% Cloruro de calcio + 30 min esterilización)	3	5.3433	
T6 (0.3% Cloruro de calcio + 30 min esterilización)	3	5.3433	
T5 (0.3% Cloruro de calcio + 25 min esterilización)	3	5.4300	5.4300
T4 (0.3% Cloruro de calcio + 20 min esterilización)	3	5.4500	5.4500
T2 (0.1% Cloruro de calcio + 25 min esterilización)	3		5.5033
T1 (0.1% Cloruro de calcio + 20 min esterilización)	3		5.5700

Zambrano et al. (2022) evaluaron el efecto de tres concentraciones de miel de abeja en la producción de una conserva en almíbar con fruta de pitahaya (*Hylocereus undatus*) y (*Cereus ocampis*), reportando rangos de pH entre 4.55 y 4.96. Estos valores difieren de los obtenidos en la presente investigación, que se encuentran entre 5.34 y 5.57. Esta discrepancia se debió principalmente a la formulación y características de la conserva, ya que, según estos autores, el pH de estos productos está relacionado con el pH de la fruta utilizada. Además, señalan que un pH menor a 4.5 es efectivo para lograr la inocuidad alimentaria frente a bacterias patógenas; sin embargo, es importante tener en cuenta que un mayor nivel de acidez aumenta la susceptibilidad a daños por hongos y levaduras.

Espinoza (2023) estudió el efecto del porcentaje de sacarosa y cloruro de calcio sobre la firmeza, características fisicoquímicas y aceptabilidad general de rodajas de carambola (*Averrhoa carambola*) en almíbar, reportando medias de pH entre 2.55 y 2.57, rangos que no están relacionados con los de esta investigación debido a parámetros de formulación y al potencial de hidrógeno de la carambola, el cual es bastante bajo (aproximadamente 3.9). Este autor demostró que, a mayores concentraciones de cloruro de calcio en la conserva, el pH aumentaba, evidenciando la misma tendencia para la sacarosa.

Esto último no guarda relación con los resultados mostrados en la figura 3, donde a mayores cantidades de CaCl_2 el pH disminuyó; lo cual también se evidenció cuando el tiempo de esterilización era prolongado; lo que también pudo estar influenciado por las concentraciones del agente endurecedor (CaCl_2) utilizadas (0.1% - 0.3%), debido a que éstas fueron bajas en relación a las manejadas por el autor antes mencionado (0.5% - 1%).

Por su parte, Aguilar (2022) desarrolló un enlatado de pitahaya y determinó sus características funcionales y fisicoquímicas, reportando rangos de pH entre 4.33 y 4.40. Esos valores están por debajo de la presente investigación donde se obtuvieron medias entre 5.34 – 5.57, lo que se relaciona con la no utilización de ácido cítrico en el almíbar, el cual, según Yanes (2018), al momento de añadirlo en el líquido de cobertura produce una autorregulación, actuando como amortiguador, dándole una mejor estabilidad al producto, además, la concentración de azúcares también ejerce un efecto, siendo que, a mayor °Brix, el pH tiende a bajar, así lo demuestra Espinoza (2023), estudiando concentraciones de sacarosa en frutas en almíbar de 30, 35 y 40°Brix, reportando medias de pH más bajas para las conservas con 40°Brix (T9: 40 °Brix con 1% CaCl_2)

4.1.3. ACIDEZ TITULABLE

En la tabla 14 se presenta el análisis de varianza para los datos de la variable acidez titulable, evidenciando diferencias estadísticas significativas en todos los efectos principales del modelo estadístico (Sig. ≤ 0.05), es decir, los niveles del factor A, B y su interacción influyen sobre la acidez en la conserva de pitahaya.

Tabla 14. Análisis de varianza para la variable acidez titulable.

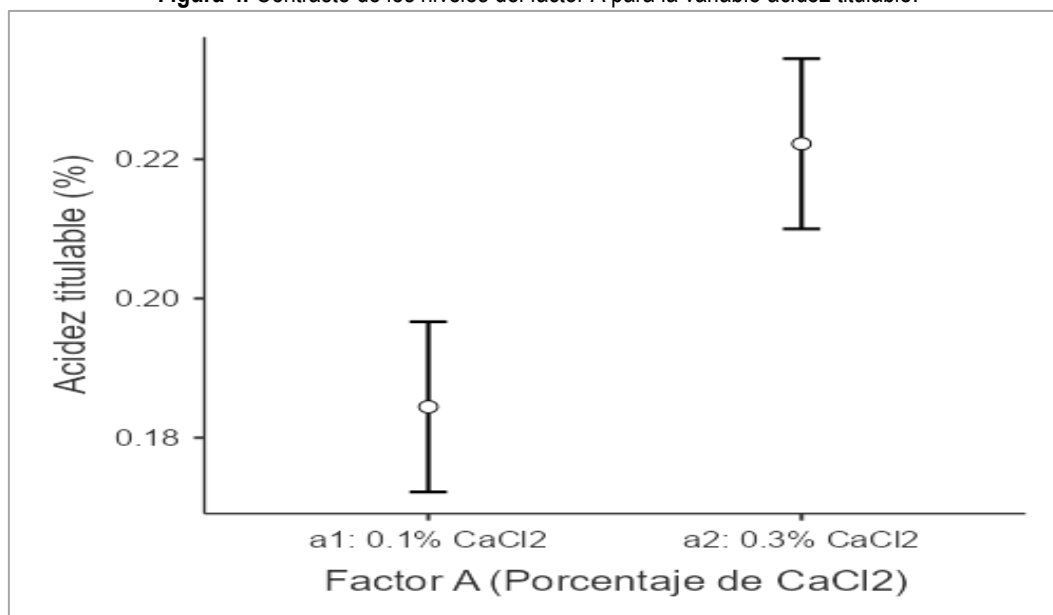
ANOVA - Acidez titulable expresada como ácido cítrico					
Origen	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Factor A (Porcentaje de cloruro de calcio)	0.00382	1	0.00382	14.9	0.002 **
Factor B (Tiempo de esterilización)	0.01971	2	0.00985	38.5	< .001 **
Factor A * Factor B	0.0162	2	0.0081	31.6	< .001 **
Residuos	0.00307	12	2.56E-04		

NS: No significativo; * Significativo; ** Altamente significativo

Para establecer las diferencias ejercidas por los niveles del factor A (Porcentaje de cloruro de calcio), se aplicó un diagrama de cajas y bigotes (figura 4), donde se

aprecia que el nivel a_2 (0.3% de CaCl_2) otorgó un mayor promedio de acidez titulable a la conserva (0.22%).

Figura 4. Contraste de los niveles del factor A para la variable acidez titulable.



Espinoza (2023) estudió el efecto del cloruro de calcio sobre la firmeza, características fisicoquímicas y aceptabilidad de carambola en almíbar, demostrado que éste, tuvo un efecto significativo sobre los ácidos orgánicos de la conserva, debido a que, a mayores concentraciones de este aditivo endurecedor (1%), los ácidos orgánicos se neutralizaron y bajaban su actividad. Esta tendencia difiere con lo mostrado en la figura 4, lo que se debió a una influencia por parte de la temperatura de esterilización (115°C) y los tiempos utilizados, debido a que según Valles (2021) estos factores repercuten sobre esta variable dependiente.

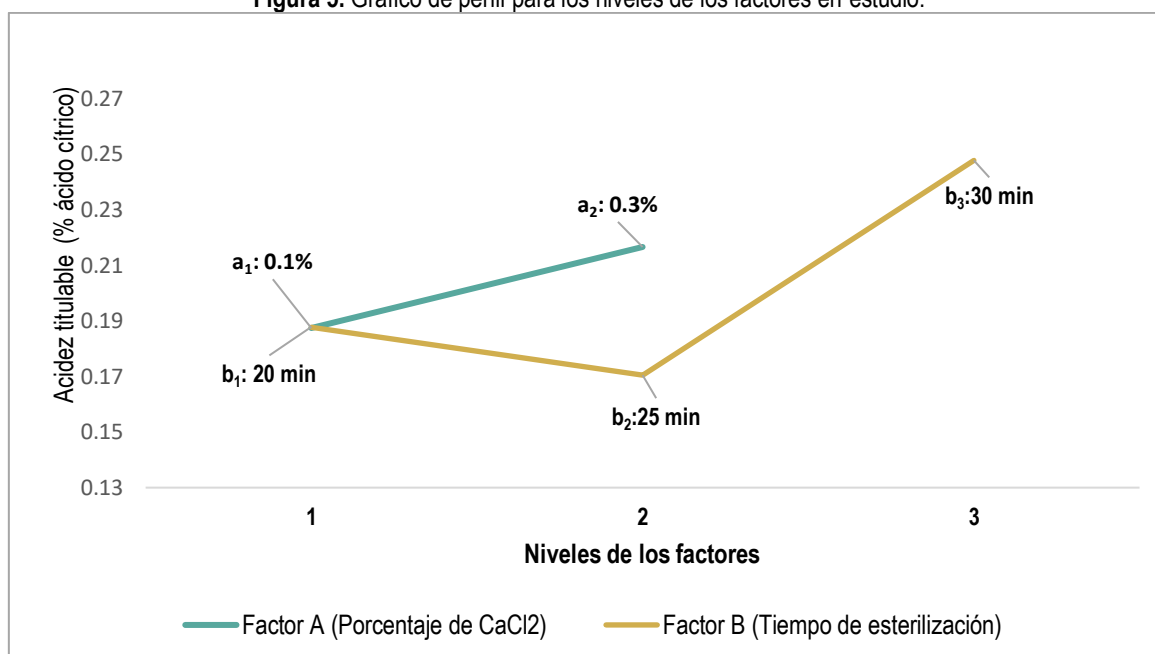
Lo antes mencionado se corrobora con lo expuesto en la tabla 15, donde se presentan las diferencias ejercidas por los niveles del factor B (Tiempo de esterilización), evidenciando que la prueba de Tukey al 5% de error demostró que, el nivel b_1 (20 min de esterilización) y el b_2 (25 min de esterilización), estadísticamente aportaron los mismos porcentajes de acidez titulable al compartir categorías, mientras que el nivel b_3 (30 min de esterilización) se ubicó en el segundo subconjunto con el promedio más alto. Esto guarda relación con lo expuesto por Gonzalo (2019), mencionando que las altas temperaturas y los tiempos de exposición, son algunos de los factores que afectan directamente la concentración de los ácidos orgánicos de las frutas, repercutiendo sobre el producto final.

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% de error para los niveles del factor B.

