

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

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.

Área de Investigación:

Producción Alimentaria

Autor:

Espinoza Sampe, Viviana Emily

Jurado Evaluador:

Presidente: Huanes Mariños, Milton Americo

Secretario: Márquez Villacorta, Luis Francisco

Vocal: Vásquez Senador, Max Martín

Asesor:

Pretell Vásquez, Carla Consuelo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7651-9034>

TRUJILLO - PERU

2023

Fecha de sustentación: 12/12/2023

Turnitin

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

vsip.info

Fuente de Internet

2%

2

www.pulevasalud.com

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

biblioteca.usac.edu.gt

Fuente de Internet

2%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Pretell Vásquez Carla, docente del Programa de Estudio de Ingeniería en Industrias Alimentarias, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada: “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, autora Viviana Emily Espinoza Sampe, dejo constancia lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 06%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el 04 de diciembre de 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 04 de diciembre de 2023

Asesor: Carla Consuelo Pretell Vásquez
DNI: 41585099

Autor: Viviana Emily Espinoza Sampe
DNI: 45074698

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7651-9034>

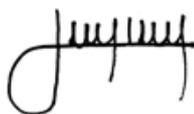
Firma:



Firma:



La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. Dr. Milton Americo Huanes Mariños

PRESIDENTE



Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta

SECRETARIO



Ing. Mg. Max Martín Vásquez Senador

VOCAL



Ing. Dr. Carla Consuelo Pretell Vásquez

ASESOR

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar dedico la presente tesis a Dios por ser mi fortaleza en los momentos más duros que me ha tocado vivir.

A mi mami Taty, mi abuelita querida, por haberme criado con valores, con principios, con educación y por sus consejos que me brindó día a día para hacer de mí una mejor persona.

A mis padres Ladislao Espinoza e Isolda Sampe, por su confianza brindada, porque siempre creyeron en mí y sabían que iba a cumplir con una de mis metas trazadas en mi vida profesional.

A mis hermanos Roy y Néida porque me apoyaron moralmente durante toda mi vida universitaria y me enseñaron a ser persistente para lograr mi objetivo.

AGRADECIMIENTO

La vida se encuentra plegada de retos, y uno de ellos es la universidad, por ello agradezco a toda la plana docente de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por sus labores de formación académica, ética y humanística.

Agradezco a todas aquellas personas que hicieron posible esta investigación. De manera muy especial a la Ing. Dr. Carla Consuelo Pretell Vásquez, por haber aceptado la asesoría de esta tesis, por su constante dedicación, apoyo, orientación, motivación y su enseñanza brindada en estos años de formación profesional.

A mis padres y hermanos, por el apoyo incondicional, sus consejos permanentes permitiéndome alcanzar metas y forjarme un futuro en este competitivo mundo laboral.

Así mismo, agradecer a mi gran amigo Juan Carlos Castro, por creer en mí, por darme su mano en los momentos más difíciles de mi vida, por su confianza brindada y su constante motivación.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	III
APROBACION POR EL JURADO DE TESIS	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE CUADROS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCION	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	3
2.1. Carambola	3
2.1.1. Generalidades	3
2.1.2. Composición y valor nutricional	4
2.1.3. Variedades.....	5
2.2. Almíbar	6
2.2.1. Insumos que intervienen en la elaboración del almíbar	7
2.2.2. Sales cálcicas	8
2.3. Productos en conserva.....	10
2.4. Tratamiento térmico	11
2.4.1. Pasteurización	12
2.4.2. Unidades de pasteurización (UP)	12
2.5. Firmeza.....	13
2.6. Sólidos solubles.....	14
2.7. Color	15

2.8. pH.....	15
2.9. Contenido de humedad.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Materiales y equipos.....	17
3.1.1. Materiales.....	17
3.1.2. Equipos e instrumentos de laboratorio.....	17
3.1.3. Material volumétrico.....	18
3.1.4. Otros materiales.....	18
3.2. Método experimental.....	18
3.2.1. Esquema experimental.....	18
3.2.2. Diagrama de flujo para la elaboración de carambola en almíbar.....	20
3.2.3. Métodos de análisis.....	24
3.2.3.1. Firmeza.....	24
3.2.3.2. Sólidos solubles.....	24
3.2.3.3. Color.....	25
3.2.3.4. pH.....	25
3.2.3.5. Contenido de humedad.....	25
3.2.3.6. Aceptabilidad general.....	26
3.2.4. Método estadístico.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la firmeza de rodajas de carambola en almíbar.....	29
4.2. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre el contenido de sólidos solubles de rodajas de carambola en almíbar.....	32
4.3. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre el color de rodajas de carambola en almíbar.....	34
4.4. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre el pH en rodajas de carambola en almíbar.....	39
4.5. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre el contenido de humedad de rodajas de carambola en almíbar.....	41
4.6. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la aceptabilidad general de rodajas de carambola en almíbar.....	44