Factor B (Tiempo de esterilización)	HSD Tukey ^{a,b}		
	N	Subconjunto	
		1	2
b ₁ : 20 min esterilización	6	0.1836	
b ₂ : 25 min esterilización	6	0.1839	
b ₃ : 30 min esterilización	6		0.2384

Por otra parte, en el gráfico de perfil de la figura 5, se evidenció interacción entre los niveles del factor, donde se aprecia que 0.3% de CaCl₂ en combinación con 30 minutos de esterilización, le otorgan una mayor acidez a la conserva de pitahaya; no obstante, a 25 minutos, la acidez baja.

Figura 5. Gráfico de perfil para los niveles de los factores en estudio.



Para determinar cuáles tratamientos difieren entre sí, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de error. Los resultados de dicha prueba se presentan en la Tabla 16, la cual reveló que, en el primer subconjunto se ubicaron los tratamientos T4, T3, T2, T5 y T1, los cuales no presentaron diferencias estadísticamente significativas, compartiendo categorías y presentando los menores promedios de acidez titulable. Por otro lado, el tratamiento T6 (0.3% CaCl₂ + 30 min esterilización) se posicionó en el segundo subconjunto con el promedio más alto de acidez titulable (0.304%), lo que podría deberse a una interacción entre los porcentajes de CaCl₂ (0.3%) y el tiempo de esterilización, debido a que se ha reportado que mayores tiempos de esterilización

provocan una mayor migración de ácidos orgánicos de la pulpa de fruta o vegetal al líquido de gobierno por ablandamiento de tejidos (Aguilar, 2022).

Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% de error para los tratamientos en función de la acidez titulable.

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T4 (0.3% Cloruro de calcio + 20 min esterilización)	3	0.168	
T3 (0.1% Cloruro de calcio + 30 min esterilización)	3	0.173	
T2 (0.1% Cloruro de calcio + 25 min esterilización)	3	0.177	
T5 (0.3% Cloruro de calcio + 25 min esterilización)	3	0.191	
T1 (0.1% Cloruro de calcio + 20 min esterilización)	3	0.199	
T6 (0.3% Cloruro de calcio + 30 min esterilización)	3		0.304

En este sentido, Aguilar (2022) desarrolló un enlatado de pitahaya en almíbar donde determinó características funcionales y fisicoquímicas, reportando rangos de acidez titulable entre 0.36% y 0.43%, promedios que se asemejan a los reportados en esta investigación. No obstante, las diferencias entre los tratamientos, además de estar influenciadas por los niveles de los factores en estudio, esta observación podría atribuirse al contenido de °Brix del líquido de cobertura, ya que el aumento de azúcar en el medio tiende a reducir su acidez y a aumentar su alcalinidad.

Gutiérrez et al. (2019) demostró que este comportamiento se encuentra estrechamente relacionado con el contenido de ácidos orgánicos de la fruta y que cuando existe una disminución de éstos, se debe a procesos de lixiviación y oxidación por métodos térmicos, afectando la estructura celular que los contiene. Sotomayor et al. (2019) reportó que, la acidez titulable tiende a disminuir durante el almacenamiento debido a que los ácidos orgánicos se metabolizan, el ácido cítrico se transforma en azúcares, ácidos orgánicos no volátiles y aminoácidos, usados en reacciones de oxidación en procesos de maduración.

4.1.4. VARIABLES DE PERFIL DE TEXTURA

La prueba de U de Man - Whitney para las variables de perfil de textura en contraste con los niveles del factor A (porcentaje de CaCl_2), indicó que los porcentajes de cloruro de calcio no incidieron sobre las variables dependientes (Sig. ≥ 0.05), tal y como se lo presentan en la tabla 17.

Tabla 17. Prueba de U de Man - Whitney para las variables de perfil de textura en contraste con el factor A.

Variables dependientes		Estadístico	Sig.
Dureza (N)	U de Man – Whitney	32.0	0.489
Adhesividad (J)	U de Man – Whitney	39.0	0.930
Fuerza Adhesiva	U de Man – Whitney	40.0	1.000
Cohesividad	U de Man – Whitney	36.0	0.706
Gomosidad	U de Man – Whitney	36.0	0.706
Elasticidad (m)	U de Man – Whitney	25.0	0.157
Masticabilidad	U de Man – Whitney	27.0	0.220

En la tabla 18 se presenta el análisis de Kruskal Wallis para las variables del perfil de textura en función de los niveles del factor B (tiempo de esterilización), evidenciando diferencias estadísticas significativas (Sig. < 0.05) en todos los casos, a excepción de la variable adhesividad, demostrando que los diferentes tiempos de esterilización incidieron sobre de perfil de textura de la conserva de pitahaya.

Tabla 18. Prueba de Kruskal Wallis para las variables de perfil de textura en contraste con el factor B.

Variables dependientes	χ^2	Gf	Sig.
Dureza (N)	11.79	2	0.003
Adhesividad (J)	4.28	2	0.118
Fuerza Adhesiva	7.4	2	0.025
Cohesividad	9.73	2	0.008
Gomosidad	12.37	2	0.002
Elasticidad (m)	8.77	2	0.012
Masticabilidad	13.47	2	0.001

Para establecer las diferencias ejercidas por los niveles del factor B (Tiempo de esterilización) sobre las variables del perfil de textura, se aplicó la prueba de comparaciones por parejas de Kruskal Wallis, donde se aprecia que los niveles b_1 (20 min) y b_2 (25 min), difieren entre sí, en relación de las medias aportadas de dureza a la conserva de pitahaya. En cuanto a los datos de: fuerza adhesiva, cohesividad, gomosidad y elasticidad, los niveles b_1 (20 min) y b_3 (30 min) difieren entre sí, demostrando que aportaron medias significativamente distintas en relación de las variables mencionadas, mientras que, para masticabilidad, los niveles b_1 y b_2 difieren entre sí, al igual que la comparación $b_1 - b_3$, tal y como se lo muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Prueba de subconjuntos homogéneos de Kruskal Wallis para los niveles del factor B en función del perfil de textura.

Subconjuntos homogéneos basados en Dureza		
Niveles del factor B	Rango promedio	Sig.
b ₁ (20 min)	3.50a	**
b ₂ (25 min)	11.50b	Ns
b ₃ (30 min)	13.50b	Ns
Subconjuntos homogéneos basados en Fuerza Adhesiva		
Niveles del factor B	Rango promedio	Sig.
b ₁ (20 min)	14.33b	Ns
b ₂ (25 min)	7.33ab	Ns
b ₃ (30 min)	6.83a	Ns
Subconjuntos homogéneos basados en cohesividad		
Niveles del factor B	Rango promedio	Sig.
b ₁ (20 min)	5a	Ns
b ₂ (25 min)	9.50ab	Ns
b ₃ (30 min)	14.00b	Ns
Subconjuntos homogéneos basados en Gomosidad		
Niveles del factor B	Rango promedio	Sig.
b ₁ (20 min)	5.00a	Ns
b ₂ (25 min)	8.50 ^a	Ns
b ₃ (30 min)	15.00b	**
Subconjuntos homogéneos basados en Elasticidad		
Niveles del factor B	Rango promedio	Sig.
b ₁ (20 min)	5.00a	Ns
b ₂ (25 min)	10.00ab	Ns
b ₃ (30 min)	13.50b	Ns
Subconjuntos homogéneos basados en Masticabilidad		
Niveles del factor B	Rango promedio	Sig.
b ₁ (20 min)	5.00a	Ns
b ₂ (25 min)	8.16 ^a	Ns
b ₃ (30 min)	15.33b	**

Nota: No significativo (Ns), Significativo (*), altamente significativo (**)

Bermúdez (2021), estudio el efecto de la temperatura de horneado y tratamiento térmico sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en una conserva de pimiento, reportando cambios de textura conforme aumentaba la temperatura. Este autor menciona que estos tratamientos térmicos modifican las características físicas y químicas, incluyendo las de textura, debido a diversos cambios estructurales celulares, principalmente la desorganización de la membrana celular y cambios en los polímeros de la pared celular, causando ablandamiento de los tejidos.

Por otra parte, Panta (2023) evaluó un tratamiento de esterilización (102°C) en diferentes tiempos (23, 27 y 31 minutos) sobre conservas vegetales, demostrando que las altas temperaturas y prolongados tiempos de exposición, modificaron las

características fisicoquímicas, organolépticas y de textura del producto, siendo más crítico a los 31 minutos de esterilización, tiempos que redujeron la firmeza y textura de la conserva, concluyendo que los parámetros ideales fueron 102°C durante 23 min. Esto guarda relación con los resultados obtenidos en esta investigación donde el factor B (Tiempos de esterilización), influyó sobre las variables del perfil de textura, causando más cambios desfavorables en el nivel b_3 (30 min de esterilización).

Chirinos y Gargurevichi (2021) evaluaron diferentes tratamientos térmicos en la degradación de los carotenoides en conserva de pimiento, para el efecto plantearon una temperatura de esterilización de 101°C y tiempos de exposición de: 22, 26 y 30 min. Los resultados revelaron que a partir de los 26 minutos de esterilización la conserva presentó problemas de textura siendo más notorio a los 30 minutos, lo cual es coincidente con los resultados de esta investigación donde el perfil de textura de la pitahaya en conserva se vio afectado a los 30 minutos de esterilización, tomando en cuenta que la temperatura era más alta (115°C). Estos autores concluyen que, la mayor parte de los productos alimenticios no pueden someterse a un estrés por calor tan intenso sin sufrir degradación en sus atributos sensoriales y nutricionales.

Debido a que, durante el tratamiento térmico se altera la textura de las frutas y verduras, principalmente por el efecto que ejerce sobre la pared celular; esta estructura organizada se rompe y provoca cambios de permeabilidad y, por tanto, aumenta la flexibilidad de los tejidos. La textura también depende de los polímeros pécticos presentes en las paredes celulares que contribuye a la firmeza y elasticidad. La enzima pectina metilesterasa cataliza la eliminación de ésteres metílicos de la pectina; dicha reacción desempeña un papel clave en la desestabilización de la estructura de la pared celular producido a temperaturas altas mayores de 80 °C (Águila et al., 2015; Bermúdez, 2021).

Así también lo expresa Mancilla (2019), mencionando que el excesivo tratamiento térmico del producto podría producir considerables pérdidas en las propiedades organolépticas y nutritivas del alimento tales como textura, color, sabor y otros que lo hacen menos aceptable, provocando el desinterés del consumidor al momento de elegir el producto.