V. CONCLUSIONES	47
VI. RECOMENDACIONES	48
VII. BIBLIOGRAFÍA	49
VIII. ANEXOS	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición de la carambola en 100 g de parte comestible	4
Cuadro 2. Clasificación de los jarabes de acuerdo a su concentración en sólidos solubles	6
Cuadro 3. Parámetros base para el tratamiento térmico	13
Cuadro 4. Clasificación del producto a elaborar, según la concentración de sólidos solubles	14
Cuadro 5. Prueba de Levene para la firmeza de rodajas de carambola en almíbar.	30
Cuadro 6. Análisis de varianza para la firmeza de rodajas de carambola en almíbar.	30
Cuadro 7 . Prueba de Duncan para la firmeza de rodajas de carambola en almíbar.	31
Cuadro 8. Prueba de Levene para el contenido de sólidos solubles de rodajas de carambola en almíbar.....	33
Cuadro 9. Análisis de varianza para el contenido de sólidos solubles de rodajas de carambola en almíbar.....	33
Cuadro 10. Prueba de Duncan para el contenido de sólidos solubles de rodajas de carambola en almíbar.....	34
Cuadro 11. Prueba de Levene para el color (L*) de rodajas de carambola en almíbar.	35
Cuadro 12. Análisis de varianza para el color (L*) de rodajas de carambola en almíbar.	36
Cuadro 13. Prueba de Levene para el parámetro de color a* de rodajas de carambola en almíbar.....	37
Cuadro 14. Análisis de varianza para la cromaticidad a* de rodajas de carambola en almíbar.....	37
Cuadro 15. Prueba de Levene para la cromaticidad b* de rodajas de carambola en almíbar.	38
Cuadro 16. Análisis de varianza para la cromaticidad b* de rodajas de carambola en almíbar.....	38

Cuadro 17. Prueba de Levene para el pH de rodajas de carambola en almíbar.	40
Cuadro 18. Análisis de varianza para el pH de rodajas de carambola en almíbar.	40
Cuadro 19. Prueba de Duncan para el pH de rodajas de carambola en almíbar	41
Cuadro 20. Prueba de Levene para el contenido de humedad de rodajas de carambola en almíbar.....	42
Cuadro 21. Análisis de varianza para el contenido de humedad en la concentración de sacarosa y cloruro de calcio de rodajas de carambola en almíbar.....	42
Cuadro 22. Prueba de Duncan para el contenido de humedad de rodajas de carambola en almíbar.....	43
Cuadro 23. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general de rodajas de carambola en almíbar.....	45
Cuadro 24. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general de rodajas de carambola en almíbar.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Esquema experimental para la investigación sobre carambola en almíbar.	19
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de carambola en almíbar	20
Figura 3. Ficha de evaluación de la aceptabilidad general para rodajas de carambola en almíbar.....	27
Figura 4. Firmeza para los diferentes tratamientos de rodajas de carambola en almíbar	29
Figura 5. Contenido de sólidos solubles en los diferentes tratamientos de rodajas de carambola en almíbar	32
Figura 6. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la luminosidad (L*)	35
Figura 7. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la cromaticidad a*	36
Figura 8. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la cromaticidad b*	37
Figura 9. pH de los diferentes tratamientos de rodajas de carambola en almíbar.	39
Figura 10. Contenido de humedad en los diferentes tratamientos de rodajas de carambola en almíbar.....	41
Figura 11. Aceptabilidad general en los diferentes tratamientos de rodajas de carambola en almíbar.....	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Leyenda de los diferentes tratamientos.....	54
Anexo 2. Resultados de la evaluación de la carambola en fruto fresco	54
Anexo 3. Resultados de la firmeza (N) de rodajas de carambola en almíbar...	55
Anexo 4. Resultados de los sólidos solubles (°Brix) de rodajas de carambola en almíbar	55
Anexo 5. Resultados del pH de rodajas de carambola en almíbar	55
Anexo 6. Resultados del contenido de humedad (%) de rodajas de carambola en almíbar	56
Anexo 7. Resultados y promedio de la aceptabilidad general de rodajas de carambola en almíbar.....	57
Anexo 8. Resultados del color de rodajas de carambola en almíbar.....	58
Anexo 9. Datos experimentales del tratamiento térmico: Data Trace.....	60