Para establecer las diferencias entre los tratamientos en relación del perfil de textura, se aplicó la prueba de Kruskal Wallis (anexo 3-A), la cual indicó diferencias para las

variables: Dureza, cohesividad, gomosidad, elasticidad y masticabilidad (p- valor < 0.05). En este sentido, se aplicó la prueba de subconjuntos homogéneos de Kruskal Wallis para cada una de las variables (tabla 20), verificando que, a pesar de las diferencias enmarcadas en varias categorías, estas no fueron significativas (≥ 0.05), a excepción de la variable Cohesividad (< 0.05).

Tabla 20. Medias de perfil de textura de los tratamientos.

Tratamientos	Dureza (N)	Adhesividad (l)	Cohesividad	Fuerza Adhesiva	Gomosidad (N)	Elasticidad (mm)	Masticabilidad
1	2.2791	0.0006	0.0000	- 0.0980	0.0000	0.0000	0.0000
2	1.9736	0.0004	0.0000	- 0.1165	0.0000	0.0000	0.0000
3	5.8386	0.0038	0.0000	- 0.1964	0.0000	0.0000	0.0000
4	7.1744	0.0051	0.0611	0.3584	0.3191	0.1789	0.1167
5	6.0473	0.0018	0.0894	- 0.2170	0.8343	0.1680	0.1265
6	11.557	0.0006	0.0377	- 0.2137	0.2598	0.1699	0.1487
p-valor - subconjuntos de Kruskal Wallis	≥ 0.05	≥ 0.05	< 0.05	≥ 0.05	≥ 0.05	≥ 0.05	≥ 0.05

En la (tabla 21) se presenta de manera más detalla las diferencias entre los tratamientos en función de la variable Cohesividad, donde se aprecia que los tratamientos T1, T2 y T3 se ubicaron en el primer subconjunto compartiendo categorías con el menor rango promedio, indicando que, estadísticamente, presentaron los menores y mismos promedios de Cohesividad. Para los demás tratamientos, se observaron diferencias enmarcadas en diferentes categorías, donde el T5 se ubicó en el cuarto subconjunto con el mayor rango promedio, indicando que este tratamiento presentó la mayor Cohesividad (0.08945).

Tabla 21. Subconjuntos homogéneos de Kruskal Wallis para los tratamientos basados en Cohesividad.

Tratamientos	Subconjunto			
	1	2	3	4
T1 (0.1% CaCl ₂ + 20 min esterilización)	5			
T2 (0.1% CaCl ₂ + 25 min esterilización)	5			
T3 (0.1% CaCl ₂ + 30 min esterilización)	5			
T6 (0.3% CaCl ₂ + 30 min esterilización)		11		
T4(0.3% CaCl ₂ + 20 min esterilización)			14	
T5 (0.3% CaCl ₂ + 25 min esterilización)				17
P-valor	≥ 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

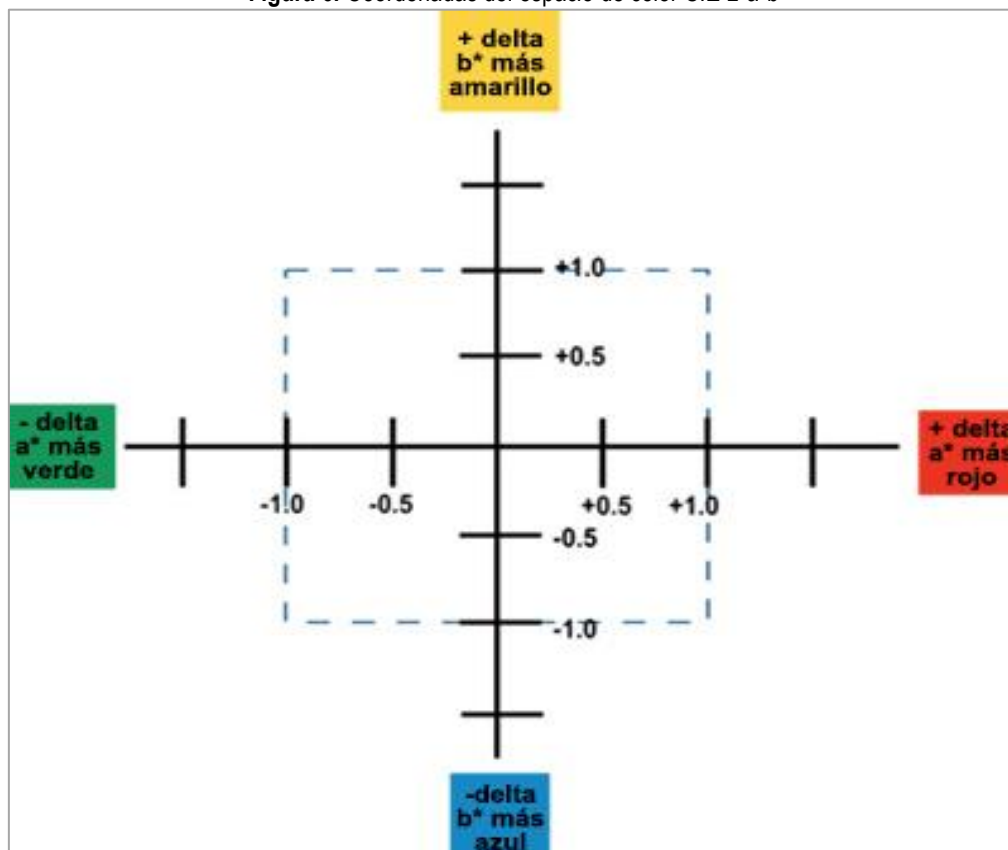
En este sentido, se evidenció que el perfil de textura indicó igualdades estadísticas para las variables a excepción de Cohesividad, se planteó el mejor tratamiento en función de esta variable. En la presente investigación, se requiere una alta Cohesividad de la pitahaya en almíbar, conforme a esto, el mejor tratamiento fue el

T5 (0.3% CaCl₂ + 25 min esterilización) debido a que presentó el mayor promedio en esta característica textural (0.08945), lo que cual es deseable, debido a que esto asegura que la pitahaya mantenga su forma y textura durante el almacenamiento y consumo.

4.2. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL COLOR (CIE L*a*b*) DE LA PITAHAYA EN ALMÍBAR

A continuación, se presenta el análisis de los tratamientos en estudio en función del color (CIE L*a*b), tomando como referencia el plano de coordenadas presentado en la figura 6.

Figura 6. Coordenadas del espacio de color CIE L*a*b



Fuente: (Valdés et al, 2023)

4.2.1. LUMINOSIDAD

En la tabla 22 se presentan el análisis de varianza para los datos del índice de luminosidad (L) de la conserva de pitahaya, donde se aprecia que los factores en estudio y su interacción, no tuvieron un efecto significativo sobre los datos de la luminosidad (Sig. ≥ 0.05), es decir, estadísticamente, son iguales.

Tabla 22. Análisis de varianza para el indicador L de color.

Origen	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	P
Factor A (Porcentaje de cloruro de calcio)	0.106	1	0.106	0.00916	0.925 NS
Factor B (Tiempo de esterilización)	15.753	2	7.877	0.6822	0.524 NS
Factor A * Factor B	33.76	2	16.88	1.46199	0.270 NS
Residuos	138.55	12	11.546		

NS: No significativo; * Significativo; ** Altamente significativo

Espinoza (2023), evaluó el efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre las características fisicoquímicas, de aceptabilidad y organolépticas de carambola en almíbar, reportando que la luminosidad de los tratamientos (L*) no presentó efecto significativo en el análisis de varianza, evidenciando que la fruta se oscureció ligeramente debido a los procesos de esterilización, pero estadísticamente no presentaron diferencias.

4.2.2. ÍNDICE CROMÁTICO a*

El análisis de varianza (tabla 23), indicó que solo el factor B (tiempo de esterilización) en sus niveles, tuvo un efecto significativo sobre el índice cromático a* de la pitahaya en conserva (Sig. ≤ 0.05). Por su parte, el factor A y la interacción, no influyeron sobre la variable respuesta (Sig. > 0.05).

Tabla 23. Análisis de varianza para el indicador cromático a*.

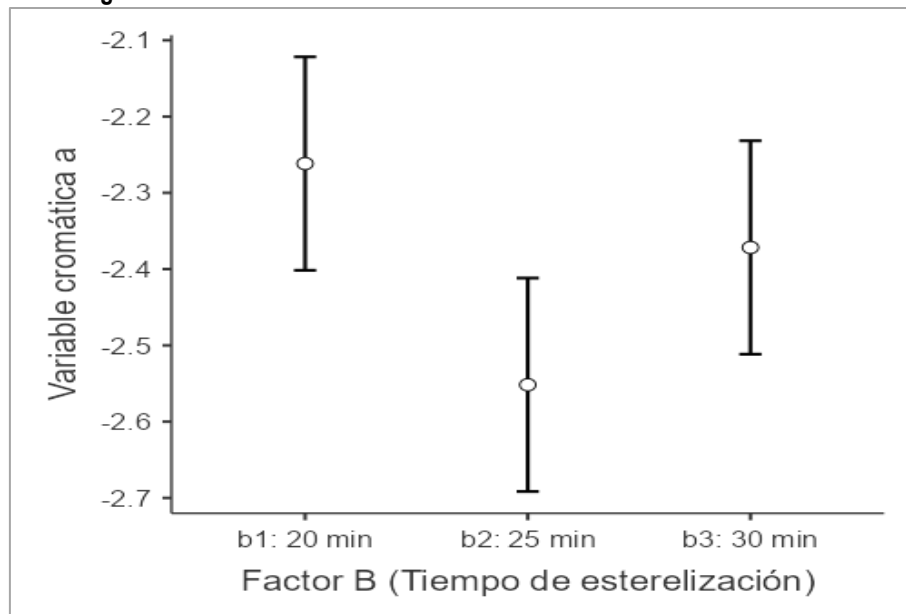
Origen	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Factor A (Porcentaje de cloruro de calcio)	0.066	1	0.066	2.95	0.112 NS
Factor B (Tiempo de esterilización)	0.2572	2	0.1286	5.75	0.018 *
Factor A * Factor B	0.0534	2	0.0267	1.19	0.337 NS
Residuos	0.2685	12	0.0224		

NS: No significativo; * Significativo; ** Altamente significativo

En la figura 7, se presentan las medias de índice cromático a* en relación de los niveles del factor B (Tiempo de esterilización) donde se aprecia que la tonalidad predominante en relación de las coordenadas fue verde (-a); no obstante, el nivel b₂ (25 min de esterilización), presentó matices más acentuados de este color, debido a las condiciones de temperatura y tiempo de procesamiento, lo que desencadena procesos de degradación térmica debido a la desnaturalización parcial de las proteínas, que permiten la liberación de ciertos pigmentos responsables del color en los frutos (Vaca, 2020; Bermúdez, 2021).

De acuerdo a estos mismos autores, los cambios de color están también dados por la remoción del aire atrapado entre los tejidos de la fruta por efecto del agua caliente, lo que modifica la reflexión de la luz y por tanto la percepción del color.

Figura 7. Medias de índice cromático *a en relación de los niveles del factor B.



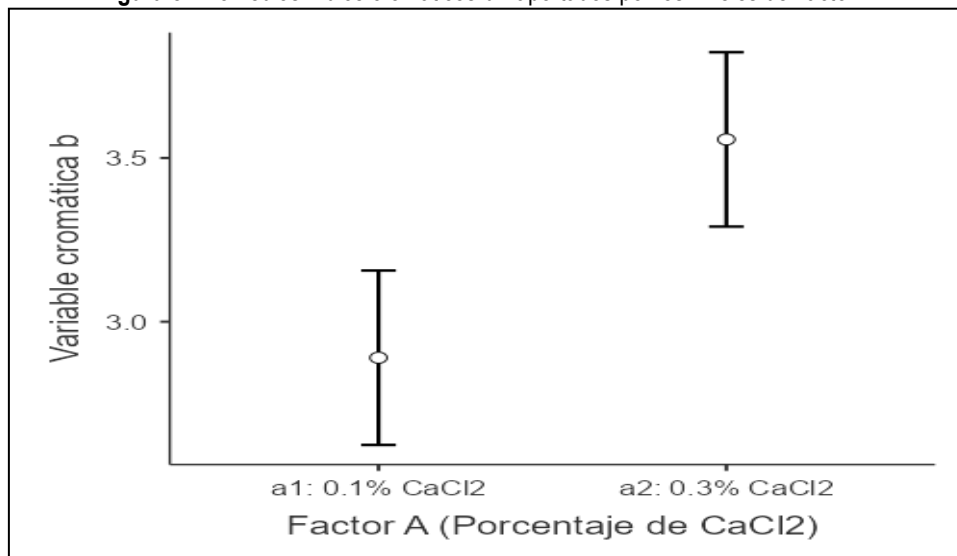
4.2.3. ÍNDICE CROMÁTICO b*

En la tabla 24 se presenta el análisis de varianza para los datos de la variable índice cromático b*, donde se aprecia que los niveles del factor A, B y su interacción tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre la variable respuesta (Sig. < 0.05).

Tabla 24. Análisis de varianza para el indicador cromático b*.

Origen	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Factor A (Porcentaje de cloruro de calcio)	2.00	1	2.00	14.9	0.002
Factor B (Tiempo de esterilización)	7.65	2	3.823	28.4	< .001
Factor A * Factor B	4.28	2	2.138	15.9	< .001
Residuos	1.61	12	0.134		

Para establecer los efectos de los niveles del factor A (Porcentaje de CaCl_2) sobre la variable respuesta (figura 8), se aplicó un diagrama de las medias marginales, donde se aprecia que los porcentajes de CaCl_2 otorgaron distintas tonalidades amarillas (+b) para la conserva de pitahaya, no obstante, estos matices fueron más acentuados para aquellas conservas elaboradas con 0.3% CaCl_2 .

Figura 8. Promedios índice cromáticos b^* aportados por los niveles del factor A.

Espinoza (2023) evaluó el efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre las características fisicoquímicas, aceptabilidad y color de una conserva de carambola en almíbar, reportando que el CaCl_2 tuvo un efecto sobre el índice cromático b^* , lo cual se da al aumentar la temperatura, acercándose más al color amarillo. Esto es coincidente con los resultados presentados en la figura 8, donde se aprecia que, a mayores concentraciones de CaCl_2 , las tonalidades amarillas aumentan.

Por otra parte, para determinar los efectos del factor B (Tiempo de esterilización), se aplicó la prueba de Tukey al 5% de error, donde se aprecia que los niveles b_1 (20 min de esterilización) otorgó matices amarillos menos acentuados (b_+), mientras que tiempos de esterilización de 25 y 30 minutos, estadísticamente presentaron tonalidades amarillas más intensas, pero estadísticamente iguales, tal como se aprecia en la tabla 25.

Tabla 25. Comparación por parejas del Tukey para los niveles del factor B en relación de la variable cromática b^* .

Factor B (Tiempo de esterilización)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
b_1 : 20 min	6	2.313	
b_2 : 25 min	6		3.552
b_3 : 30 min	6		3.805
Sig.		1.000	0.820

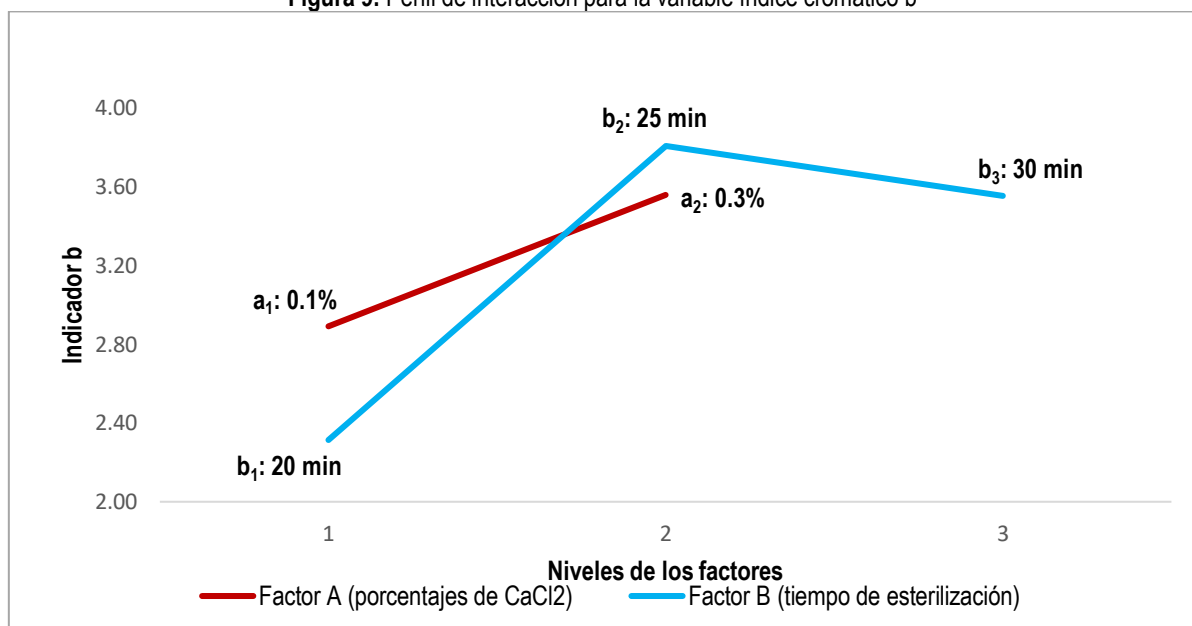
Vaca (2020) desarrolló una conserva de mango en almíbar, demostrando que la temperatura de esterilización ejerció efectos sobre el índice cromático b^* , alegando

que, el tratamiento que contenía una mayor concentración de azúcar en el almíbar presentó las tonalidades más amarillas, lo que tiene relación con las características del endulzante, el cual puede aportar pigmentos al producto final.

Por su parte, Murillo (2022) menciona que estos cambios de color están asociados a la degradación de betacianinas a través de reacciones de hidrólisis, deshidrogenación y descarboxilación, que dan origen a la generación de compuestos de tonalidad amarillo-naranja como el ácido betalámico, la neobetanina o la descarboxibetanina, lo cual es común cuando se trata de pitahaya, debido a que estas betacianinas están presentes en mayor proporción en las variedades de pulpa roja.

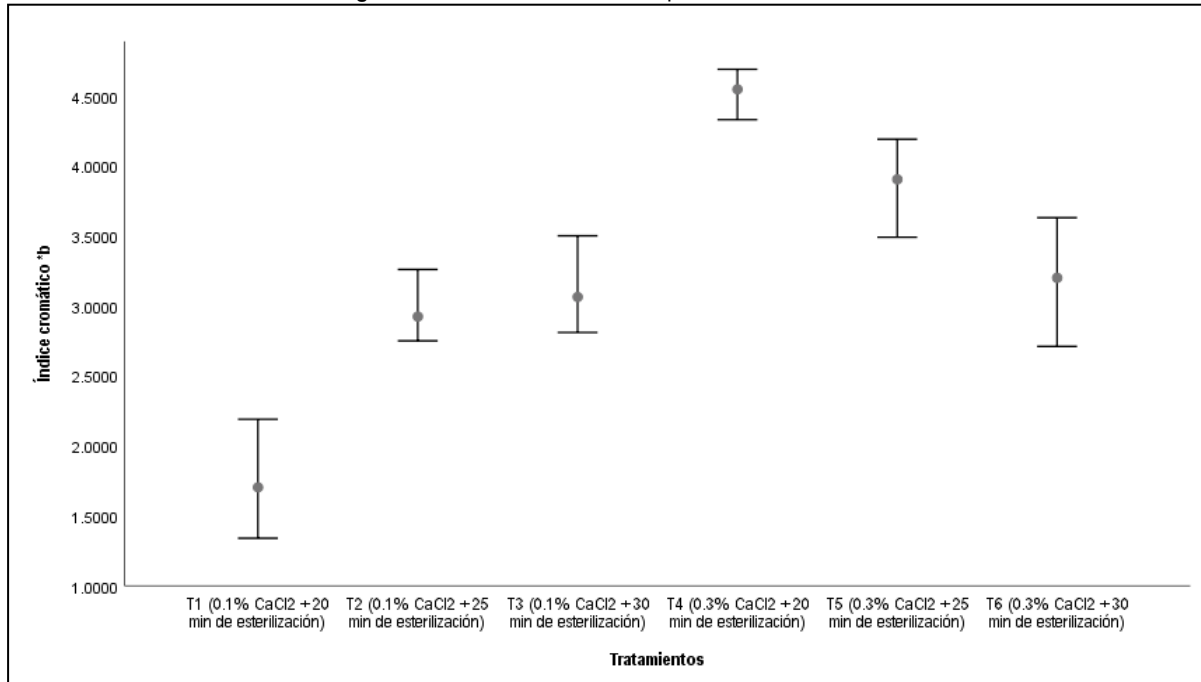
Por otra parte, en la figura 9 se aprecia que hubo interacción entre los niveles de los factores en estudio, donde se aprecia mayores medias cromáticas b^* (+b amarillo) para aquellas conservas esterilizadas durante 25 minutos y con la inclusión de 0.3% de CaCl_2 y matices más bajos para aquellas esterilizadas durante 20 minutos con la adición de 0.1% de CaCl_2 .