RESUMEN

Se evaluó el 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 en almíbar. Las frutas fueron seleccionadas, desinfectadas, peladas y cortadas. Se procedió con la inmersión de la fruta al 0.5 y 1% de cloruro de calcio (CaCl_2), fueron escurridas, envasadas y se adicionó el almíbar de 30, 35 y 40 °Brix, posteriormente se procedió con el exhausting, pasteurización, enfriamiento y almacenamiento. Se obtuvieron nueve muestras: T1: 30 °Brix con 0% CaCl_2 , T2: 30 °Brix con 0.5% CaCl_2 , T3: 30 °Brix con 1% CaCl_2 , T4: 35 °Brix con 0% CaCl_2 , T5: 35 °Brix con 0.5% CaCl_2 , T6: 35 °Brix con 1% CaCl_2 , T7: 40 °Brix con 0% CaCl_2 , T8: 40 °Brix con 0.5% CaCl_2 , T9: 40 °Brix con 1% CaCl_2 ; las cuales fueron evaluadas en sus características fisicoquímicas. La aceptabilidad general fue evaluada como característica sensorial por parte de 30 jueces no entrenados, utilizando una escala hedónica de 9 puntos. El análisis estadístico se realizó con un nivel de confianza del 95%. La prueba de Levene demostró homogeneidad de varianzas. El análisis de varianza denotó efecto significativo sobre la firmeza, sólidos solubles, pH, contenido de humedad y aceptabilidad general; sin embargo, no se encontró efecto significativo en el color de rodajas de carambola en almíbar. Así mismo, mediante la prueba de Duncan se determinó que la muestra T9 obtuvo adecuada firmeza y la T5 adecuado sólidos solubles, pH y contenido de humedad. La prueba de Friedman denotó efecto significativo sobre la aceptabilidad general. Finalmente, la prueba de Wilcoxon demostró que la muestra T5 obtuvo la mayor aceptación sensorial en las rodajas de carambola en almíbar, con una moda de 8 puntos.

Palabras clave: carambola, sólidos solubles, almíbar, pH, cloruro de calcio.

ABSTRACT

The effect of the concentration of sucrose and calcium chloride on the firmness, soluble solids, color, pH, moisture content and overall sensory acceptability in carambola slices in syrup. The fruit was selected, sorted, washed, disinfected, peeled and cut. The fruit was dipped in 0.5 and 1% CaCl₂, then was drained, packaged and added syrup of 30, 35 and 40 °Brix, then proceeded with the exhausting, closed, pasteurizing, cooled and stored. Nine samples were obtained: T1: 30 °Brix with 0% CaCl₂, T2: 30 °Brix with 0.5% CaCl₂, T3: 30 °Brix with 1% CaCl₂, T4: 35 °Brix with 0% CaCl₂, T5: 35 °Brix with 0.5% CaCl₂, T6: 35 °Brix with 1% CaCl₂, T7: 40 °Brix with 0% CaCl₂, T8: 40 °Brix with 0.5% CaCl₂, T9: 40 °Brix with 1% CaCl₂; which they were evaluated on their physicochemical characteristics, as parametric variables. The overall sensory acceptability was evaluated by 30 judges with no training at all. Statistical analysis was applied with a confidence level of 95%. The modified Levene test showed homogeneity of variances for the parametric variables. The analysis of variance showed a significant effect of the concentration sucrose and calcium chloride sucrose on firmness, soluble solids, pH, moisture content and general acceptability; however, it was found no significant effect in the color of carambola slices in syrup. Also, the Duncan test determined that the T9 sample obtained adequate firmness and the T5 sample obtained adequate pH and soluble solids. The Friedman test showed a significant effect of the concentration sucrose and calcium chloride over the overall sensory acceptability.

Finally, Wilcoxon test showed that the T5 sample obtained the highest overall sensory acceptance of the carambola slices syrup, with a mode of 8 points.

Key words: cannon, soluble solids, syrup, pH, calcium chloride.

I. INTRODUCCION

La ciencia y tecnología de los alimentos representa una parte importante en el desarrollo de los países. Se denomina tecnología de alimentos a la aplicación de la ciencia en los procedimientos y medios que el hombre emplea en la transformación, conservación, almacenamiento y distribución de los productos al mercado, que estos sirven a la alimentación diaria de la humanidad (Flores, 2016).

Una creciente preocupación en temas de salud hace que las personas opten por consumir productos naturales, sanos, nutritivos y agradables. El consumo de frutas es una alternativa para mejorar la salud, puesto que contribuyen con una considerable cantidad de microelementos (Guerrero y otros, 2015).

Las frutas son una fuente básica e importante para la alimentación humana, por tal motivo se ha realizado este estudio en busca de aprovechar sus beneficios. Existe gran interés por el estudio de la composición y procesamiento de frutas exóticas como la carambola, sin embargo, existen pocos estudios que se han realizado sobre transformaciones tecnológicas, siendo el principal objetivo el de reducir las pérdidas que se producen durante esta etapa. Por este motivo, surge la necesidad de la aplicación de tecnologías de conservación como lo es la adición de una sustancia azucarada, denominada almíbar, con el objetivo de mantener y/o mejorar las propiedades nutricionales del alimento (Tello, 2016).

La carambola (*Averrhoa carambola*) es una fruta tropical exótica, perteneciente a la familia de las oxalidáceas, muy cotizada en los mercados internacionales, conocida como “fruta-estrella” o “star-fruit” (Andrade y otros, 2015).

Algunos pasos preliminares en la formulación de una conserva en almíbar, son: determinar la concentración de azúcar de la materia prima, por refractometría (°Brix); fijar la concentración de azúcar del producto final (°Brix); establecer la proporción de sólido que se ha de poner en el envase (Flores, 2016).

En el mercado existen productos similares como son el durazno, piña y cóctel de frutas, todos estos en almíbar, pero ninguno con carambola como ingrediente principal. Por lo señalado, es importante el estudio sobre frutas en almíbar ya que se entrega información técnica, que permitirá la industrialización y consumo de alimentos elaborados con carambola, dando valor agregado al mismo.

El problema planteado para esta investigación fue:

¿Cuál será el efecto de la concentración de sacarosa (30, 35 y 40 °Brix) y cloruro de calcio (0, 0.5 y 1 %) sobre la firmeza, sólidos solubles, color, pH, contenido de humedad y la aceptabilidad general de rodajas de carambola (*Averrhoa carambola*) en almíbar?

Los objetivos planteados fueron:

Evaluar el efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la firmeza, sólidos solubles, color, pH, contenido de humedad y la aceptabilidad general de rodajas de carambola en almíbar.

Determinar la concentración de sacarosa y cloruro de calcio que permitan obtener una firmeza apropiada, el mayor contenido de sólidos solubles, mejor color, pH, contenido de humedad y la mayor aceptabilidad general en rodajas de carambola en almíbar.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Carambola

2.1.1. Generalidades

La carambola (*Averrhoa carambola*) pertenece a la familia de la Oxalidacea, originaria de Asia tropical. En el Perú fue introducida por la Amazonía, por viajeros que hacían ruta por el Brasil, extendiéndose después a los departamentos de Huánuco, Madre de Dios y Cuzco (Cruz, 2014).

Los frutos son elipsoidales u ovoides con cinco costillas o prominencias longitudinales; en corte transversal aparecen como una estrella de cinco picos. A cada costilla o prominencia corresponde un lóculo con dos semillas planas.

Los frutos miden de 6 a 12 cm de largo por 3 a 6 cm de ancho. El epicarpio es amarillo, duro y brillante; el mesocarpio amarillo carnoso y ácido (Cruz, 2014).

La pulpa es jugosa de agradable fragancia y en las variedades más dulces poseen un sabor vivo, ligeramente ácido. Con el jugo se puede preparar una bebida refrescante y a partir de los frutos se pueden procesar mermeladas, jaleas y fruto cocido (Cruz, 2014).

La pulpa es muy blanda y jugosa, la de algunas líneas ligeramente ácida y la de otras, moderadamente dulce. Es agradable de comer al natural y pueden hacerse jaleas, gelatinas, conservas y refrescos (Sierra, 2016).

2.1.2. Composición y valor nutricional

El componente mayoritario de la carambola es agua (92%), lo que hace que esta fruta presente un bajo aporte calórico, así media taza de fruta aporta sólo 22 Cal (kJ).

La carambola aporta 0.75 g de fibra por 100 g de parte comestible, se trata de fibra soluble lo que le confiere a esta fruta propiedades laxantes. En cuanto a su aporte proteico (0.06 g por 100 g de parte comestible), posee 17 aminoácidos entre ellos la lisina. Su contenido graso es bajo (0.04 g por 100 g de parte comestible).

Esta fruta se destaca por su aporte de vitamina A y vitamina C además posee tiamina, riboflavina y niacina. En cuanto a su aportación mineral esta fruta es buena fuente de potasio (190 mg por 100 g de parte comestible), además de fósforo, hierro y calcio. En el Cuadro 1 se presenta la composición de la carambola en 100 g de parte comestible (Sierra, 2016).