Figura 9. Perfil de interacción para la variable índice cromático b^*



En la figura 10 se aprecia que el T4 (0.3% CaCl_2 + 20 min de esterilización) presentó una mayor media cromática amarilla (+b), mientras que el T1 (0.1% CaCl_2 + 20 min de esterilización) presentó matices menos acentuadas de amarillo. Estos resultados ratifican los efectos significativos de los niveles de los factores en estudio sobre la variable respuesta.

Figura 10. Medias cromáticas b* para los tratamientos.



Murillo (2022) evaluó condiciones de un tratamiento enzimático para la elaboración de una pulpa de pitahaya, entre sus resultados reportó que, los cambios del color en esta fruta están relacionados con la exposición al calor y el tiempo, debido a que, los pigmentos de la pitahaya (betacianinas), al ser sensibles al calor, pierden estabilidad a temperaturas elevadas, mientras que su tasa de degradación se acelera con el aumento de la temperatura, además, a temperaturas desde los 50°C ya se evidencia una afectación significativa en el color por el deterioro de las betacianinas originales presentes en pitahaya.

Se demostró que estadísticamente no hay diferencias entre la luminosidad (L) de los tratamientos y el índice cromático a*, sin embargo, en el anexo 4-A se presentan los promedios del color CIE L*a*b para los tratamientos en estudio donde se aprecia que el T1 (0.1% CaCl₂ + 20 min de esterilización), evidenció una menor media para el índice cromático b (1.70), indicando una menor tonalidad amarilla en relación de los demás tratamientos, lo cual lo acerca a los colores inherentes de la pulpa de pitahaya (blanco), convirtiéndolo en el mejor tratamiento.

4.3. PREFERENCIA SENSORIAL DE LA PITAHAYA EN ALMÍBAR

La prueba no paramétrica de Friedman indicó diferencias estadísticas significativas (Sig. ≤ 0.05) entre las medias de los tratamientos, revelando que los catadores identificaron diferencias sensoriales, rechazando la hipótesis nula y aceptando la alternativa que sugiere que al menos uno de los tratamientos fue el de mayor preferencia entre los panelistas (tabla 26).

Tabla 26. Prueba de Friedman en relación a las preferencias sensoriales de los tratamientos.

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3, T4, T5 and T6 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	0.000	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05.				

Los tratamientos T4 y T1 se posicionaron en el primer subconjunto con los menores rangos promedios, indicando que, de acuerdo con la escala jerárquica utilizada (anexo 4-R y 4-S), fueron los de mayor preferencia entre los catadores al compartir categorías, mientras que el T3 y T2 fueron los de menor aceptación, posicionándose en el cuarto subconjunto con los mayores rangos promedios (tabla 27). De acuerdo con los resultados obtenidos, los factores en estudio influyeron sobre las percepciones de los catadores, evidenciado que las mejores combinaciones de niveles fueron: 0.3% CaCl_2 + 25 min esterilización y 0.1% CaCl_2 + 20 min esterilización, lo que concedió mejores características de textura a la conserva de pitahaya, atributo que pudo ser crucial durante la prueba sensorial.

Tabla 27. Prueba de subconjuntos homogéneos en relación de las preferencias sensoriales de los tratamientos.

Tratamientos	Subconjunto			
	1	2	3	4
T4 (0.3% CaCl_2 + 20 min esterilización)	1.921			
T1 (0.1% CaCl_2 + 20 min esterilización)	2.178			
T5 (0.3% CaCl_2 + 25 min esterilización)		2.816		
T6 (0.3% CaCl_2 + 30 min esterilización)			4.303	
T3 (0.1% CaCl_2 + 30 min esterilización)				4.75
T2 (0.1% CaCl_2 + 25 min esterilización)				5.033

Bermúdez (2021) estudió el efecto de la temperatura sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad de una conserva de pimiento, evidenciando a través de la prueba de Friedman, diferencias estadísticas significativas (Sig. < 0.05), demostrando que la temperatura y tiempo influyó sobre las percepciones sensoriales de los panelistas, siendo más aceptados aquellos tratamientos con un proceso

térmico de 95°C durante 25 minutos. Aunque los niveles de los factores en estudio difieren, se constató que, a mayor tiempo de esterilización, más evidentes son los cambios, como sucedió en los parámetros de color.

Por otra parte, Panta (2023) evaluó diferentes tratamientos térmicos sobre una conserva vegetal, evidenciado que los tratamientos sometidos a 102°C durante 23 y 27 minutos fueron los de mayores preferencias entre los catadores, mientras que aquellos esterilizados a 31 minutos mostraron características desfavorables. Estos autores plantearon como mejor tratamiento al T1 (0.1% CaCl_2 + 20 min esterilización), debido a que preservó las características organolépticas inherentes del producto. Estos resultados son coincidentes con los de esta investigación en relación a los tiempos de esterilización.

Espinoza (2023) estudió el efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la firmeza, características fisicoquímicas y aceptabilidad de carambola en almíbar, reportando que el tratamiento con la mayor aceptación por parte de los catadores presentó una concentración de 0.5% de CaCl_2 ; no obstante, es importante mencionar que en las prueba de firmeza, el mejor tratamiento tenía un porcentaje de 1% de CaCl_2 , evidenciando influencias por parte de otro factor (porcentaje de sacarosa), tal y como se lo aprecia en la presente investigación, donde fueron dos los tratamientos más preferidos, entre ellos, uno con la menor concentración de CaCl_2 (tabla 27).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En la conserva de pitahaya en almíbar, el CaCl_2 como agente endurecedor influyó significativamente en la acidez titulable, siendo óptima a una concentración de 0.3% (a_2). Además, un tiempo de esterilización de 30 minutos (b_3) resultó en los mejores valores de pH y acidez titulable. En términos de textura, tiempos de esterilización más cortos (20 minutos) mejoraron la dureza del producto, mientras que tiempos más largos (30 minutos) aumentaron la gomosidad y masticabilidad.
- Los tratamientos en estudio no influyeron sobre el índice de luminosidad y la coordenada cromática a^* (Sig. ≥ 0.05). No obstante, para la coordenada b^* los tratamientos evidenciaron diferencias estadísticas (Sig. < 0.05), donde el T1 presentó la menor media cromática amarilla ($+b$), siendo el tratamiento que más se acercó a los colores inherentes de la pulpa de pitahaya utilizada.
- La evaluación de la preferencia sensorial mediante la prueba de Friedman demostró que los tratamientos T4 (0.3% CaCl_2 + 20 min de esterilización) y T1 (0.1% CaCl_2 + 20 min de esterilización) fueron los más preferidos por los catadores no entrenados, al coincidir en categorías compartidas de manera estadísticamente significativa.

5.2. RECOMENDACIONES

- Establecer la concentración de CaCl_2 en 0.3% y un tiempo de esterilización de 30 minutos como parámetros óptimos para obtener un producto con mayor acidez y pH adecuado.
- Investigar más combinaciones de CaCl_2 y tiempos de esterilización para mejorar el color de la conserva. Si bien el tratamiento T1 presentó la menor intensidad de color amarillo, es necesario profundizar en el estudio de otros factores que puedan influir en las coordenadas cromáticas L, a^* y b^* , con el

objetivo de obtener un producto con un color más atractivo y uniforme e inherente a la pulpa de pitahaya utilizada.

- Tiempos más cortos de esterilización (20 minutos) favorecieron la dureza y tiempos largos (30 minutos) influyen en la gomosidad y masticabilidad de la conserva, por lo cual se recomienda probar otros tiempos que permitan mejorar el perfil de textura de la conserva de pitahaya.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, C. (2022). *Evaluación del proceso de enlatado sobre las características funcionales y físico químicas de la pitahaya (Selenicereus megalanthus) en almíbar*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13051/2/03%2>
- Alzamora, S. Guerrero, S. Nieto, A. y Vidales, S. (2002). *Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas*. <https://www.fao.org/3/y5771s/y5771s.pdf>
- Arias, L. (2016). *Efectos de los tratamientos térmicos sobre las propiedades nutricionales de las frutas y las verduras*. [Tesis de Grado, Universidad Lasallista de Colombia]. Repositorio Institucional. http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1763/1/Tratamientos_termicos_propiedades_frutas_verduras.pdf
- Ariffin, A., Bakar, J., Pin, C., & Rahman, A. (2009). *Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil*. https://www.researchgate.net/publication/223110712_Essential_fatty_acids_of_pitaya_dragon_fruit_seed_oil
- Astudillo, J. (2016). *Diseño e implementación del laboratorio de análisis sensorial para la empresa ITALIAMENTOS.CIA. LTDA*. [Tesis de Grado Universidad del Azuay]. Repositorio Institucional. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5203/1/11585.pdf>
- Bravo, M., Barazarte, H., y Gonzales, C. (2020). Evaluación fisicoquímica y sensoriales de una golosina tipo gomita a base de pulpa de parchita (*Pasiflora edulis*) endulzada con Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*). *Revista Científica A.S.A*, 21-58. <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/download/2830/1768/2926>
- Barreiro, M., Y Vera, L., (2017). *Efecto del ácido ascórbico en el pardeamiento enzimático de la pulpa de pitahaya (Hylocereus undatus) almacenada a diferentes temperaturas de congelación*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López"]. RepositorioS Institucional. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/634/1/TAI120.pdf>
- Bermudez, M. (2021). *Efecto de la temperatura de horneado y tratamiento térmico sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en conserva de pimiento piquillo (Capsicum annum L.) tipo artesano*. Tesis de pregrado. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Obtenido de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/8355/REP_MELISSA.BERMUDEZ_EFECTO.DE.LA.TEMPERATURA.DE.HORNEADO
- Campuzano, C. (2022). *Evaluación del contenido de polifenoles y sensometría de una confitura a base de pitahaya roja (Hylocereus monacanthus)* [Tesis de Grado,

- Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6690/1/T-UTEQ-129.pdf>
- Castellanos, A. (2022). *Pitahaya, Hylocereus undatus, características y cultivo, propiedades*. <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/pitaya-hylocereus-undatus>
- Chirinos, F., y Gargurevichi, D. (2021). *Efecto del tratamiento térmico en la degradación de los carotenoides en conserva de pimiento piquillo (Capsicum annuum) en salmuera*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.50>
- Choudhury, A. (2020). *Firming agents for improving shelf life of foods*. <http://www.fnbnews.com/Top-News/firming-agents-for-improving-shelf-life-of-foods-59436>
- Codex Alimentarius. (2016). *Food additive provisions in Codex standards for processed fruits and vegetables*. <https://n9.cl/327omn>
- Copa, M. (2017). “*Evaluación de la vida útil de la fragaria x ananassa duch (fresa) por efecto de la aplicación de cloruro de calcio y un recubrimiento comestible* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7166/1/27T0343.pdf>
- Cruz, P. (2023). La esterilización de los alimentos. <https://www.unileverfoodsolutions.es/ideas-menu/especial-hoteles/ingenieria-de-menu/esterilizacion-alimentos.html#:~:text=El%20proceso%20de%20esterilizaci%C3%B3n%20consiste,poder%20conservarlos%20durante%20largos%20periodos>
- El Universo. (2022). *Sobreproducción aqueja al sector de la pitahaya, que pide al Gobierno una ley para regular la actividad*. <https://n9.cl/ycyjj>
- ELIKA, (2017). *Aditivos alimentarios*. https://alimentos.elika.eus/wp-content/uploads/sites/2/2017/12/folleto_aditivos.pdf
- Espinoza, V. (2023). *Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la firmeza, sólidos solubles, color, pH, contenido de humedad y aceptabilidad general de rodajas de carambola (Averrhoa carambola) en almíbar*. Tesis de pregrado. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/17911/REP_VI VIANA.ESPINOZA_CONCENTRACION.DE.SACAROSA.pdf?sequence=
- FBC INDUSTRIES. (2020). *What is the purpose of calcium chloride in food*. <https://n9.cl/mjrfm7>
- García, F. (2019). *¿Cuáles son los parámetros para esterilizar en autoclave?* <https://la-respuesta.com/consejos-utiles/Cuales-son-los-parametros-para-esterilizar-en-autoclave/>

- García, M. (2014). *Análisis sensorial de alimentos*. UAEH. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/m1.html>
- Ghaidaa, A. y Hosahalli, S. (2020). The Effect of Sodium Alginate-Calcium Chloride Coating on the Quality Parameters and Shelf Life of Strawberry Cut Fruits. *Journal of Composites Science* 4(3). <https://www.mdpi.com/2504-477X/4/3/123>
- Granoble, P. y Acuría, J. (2022). La producción de Pitahaya Roja “Hylocereus Undatus” incide en su exportación en el de Manabí. *Revista Multidisciplinar*, 4 (12). <https://doi.org/10.53734/mj.vol4.id241>
- Guevara, A., y Cancino, K. (2015). *Elaboración de fruta en almíbar*. <http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/separata%20fruta%20en%20almibar.pdf>
- Gonzalo, C. (2019). *Determinación del rendimiento del colorante obtenido del fruto huito (Genipa americana L.) Durante el periodo de un año en la región de Ucayali, Perú*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú. <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4190/U>
- Google Earth. (2021). *Google maps*. <https://n9.cl/o7wl1>
- Gutiérrez, J., Santiago, Y., Hernández, A., Pinedo, J., López, G., y López, C. (2019). Influencia de los métodos de cocción sobre la actividad antioxidante y compuestos bioactivos de tomate (*Solanum lycopersicum L.*). *Nova Scientia*, 11(22), 53 - 68. doi:<https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1685>
- Herrera, C. (2019). *Efecto de tratamiento químico y térmico en la conservación post cosecha del tomate (Solanum lycopersicum L.)*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional De Cajamarca]. Repositorio Institucional. <https://n9.cl/bnqoh>
- Ibrahim, S., Mohamed, G & Khedr, A. (2018). Genus *Hylocereus*: Beneficial phytochemicals, nutritional importance, and biological relevance-A review. *Journal of Food Biochemistry* 42. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfbc.12491>
- IICA.INT. (2018). *La Pitahaya o Fruta del Dragón se fomenta significativamente en la República Dominicana*. <https://n9.cl/jtnhd>
- Igor, J y Andrade, V. (2010). Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja. *Revista Scielo Colombia*. <http://scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n2/v8n2a07.pdf>
- Jácome, C., Ledesma, F., Vega, T. y Iza, S. (2023). Utilización Industrial de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). https://www.593dp.com/index.php/593_Digital_Publisher/article/view/1693/1504

- Jain, V., Chawla, S., Choudhary, P & Jain, S. (2019). Post-harvest calcium chloride treatments influence fruit firmness, cell wall components and cell wall hydrolyzing enzymes of Ber (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) fruits during storage. *Review Food Sci Technol.* 56(10). <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-019-03934-z>
- KONICA MINOLTA. (2023). *Medidor de Colorimetría CR-400*. <https://n9.cl/g96ek>
- Laboratorio De Investigación En Productos Agroindustriales. (2020). *Introducción a la elaboración de conservas*. <https://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/GUIA-CONSERVAS.pdf>
- López, P., Reinante, R., Grosso, N y Olmedo R. (2021). Tendencias en la percepción de los consumidores y adquirientes sobre los aditivos alimentarios. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 9 (1). <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/article/view/33214/34236>
- Llosa, F. (2017). “*Estudios de tratamiento térmico en conservas de alimentos de baja acidez utilizando monitores inalámbricos de temperatura*”. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2948/Q02-L446-T.pdf?sequence=1>
- Lovera, N. (2016). *Estudio del efecto de la impregnación con calcio en la preservación de papaya* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de La Plata]. Repositorio Institucional. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/52192/Documento_completo____.pdf?sequence=3
- Madrigal, O. (2010). *Análisis del comportamiento de mercado de la pitahaya (Hylocereus undatus) en Costa Rica*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835523>
- Mancilla, A. (2019). “*Esterilización comercial y su efecto en la calidad fisicoquímica, sensorial y microbiológica de conservas de picante a la TACNEÑA*”. Tesis de pregrado. Tesis de pregrado. Universidad Privada De Tacna, Tacna, Perú. <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/165>
- Medina, P y Mendoza, F. (2011). *Elaboración de mermelada y néctar a partir de la pulpa de pitahaya y determinación de capacidad antioxidante por el método dpph (1,1 difenil-2- picril hidrazila)*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2142/1/1075.pdf>
- Mesa, M. (2020). *Exportación de frutas exóticas al continente asiático; Pitahaya*. [Tesis de grado, Universidad de la Plata]. Repositorio Institucional.

<https://repositorioulaplata.articulo/pitahaya/exportacion/fruticola.477249742749774792441010498424884.pdf>

Mercurio. (2023). *La pitahaya ecuatoriana será exportada a China*. <http://elmercurio.com.ec/2023/04/04/pitahaya-ecuatoriana-exportacion-china/>

Monsalve, S. (2003) *El néctar de pitaya como una alternativa en la reducción de pérdidas postcosecha de esta fruta*. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1284&context=ing_alimentos

Mora, K. (2019). Mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) de origen trinitario (CCN-51) como medio antioxidante para la obtención de almíbar de manzana (*Pyrus malus* L.). [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c9e5b124-9b4d-470d-8536-4d204711b931/content>

Mu, B., Xue, J., Zhang, S & Li, Z. (2022). Effects of the Use of Different Temperature and Calcium Chloride Treatments during Storage on the Quality of Fresh-Cut "Xuebai" Cauliflowers. *Review Foods*.11(3). <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/3/442#:~:text=Treatment%20with%20temperature%20and%20CaCl,good%20nutritional%20quality%20of%20cauliflowers.>

Muñoz, K. (2022). Adición de hongo *Agaricus bisporus* como sustituto de la carne de cerdo en la calidad del chorizo ahumado tipo I. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Institucional. https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1761/1/TIC_AI04D.pdf

Murillo, A. (2022). *Evaluación de condiciones de un tratamiento enzimático para la elaboración de una pulpa de pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*)*. [Tesis de pregrado, Universidad de Costa Rica]. Repositorio Institucional. <https://repo.sibdi.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/20517/1/47039.pdf>

Nogales, D. (2018). Efecto de la forma y dimensión de muestras de queso fresco y velocidad de prueba sobre el análisis de perfil de textura instrumental. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Chimborazo]. Repositorio institucional. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4809/1/UNACH-EC-ING-IND-2018-0004.pdf>

Norma técnica ecuatoriana [NTE INEN, 2755]. (2005). *Coctel de fruta para conservas*.

Ortega, A. (2018). *Efecto de la concentración de cloruro de calcio en las propiedades texturales de un confite a partir de la raíz de jícama (*Smallanthus sonchifolius*)*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27309/1/AL%20661.pdf>

- Ostaiza, N. (2021). Pitahaya fruto milagroso que es exportado por toneladas cada año a China. *Revista de Agroimpacto*.
<https://revistaagroimpacto.peru.articulo/pitahaya.477249742749774792441010498424884.pdf>
- Panta, T. (2023). *Evaluación del tratamiento térmico en proceso de conservas del pimiento – ECOSAC PIURA, 2022*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú.
<https://repositorio.unp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b34a4a7f-124d-4f50>
- Piante, D y López, M. (2019). *Conservación de alimentos*.
https://intec.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/sites/15/2019/09/depiante_conservacion_de_alimentos_201909.pdf
- Plumapiedra, S. (2016). A Complete Course in Canning and Related Processes || Canning of fruit. *Review Science Direct* 3.
[sciencedirect.com/book/9780857096791/a-complete-course-in-canning-and-related-processes](https://www.sciencedirect.com/book/9780857096791/a-complete-course-in-canning-and-related-processes)
- Prado, R. (2020). Elaboración de conservas de frutas. Tesis de grado. Universidad Nacional San Luis Gonzaga.
<https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8f85708a-91d4-4e71-9c7d-528f58fc3646/content>
- Rengifo, A. (2022). Exportación de Pitahaya; ¿Beneficioso o no? *Revista Agroalimentaria*.
<https://exportacion/pitahaya.articulo.revistagroalimentaria.81371094'8'57975825896.pdf>
- Reis, R., Ramos, A., Regazzi, A., Minim, V y Stringueta, P. (2006). Almacenamiento de mango secado: análisis fisicoquímico, microbiológico, color y sensorial. ME. *Revista Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5(3).
<https://www.redalyc.org/pdf/724/72450307.pdf>
- Rodríguez, S., Generoso, S., Guitierrez, D y Questa A. (2015). *Aplicación del análisis sensorial en la evaluación de la calidad de productos frescos cortados*.
https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/72476/CONICET_Digital_Nro.579a8d08-a2a7-4b80-952e-482e4b24df93_B.pdf.pdf?sequence=5
- Salazar, G., García, R., Barberán, T y Sánchez. L. (2021). High-Pressure Processing vs. Thermal Treatment: Effect on the Stability of Polyphenols in Strawberry and Apple Products. *Review Foods*. 10(12).
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34945472/>