Cuadro 1. Composición de la carambola en 100 g de parte comestible

Componentes mayores (g)		Minerales (mg)		Vitaminas (mg)	
Agua	92	Calcio	5	Caroteno (A)	90
Proteínas	0.06	Fósforo	18	Tiamina (B)	0.04
Grasas	0.04	Hierro	0.4	Rivoflavina (B2)	0.02
Carbohidratos	7	Potasio	190	Niacina(B5)	0.3
Fibra	0.75			Ac. Ascórbico (C)	35
Ceniza	0.35				

Fuente: Sierra (2016).

2.1.3. Variedades

Según el tamaño que presenten estas frutas sus características organolépticas y visuales será diferentes, así se puede diferenciar:

Las variedades de mayor tamaño: presentan un color dorado y un sabor más dulce con una leve nota de acidez.

Las variedades de menor tamaño: son de una tonalidad pálida verde o amarilla y un sabor más agrio.

Dentro de las variedades cultivadas de carambola se puede incluir:

- *Averrhoa carambola* Arkin: presenta un sabor dulce.
- *Averrhoa carambola* Fwang - Tung: de coloración verdosa, grande, de buen sabor y costillas finas.
- *Averrhoa carambola* Dai Mu Jung: muy delicada a la hora de transportarla, suave y con un peso superior a los 200 gramos.
- *Averrhoa carambola* Hew 1: De forma achatada, hundida con pliegues gruesos y un peso que oscila de 250 a 400 gramos.
- *Averrhoa carambola* Key West: de tamaño mediano, de tipo ácido, rica de sabor.
- *Averrhoa carambola* Kyra: la más pequeña, de tipo muy ácido, rica de sabor, con más ácido oxálico
- También existen otras variedades como la: Karry, Rey de la estrella, Dah pon, Demak, Fwang, Maha, Mih Tao, Newcomb, etc.

En Perú, las principales zonas donde se desarrolla son: Chanchamayo y Satipo (Junín), Tingo María (Huánuco) e Iquitos (Minagri, 2015).

2.2. Almíbar

Según, Sierra (2016) se denomina almíbar a una solución de azúcar disuelta en agua y cocida hasta obtener una consistencia similar al jarabe, cuya función es cubrir a las futas por las siguientes razones:

Contribuye en la conservación de la fruta, transfiriendo a esta sus ácidos que le permite bajar su pH y evitar el crecimiento de microorganismos dañinos.

Acentúa y mejora el sabor característico del producto, a través del paso del azúcar del almíbar a la fruta. Desaloja el oxígeno, que puede producir alteraciones en el producto.

Facilita la transmisión de calor a las frutas durante la pre-cocción y pasteurización.

La medida de concentración del almíbar se expresa en °Brix, los cuales miden los sólidos solubles presentes en la solución. Los jarabes tienen, un intervalo de concentración como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación de los jarabes de acuerdo a su concentración en sólidos solubles

Nombre del Jarabe	Concentración (°Brix)
Jarabe muy diluido	10 - 14
Jarabe diluido	14 - 18
Jarabe concentrado	18 - 22
Jarabe muy concentrado	Más de 22.

Fuente: Codex Alimentarius (2016).

2.2.1. Insumos que intervienen en la elaboración del almíbar

- Agua

Para la elaboración del almíbar el agua tiene que ser pura, potable, estéril, libre de sabores y de olores extraños. El agua desempeña un papel crucial en la tecnología de alimentos. El agua es básica en el proceso de alimentos y las características de ella influyen en la calidad de estos.

El pH influye en las reacciones bioquímicas que se desarrollan durante el proceso; en todos los pasos de la fabricación hay disminución del pH y los amortiguadores minerales del agua contrarrestan en parte este cambio (Tello, 2016).

- Azúcar blanca

El azúcar es el encargado de proporcionar el dulzor al almíbar y este a su vez a la fruta, acentuando de esta forma el sabor de la misma (Tello, 2016).

- Ácido cítrico

Se adiciona ácido al almíbar con la finalidad que este eleve o disminuya la acidez de la fruta, de esta manera se logra en el producto final una acidez adecuada, que contribuye con su conservación y se encuentre dentro de los rangos establecidos por las normas que varía de 0.1 a 0.5% y preferencia del consumidor (Codex Alimentarius, 2016).

Existen diversos tipos de ácidos orgánicos que se pueden utilizar, pero el más económico y comercial es el ácido cítrico (Tello, 2016).

- Carboxil metil celulosa (CMC)

Proporciona al almíbar una consistencia viscosa, similar al jarabe, lo cual favorece a la presentación de la fruta en almíbar y presenta las siguientes características:

- Gran afinidad con el agua.
- Estable a temperaturas altas (100 °C) y pH bajos.
- Se disuelve sin formar grumos a 50 °C (Tello 2016).

- Sorbato de potasio

Disminuye el desarrollo de mohos, levaduras y algunas bacterias que comúnmente se encuentran en las frutas y hortalizas. Tiene la propiedad de unirse a la superficie de los microorganismos y aislarlos del medio en que se encuentran, impidiendo el ingreso de sustancias que los alimentan (Tello, 2016).

2.2.2. Sales cálcicas

El calcio en su estado natural es un elemento metálico relativamente duro, plateado que junto con el fósforo es el principal constituyente de los huesos y los dientes. Es esencial para la correcta formación de los huesos, el funcionamiento del sistema nervioso, la coagulación sanguínea y el latido del corazón. La deficiencia de calcio produce raquitismo, enfermedad que se caracteriza por la debilidad y curvatura de los huesos, también puede producir tetania (Marroquín, 2014).

Los requerimientos diarios medios de calcio son de unos 700 mg para un adulto y más del doble para los adolescentes y para mujeres gestantes. Las principales fuentes de ese mineral son el queso, la leche, el yogurt y otros derivados lácteos. También se encuentra en el pan, carne, pescado, huevos, productos cereales, coles entre otros (Marroquín, 2014).

Los compuestos más utilizados como aditivos en productos de frutas procesadas son: hidróxido de calcio, citrato de calcio, cloruro de calcio, malato de calcio, tartrato de calcio, propionato de calcio y lactato de calcio

- Hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Estabilizante sintético y corrector de la acidez. Se obtiene por hidratación de óxido de calcio. También se califica como Cal Muerta o Cal Hidratada. Se emplea en margarinas, fideos chinos, aceitunas, encurtidos, licores, barritas de chocolate, helados, cacao en polvo, mermeladas, gelatinas, galletas y pastelería. También se utiliza para fabricar jabón (Aditivos-alimentarios, 2015).
- Citrato de calcio ($\text{Ca}_3 (\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$). Es un polvo cristalino, blanco, inodoro, que pierde su agua de cristalización a 120°C . Es utilizada para la conservación y condimentación de alimentos (Aditivos-alimentarios, 2015).
- Cloruro de calcio (CaCl_2). Estabilizante sintético, absorbe humedad del medio que lo rodea y se utiliza como agente desecante. El Cloruro de calcio hace que gelifique la pectina presente en los alimentos por lo que se utiliza como mejorador de textura de los encurtidos, aceitunas de mesa, crujientes de frutas, verduras enlatadas y mermeladas, bebidas alcohólicas y en panadería (Aditivos-alimentarios, 2015).
- Malato de calcio ($\text{C}_4\text{H}_4\text{CaO}_5$). Acidulante y corrector de la acidez. Es una sal de aspecto blanco muy soluble en agua. La composición de esta sal presenta una mayor solubilidad que el citrato de calcio. Se emplea en refrescos, bebidas gaseosas y pastelería (Aditivos-alimentarios, 2015).

- Tartrato de calcio ($\text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$). Acidulante natural. Se obtiene derivado de la sal del Ácido tartárico. También se utiliza como antioxidante y corrector de la acidez. Se emplea en refrescos, gaseosas, bebidas energéticas, zumos, jugos, vinos, mermeladas, chicles, gomas de mascar, golosinas, pastelería y en las claras de huevo (Aditivos-alimentarios, 2015).
- Propionato de calcio ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_4$). Conservante sintético. Debido a su fuerte olor su uso es limitado. Se utiliza para prevenir mohos, hongos y bacterias. Se emplea en panadería, (panes de molde, tortillas de trigo, bollería industrial, bizcochos, pasteles) y en productos cárnicos y precocinados (Aditivos-alimentarios, 2015).
- Lactato de calcio ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6$). Antioxidante sintético y regulador de la acidez. Se utiliza para prevenir levaduras y hongos. Se emplea en quesos, yogures, jugos vegetales, gelatinas, helados, postres, pastelería, carnes adobadas y productos cárnicos (Aditivos-alimentarios, 2015).

El efecto endurecedor es debido a la formación de puentes de calcio entre las sustancias pécticas presentes de forma natural en los vegetales. Es un estabilizante utilizable en la nata, leche condensada, leche en polvo y nata en polvo (Marroquín, 2014).

2.3. Productos en conserva

Las conservas de fruta constituyen un grupo completamente diferenciado entre los productos conservados, tanto por su alto valor alimenticio que en la mayor parte de los casos es aumentado por azúcar añadido, como por su particular contenido en sales minerales, ácidos orgánicos y vitaminas (Guevara y Cancino, 2015).

Las frutas y hortalizas procesadas en fresco, constituyen un sector de rápido crecimiento en la industria de los alimentos, son alimentos naturales que han sido alterados agregándoles alguna sustancia externa como son jarabes, jaleas, almíbar. Usualmente se sustrae partes mínimas del alimento, pero sin cambiar significativamente su naturaleza o su uso (Guevara y Cancino, 2015).