- Sotomayor, A., Pitizaca, S., Sánchez, M., Burbano, A., Díaz, A., Nicolalde, J., Vargas, Y. (2019). Evaluación físico química de fruta de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de desarrollo. *Enfoque UTE*, 10(1), 89 - 96. [https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5385/1/F%C3%](https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5385/1/F%C3%96)
- Tamime, A. (2007). Tamime and Robinson, Yoghurt || Background to manufacturing practice. *Review Elsevier*. <https://shop.elsevier.com/books/tamime-and-robinsons-yoghurt/tamime/978-1-84569-213-1>
- Thakur, R. Shaikh, H. Gat & Waghmare, R. (2019). Effect of calcium chloride extracted from eggshell in maintaining quality of selected fresh-cut fruits. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, Review International Agricultural Organic Wastw Recycling*. https://ijrowa.isfahan.iau.ir/article_670846.html#:~:text=Results%20Calcium%20chloride%20extracted%20from,shelf%2Dlife%20for%2020%20days.
- Tran, D., Yen, C & Chen, Y. (2015). Effects of bagging on fruit characteristics and physical fruit protection in red pitaya (*Hylocereus spp.*). *Biological Agriculture and Horticulture: An International Journal for Sustainable Production Systems. Review Semantic Scholar*. https://www.researchgate.net/publication/276255314_Effects_of_bagging_on_fruit_characteristics_and_physical_fruit_protection_in_red_pitaya_Hylocereus_spp
- Terra Food Tech. (2022). La importancia del pH de los alimentos. <https://www.terrafoodtech.com/metodos-de-conservacion-de-alimentos/>
- Tze, N., Han, C & Yusof, Y. (2012). Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. *Review Food Science and Biotechnology 21*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10068-012-0088-z>
- Universidad Nacional de la Plata [UNP]. (s.f.). *Introducción a la elaboración de conservas*. <https://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/GUIA-CONSERVAS.pdf>
- Vaca, P. (2020). *Efecto del endulzante en las características físicoquímicas del mango (Mangifera indica) en almíbar*. Tesis de pregrado. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/89ff97c8-d6d6-47a4-967d-371c69bcdfe7/content>
- Valdés, M., Delgado, J., Londoño, L., & Rodríguez, R. (2023). Sistema de medición del color como parámetro de calidad en la industria de alimentos. *Revista Temas Agrarios*, 28(1), 69 - 81. doi:<https://doi.org/10.21897/rta.v28i1.3200>
- Valles, A. (2021). *Efecto de la concentración de pectinasas y temperatura de aplicación en la clarificación de zumo de piña (Annanas comosus L.) como*

- Líquido de cobertura para la elaboración de conservas de carambola (Averrhoa carambola L.) en Pucallpa.* [Tesis de Grado, Universidad Nacional De Ucayali]. Repositorios Institucional.
http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4693/UNU_AGROINDUSTRIAS_2021_T_ALICIA-VALLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vargas, L., Tamayo, J., Centurión, A., Tamayo, E., Saucedo, C y Sauri, E. (2010). Vida útil de pitahaya (*Hylocereus undatus*) mínimamente procesada. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 11(2).
<https://www.redalyc.org/pdf/813/81315809007.pdf>
- Velásquez, G., Collado, R., Cruz, R., Velasco, A y Rosales, J. (2019). Reacciones de hipersensibilidad a aditivos alimentarios. *Revista alergia México*, 66(3).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902019000300329
- Verona, A., Urcia, J y Paucar, L. (2020). Pitahaya (*Hylocereus spp.*) Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Revista Scientia Agropecuaria*, 11(3).
<https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>
- Vertedor, D., Rodríguez, N., Marx, I., Veloso, A., Pérez, A & Pereira, J. (2020). Impact of thermal sterilization on the physicochemical-sensory characteristics of Californian-style black olives and its assessment using an electronic tongue. *Review Food Control* 117. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107369>
- Yanes, V. (2018). *Correlación existente entre el contenido de sólidos solubles totales y grado de acidez con las longitudes de ondas obtenidas mediante la espectroscopia Vis / NIR en la poscosecha del cultivo de la frutabomba (Carica papaya L .).* Tesis de pregrado.Universidad Central Marta Abreu de Las Villa, Santa Clara. <https://dspace.uclv.edu.cu/server/api/core/bitstreams>
- Zambrano, M., Vera, T., Muñoz, M y Zambrano, D. (2021). Efecto de concentraciones de miel de abeja en la producción de una conserva en almíbar con fruta de pitahayas (*Hylocereus undatus*) y (*Cereus ocampis*). *Revista Alimentos, Ciencia e Ingeniería* 29 (1).
<https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/aci/article/view/1413/2026>

ANEXOS

Anexo 1.

Anexo 1-A. Resultados de los análisis fisicoquímicos en la conserva de pitahaya en almíbar.

TRATAMIENTOS	pH	ACIDEZ (%)
1	5,57	0,20
1	5,57	0,19
1	5,57	0,20
2	5,42	0,18
2	5,59	0,17
2	5,5	0,16
3	5,41	0,19
3	5,28	0,14
3	5,34	0,17
4	5,48	0,16
4	5,42	0,16
4	5,45	0,16
5	5,42	0,16
5	5,44	0,21
5	5,43	0,19
6	5,41	0,31
6	5,28	0,29
6	5,34	0,30



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL

ESTUDIANTES: ANGELA YOMIRA ORMAZA CEVALLOS **TIPO DE MUESTRA:** CONSERVAS DE PITAHAYA EN ALMÍBAR
 DEXCY ROSSANA ZAMBRANO FERNÁNDEZ **N.º DE MUESTRAS:** 18
DIRECCIÓN: CALCETA – MANABÍ – ECUADOR
FECHA DE INICIO: 10/10/2023 **FECHA DE CULMINACIÓN:** 14/10/2023


ING. JORGE TECCA DELGADO
TÉCNICO DE LAB. DE BROMATOLOGÍA



Anexo 2. Perfil de textura

Anexo 2-A. Resultados de análisis fisicoquímicos de perfil de textura de los tratamientos para las variables: dureza, adhesividad, Cohesividad y fuerza adhesiva, gomosidad, elasticidad y masticabilidad.

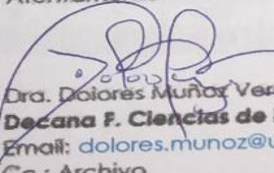
Facultad de Ciencias de la Vida
y Tecnologías

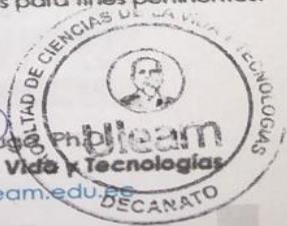
FACTOR A	FACTOR B	TEXTURA						
		Dureza (N)	Adhesividad (g)	Cohesividad	Fuerza Adhesiva	Gomosidad (N)	Elasticidad (mm)	Masticabilidad
1	1	2,16198	0,00123	0,00000	-0,0688	0,00000	0,00000	0,00000
1	1	2,27737	0,00016	0,00000	-0,1314	0,00000	0,00000	0,00000
1	1	2,39801	0,00047	0,00000	-0,0939	0,00000	0,00000	0,00000
2	1	1,99501	-0,0001	0,00000	-0,1597	0,00000	0,00000	0,00000
2	1	2,27793	-0,0006	0,00000	-0,1489	0,00000	0,00000	0,00000
2	1	1,64811	0,00070	0,00000	-0,0408	0,00000	0,00000	0,00000
1	2	7,83356	-0,0042	0,00000	-0,4381	0,00000	0,00000	0,00000
1	2	2,93342	-0,0005	0,00000	-0,1163	0,00000	0,00000	0,00000
1	2	6,74901	-0,0048	0,00000	-0,2673	0,00000	0,00000	0,00000
2	2	9,69362	-0,0086	0,06116	-0,7666	0,59283	0,19663	0,11657
2	2	9,32264	0,00502	0,05714	-0,2031	0,18126	0,16453	0,12461
2	2	2,50697	-0,0018	0,07936	-0,1054	0,18341	0,17568	0,10893
1	3	8,87887	0,00414	0,09382	-0,2159	0,83300	0,16938	0,12543
1	3	4,36870	0,00034	0,08173	-0,1478	0,78461	0,14834	0,11781
1	3	4,89442	-0,0010	0,09281	-0,2674	0,88532	0,18431	0,13640
2	3	12,2998	-0,0001	0,02394	-0,2527	0,29451	0,19371	0,13260
2	3	13,6055	0,00168	0,03247	-0,235	0,26347	0,17246	0,14791
2	3	8,76554	0,00022	0,05682	-0,1535	0,22165	0,14362	0,16574

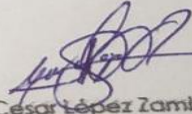
TRATAMIENTO	TEXTURA						
	Dureza (N)	Adhesividad (g)	Cohesividad	Fuerza Adhesiva	Gomosidad (N)	Elasticidad (mm)	Masticabilidad
1	2,27912	0,00062	0,00000	-0,0980	0,00000	0,00000	0,00000
2	1,97368	0,00000	0,00000	-0,1165	0,00000	0,00000	0,00000
3	5,83866	0,00383	0,00000	-0,2739	0,00000	0,00000	0,00000
4	7,17441	0,00514	-0,0018	0,3584	0,31915	0,17894	0,11670
5	6,04733	0,00116	0,00116	-0,2170	0,83431	0,16801	0,12671
6	11,5570	0,00060	0,03774	-0,2137	0,25987	0,16791	0,15802

Particular que informamos para fines pertinentes.

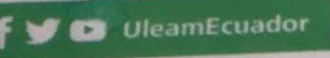
Atentamente


Dra. Dolores Muñoz Verdugo, Ph.D.
Decana F. Ciencias de la Vida y Tecnologías
Email: dolores.munoz@uleam.edu.ec
Cc.: Archivo.




Ing. Cesar López Zambrano Mg.
Coordinador de Laboratorio
Email: cesar.lopez@uleam.edu.ec

623-740 ext. 127 / 05-2622758
Circunvalación Vía a San Mateo
www.uleam.edu.ec/facultades/




Anexo 3. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis

Anexo 3-A: Prueba de hipótesis de Kruskal Wallis en función del perfil de textura de los tratamientos

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Dureza es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.019	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Adhesividad es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.355	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de Cohesividad es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.005	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de Fuerza adhesiva es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.17	Retener la hipótesis nula.
5	La distribución de Gomosidad es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.006	Rechazar la hipótesis nula.
6	La distribución de Elasticidad es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.011	Rechazar la hipótesis nula.
7	La distribución de Masticabilidad es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.006	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05.				