Previo al procesado, se realiza la selección del fruto, elección del grado de madurez óptimo, clasificación y el acondicionamiento. Luego continúan las operaciones propias del procesamiento: lavado del producto entero, deshojado, pelado, cortado, lavado y desinfectado (Guevara y Cancino, 2015).

Estos procesos pueden aumentar la duración de los alimentos, permitiendo su almacenamiento, ayudan a su preparación culinaria, mejoran su calidad nutricional, y son más agradables al paladar y fáciles de digerir (Andrade y otros, 2015).

2.4. Tratamiento térmico

La operación más importante del proceso de frutas en conserva es la destrucción de las bacterias por el calor. Para conseguir la estabilidad microbiológica de las frutas envasadas, es necesario someter los envases cerrados a un tratamiento térmico que destruya o inactive, todos los microorganismos capaces de alterarla (Guevara y Málaga, 2016).

El tratamiento térmico puede ser aplicado a cualquier proceso en el cual la energía calorífica es transferida hacia o desde el producto. La función básica de un proceso térmico, donde la temperatura de un producto es elevada sobre la temperatura del ambiente, es la de eliminar o reducir los microorganismos y/o enzimas que podrían durante el

almacenamiento, producir un deterioro del alimento o perjudicar la salud del consumidor.

2.4.1. Pasteurización

La pasteurización es un tratamiento térmico menos severo que la Esterilización, tiene como objetivo el exterminio parcial de la flora banal y la eliminación total de la flora microbiana patógena, además de inactivar enzimas perjudiciales. Es un tratamiento térmico usado para la conservación de frutas en almíbar, por lo general se practica a temperaturas que no sobrepasen los 100 °C, se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos durante varios días o meses (Guevara y Málaga, 2016).

Con la pasteurización se consigue la estabilización del producto otorgándole buenas condiciones organolépticas y nutritivas, impidiendo el crecimiento de esporulados (Guevara y Málaga, 2016).

2.4.2. Unidades de pasteurización (UP)

Con temperaturas inferiores a 100 °C resulta más conveniente utilizar los valores de unidades de pasteurización o UP usando la ecuación:

$$UP = 10^{\frac{T-T_{ref}}{Z}} \quad (1)$$

Donde:

UP: Unidades de Pasteurización

T: Temperatura del alimento

Tref: Temperatura de referencia

Z: Cambio de temperatura requerida por la curva de destrucción térmica (Guevara y Málaga, 2016).

En el Cuadro 3 se muestra algunos parámetros base usados para el tratamiento térmico.

Cuadro 3. Parámetros base para el tratamiento térmico

Parámetros	Pasteurización
	<i>Byssochlamys fulva</i>
T° de referencia	200 °F = 93.3 °C
Valor D	10 min
Valor Z	16.62 °F = 8.9 °C
T° mínima letal	140 °F = 60 °C
Expresión de la letalidad	$F_{200}^{48} = F_{93.3}^{8.9} = UP$

Fuente: Guevara y Málaga (2016)

2.5. Firmeza

Es fundamental para la aceptabilidad de los frutos y para su posible almacenamiento. Es uno de los atributos primarios que, junto con el aspecto, sabor y olor, conforman la calidad sensorial de los alimentos (Lovera y otros, 2016).

Cuando se quiere evaluar este aspecto de la calidad, o de algunos de los atributos que la integran, es decir, el resultado de las sensaciones que los humanos experimentan al ingerir el alimento, el único camino, en principio que dispone, es preguntándose a sí mismo, ya que la calidad sensorial no es una propiedad intrínseca del alimento, sino el resultado de la interacción entre este y nuestros sentidos (Lovera y otros, 2016).

El análisis de la composición química y de las propiedades físicas de un producto aporta información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor, pero no sobre la sensación que este experimenta al ingerirlo (Lovera y otros, 2016).

La firmeza de los frutos va disminuyendo con el tiempo, pero esta disminución es mayor mientras más alta es la temperatura de almacenamiento. No todos los frutos evolucionan con igual velocidad, por lo que es fundamental el seguimiento de cada uno por separado (Galvis y otros, 2015).

2.6. Sólidos solubles

Todas las frutas contienen sólidos solubles en menor o mayor cantidad.

Este componente es un indicativo del grado de madurez de las frutas es decir cuando la fruta esta verde contiene menor cantidad de sólidos solubles, por eso es insípida y si la fruta está muy madura es dulce porque contiene más sólidos solubles, pero a la vez su textura es más blanda (Daza y otros, 2015).