Anexo 4. Análisis de color

Anexo 4-A. Análisis de color de los tratamientos.



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

Facultad de Ciencias de la Vida
y Tecnologías

CERTIFICACIÓN

Manta, 18 de diciembre del 2023



La Decana de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías y el Coordinador de Laboratorios de la Carrera de Agroindustrias, certifica que:

Una vez realizados los estudios correspondientes en el Laboratorio de Lácteos, se emite este documento con resultados de los siguientes análisis: Determinación de perfil de textura y color en muestras de pitahaya, dichos análisis corresponden al trabajo de titulación "Influencia de los porcentajes de agente endurecedor y tiempo de esterilización en la calidad de pitahaya en almíbar", de Ormazza Cevallos Angela Yomira y Zambrano Fernández Dexcy Rossana. Estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica de Manabí- Manuel Félix López.

FACTOR A	FACTOR B	Color		
		l	a	b
1	1	42.29	-2.23	2.19
1	1	40.32	-2.2	1.58
1	1	39.66	-1.97	1.34
2	1	37.23	-2.48	2.76
2	1	49.89	-2.33	3.26
2	1	44.02	-2.36	2.73
1	2	43.27	-2.58	3.50
1	2	42.89	-2.69	2.88
1	2	44.85	-2.4	2.81
2	2	38.01	-2.46	4.69
2	2	42.88	-2.45	4.33
2	2	39.43	-2.73	4.62
1	3	40.62	-2.52	3.49
1	3	35.04	-2.32	4.19
1	3	42.84	-2.1	4.03
2	3	38.51	-2.3	2.71
2	3	42.07	-2.43	3.26
2	3	41.32	-2.56	3.63

Color	l	a	b
Tratamiento 1	40.75	-2.13	1.70
Tratamiento 2	43.71	-2.39	2.92
Tratamiento 3	43.67	-2.55	3.06
Tratamiento 4	40.10	-2.54	4.54
Tratamiento 5	39.56	-2.31	3.90
Tratamiento 6	40.63	-2.43	3.20

623-740 ext. 127 / 05-2622758
 Circunvalación Vía a San Mateo
www.uleam.edu.ec/facultades/

  UleamEcuador

Anexo 4. Pruebas de talleres y laboratorio



Anexo 4-A. Materia Prima



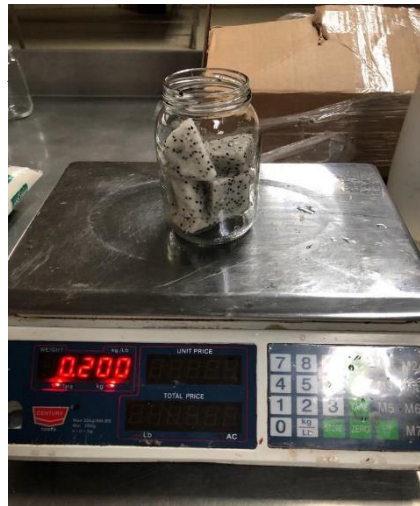
Anexo 4-B. Lavado



Anexo 4-C. Pelado



Anexo 4-D. Troceado



Anexo 4-E. Pesado



Anexo 4-F. Preparación de almíbar



Anexo 4-G. Esterilización de envases



Anexo 4-H. Llenado



Anexo 4-I. Peso final de la muestra



Anexo 4-J. Esterilización (Autoclave)



Anexo 4-K. Enfriado



Anexo 4-L. Producto final después de la esterilización



Anexo 4-M. Determinación de pH



Anexo 4-N. Determinación de acidez titulable



Anexo 4-Ñ. Determinación de perfil de textura



Anexo 4-O. Determinación de color



Anexo 4-P. Prueba sensorial por catadores no entrenados



Anexo 4-Q. Prueba sensorial por catadores no entrenados

ESPAMMFL		AGROINDUSTRIA	
EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA CONSERVA DE PITAHAYA EN ALMIBAR			
INDICACIONES: Usted ha recibido 6 muestras codificadas de una conserva de pitahaya en almibar, una vez que las pruebe, debe ordenarlas de acuerdo a su preferencia desde la más agradable hasta la menos agradable en decir de izquierda a derecha. Tome en cuenta tomar agua después de cada muestra.			
Más agradable	650	124	223
	60		120
Menos agradable			
INDICACIONES: Usted ha recibido 6 muestras codificadas de una conserva de pitahaya en almibar, una vez que las pruebe, debe ordenarlas de acuerdo a su preferencia desde la más agradable hasta la menos agradable en decir de izquierda a derecha. Tome en cuenta tomar agua después de cada muestra.			
Más agradable	203	85	226
	12		88
Menos agradable			
EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA CONSERVA DE PITAHAYA EN ALMIBAR			
INDICACIONES: Usted ha recibido 6 muestras codificadas de una conserva de pitahaya en almibar, una vez que las pruebe, debe ordenarlas de acuerdo a su preferencia desde la más agradable hasta la menos agradable en decir de izquierda a derecha. Tome en cuenta tomar agua después de cada muestra.			
Más agradable	263	208	145
	35		125
Menos agradable			
EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA CONSERVA DE PITAHAYA EN ALMIBAR			
INDICACIONES: Usted ha recibido 6 muestras codificadas de una conserva de pitahaya en almibar, una vez que las pruebe, debe ordenarlas de acuerdo a su preferencia desde la más agradable hasta la menos agradable en decir de izquierda a derecha. Tome en cuenta tomar agua después de cada muestra.			
Más agradable	20	264	208
	35		125
Menos agradable			

Anexo 4-R. Fichas de resultado de catación por ordenamiento

ESPAMMFL		AGROINDUSTRIA	
EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA CONSERVA DE PITAHAYA EN ALMIBAR			
INDICACIONES: Usted ha recibido 6 muestras codificadas de una conserva de pitahaya en almibar, una vez que las pruebe, debe ordenarlas de acuerdo a su preferencia desde la más agradable hasta la menos agradable en decir de izquierda a derecha. Tome en cuenta tomar agua después de cada muestra.			
Más agradable	123	21	243
	202		14
Menos agradable			
INDICACIONES: Usted ha recibido 6 muestras codificadas de una conserva de pitahaya en almibar, una vez que las pruebe, debe ordenarlas de acuerdo a su preferencia desde la más agradable hasta la menos agradable en decir de izquierda a derecha. Tome en cuenta tomar agua después de cada muestra.			
Más agradable	12	220	14
	22		281
Menos agradable			
EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA CONSERVA DE PITAHAYA EN ALMIBAR			
INDICACIONES: Usted ha recibido 6 muestras codificadas de una conserva de pitahaya en almibar, una vez que las pruebe, debe ordenarlas de acuerdo a su preferencia desde la más agradable hasta la menos agradable en decir de izquierda a derecha. Tome en cuenta tomar agua después de cada muestra.			
Más agradable	126	275	297
	46		123
Menos agradable			
EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA CONSERVA DE PITAHAYA EN ALMIBAR			
INDICACIONES: Usted ha recibido 6 muestras codificadas de una conserva de pitahaya en almibar, una vez que las pruebe, debe ordenarlas de acuerdo a su preferencia desde la más agradable hasta la menos agradable en decir de izquierda a derecha. Tome en cuenta tomar agua después de cada muestra.			
Más agradable	179	45	237
	277		64
Menos agradable			
EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA CONSERVA DE PITAHAYA EN ALMIBAR			
INDICACIONES: Usted ha recibido 6 muestras codificadas de una conserva de pitahaya en almibar, una vez que las pruebe, debe ordenarlas de acuerdo a su preferencia desde la más agradable hasta la menos agradable en decir de izquierda a derecha. Tome en cuenta tomar agua después de cada muestra.			
Más agradable	240	359	2
	267		83
Menos agradable			

Anexo 4-S. Fichas de resultado de catación por ordenamiento

Anexo 5. Códigos de catación

Anexo 5-A. Códigos designados para cada catador

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6
	0	51	101	151	201	251
	50	100	150	200	250	300
Catadores						
1	41	57	120	179	232	268
2	47	82	126	160	209	294
3	40	71	126	175	211	281
4	37	78	132	160	202	254
5	14	68	149	158	226	255
6	37	52	127	172	235	263
7	36	85	119	169	212	298
8	46	100	123	186	225	297
9	2	83	128	154	240	267
10	45	84	137	179	237	277
11	27	57	115	160	228	274
12	14	60	144	166	247	278
13	45	79	124	196	216	272
14	11	55	102	156	243	261
15	4	82	135	160	221	279
16	10	64	138	163	222	261
17	2	98	127	153	210	279
18	35	78	113	151	237	285
19	49	96	142	193	249	273
20	33	68	111	184	206	262
21	6	64	135	176	243	251
22	4	86	146	152	242	291
23	13	70	145	162	238	271
24	14	53	147	155	209	264
25	24	51	114	177	212	292
26	43	59	148	197	228	264
27	2	94	147	167	204	280
28	49	86	146	200	233	288
29	50	54	127	193	211	263
30	22	53	138	191	206	276
31	21	76	128	188	250	289
32	23	84	124	169	240	283
33	7	58	106	171	236	261
34	33	99	114	151	205	272
35	24	79	102	152	201	273
36	2	73	123	187	205	267
37	38	52	114	176	240	293
38	9	98	133	173	238	289
39	20	58	146	186	204	297
40	9	68	101	154	226	282
41	28	74	139	163	248	263
42	14	83	102	178	242	299
43	47	61	101	190	223	294
44	20	71	126	176	234	295
45	3	66	126	180	233	299
46	24	90	109	189	216	262
47	40	60	130	177	248	255
48	36	85	136	195	208	289
49	40	52	141	191	201	267
50	25	57	108	200	226	283
51	50	73	149	181	230	286
52	8	84	124	187	222	254
53	13	71	135	183	248	300
54	24	84	147	158	210	286
55	34	99	146	194	229	290
56	40	59	140	191	232	265
57	36	64	134	153	220	253
58	3	93	147	164	236	281
59	9	76	135	157	238	266
60	14	91	139	184	209	274
61	19	81	137	151	224	290
62	3	52	117	196	247	262
63	20	52	118	177	203	277
64	45	97	105	191	236	286
65	46	57	127	154	210	298
66	21	74	141	166	207	263
67	48	86	116	156	215	264
68	31	71	132	165	210	268
69	38	88	132	163	245	295
70	19	55	106	158	210	258
71	9	64	132	178	201	279
72	13	72	117	168	209	261
73	1	54	135	187	212	279
74	14	98	130	162	217	261
75	22	61	113	181	226	271