Para frutas en almíbar se requiere un término medio, es decir entre 9 a 16% de sólidos solubles. En el Cuadro 3 se indica la clasificación del producto a elaborar, basándose en la concentración de sólidos solubles.

Cuadro 4. Clasificación del producto a elaborar, según la concentración de sólidos solubles

Producto	Sólidos Solubles (°Brix)
Mermeladas	65 a 68
Néctares	12 a 16
Almíbar diluido	10 – 14
Almíbar concentrado	14 – 18
Almíbar muy concentrado	18 – 22

Fuente: Daza y otros (2015)

2.7. Color

La incidencia del color en el mundo de los alimentos es importante y decisiva, porque puede producir la aceptación o el rechazo de éstos por parte del consumidor. Esta incidencia tiene lugar en áreas como selección, elaboración y consumo, desde el empaquetado hasta la presentación del plato (Ramírez, 2016).

Cuando se someten a tratamientos térmicos, los alimentos desarrollan tonalidades que van desde un ligero amarillo hasta un café intenso, debido a las reacciones de caramelización y de Maillard (Badui, 2006).

En las frutas en conserva ocurre una ligera caramelización de la fruta durante el proceso y su almacenamiento, el cual se manifiesta por una cocción prolongada y por un enfriamiento lento en el mismo recipiente de cocción (Guevara y Cancino, 2015).

En la industria alimentaria, el color es un parámetro en base al cual se realizan clasificaciones de productos, se evalúan materias primas, se hace control de procesos y se miden indirectamente otros parámetros (Badui, 2006).

2.8. pH

El pH de un alimento determinará qué tipo de microorganismo son capaces de crecer en él. La mayor parte de los microorganismos son capaces de sobrevivir y crecer en ambientes de pH entre 4.6 y 9, casi la totalidad de los alimentos son naturalmente ácidos, ya que sus valores de pH son menores de 7. En la medida que el valor del pH disminuye, los microorganismos tienen condiciones más difíciles de sobrevivir y crecer (Guevara y Cancino, 2015).

Durante el proceso se utiliza el ácido cítrico que ayuda a disminuir el pH del almíbar; normalmente se usa cantidades de 0.1% (1g/L de agua) para frutas ácidas se recomienda un pH de 2.8-3.5 para que en el equilibrio sea cercano a 2.5 (Guevara y Cancino, 2015).

Por lo tanto, la acidez de un producto alimenticio se utiliza como un medio de conservación y una forma de mantener los alimentos seguros para el consumo (Guevara y Cancino, 2015).

2.9. Contenido de humedad

El contenido de humedad de los alimentos varía enormemente. El agua es un constituyente principal en la mayoría de los productos alimenticios, las cifras varían entre 60 y 95 % en los alimentos naturales (Guevara y Cancino, 2015).

Durante el proceso de la elaboración el contenido de humedad varía debido a que cuando se sumerge la fruta en soluciones concentradas de azúcar se produce el fenómeno llamado osmótico (Guevara y Cancino, 2015).

El fenómeno osmótico consiste en que el azúcar de la solución de almíbar penetra en los tejidos de la fruta; se libera el agua de los tejidos de la fruta hacia el almíbar hasta alcanzar un equilibrio en las concentraciones de ambos. Al perderse el agua de la fruta, se reduce considerablemente el agua disponible del alimento, la reducción será mayor a medida que aumente la concentración de azúcar el almíbar (Guevara y Cancino, 2015).

Esta reducción de agua en los tejidos de las frutas impide el crecimiento microbiano y posibilita la conservación (Guevara y Cancino, 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales y equipos

3.1.1. Materiales

Material de investigación

Carambola (*Averrhoa carambola*), variedad Key West, proveniente de la ciudad de Tingo María, adquirida en un mercado de la ciudad de Trujillo.

Insumos

- Azúcar Cartavio
- Agua.
- Ácido cítrico – SKU (ac – 0002).
- Carboxi metil celulosa – Amtex (Gelycel F1 4000).
- Sorbato de potasio – SKU (ac - 0016).
- Cloruro de calcio – SKU (ac - 0014).

3.1.2. Equipos e instrumentos de laboratorio

- Texturómetro marca SMS Modelo TA.HD Plus Texture Analyzer: Capacidad de carga de 7.5 kN (750 kg). Espacio de ensayo vertical de 15 mm y fuerza de disparo de 0.51 N.
- pH-metro digital. Rango -1.00 a 15.00. Precisión ± 0.01 pH.
- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200 °C. Precisión + 0.01 °C.
- Refractómetro. Marca ATAGO, rango: 0-32 °Brix, +/- 0.2%, calibrado a 20 °C.
- Colorímetro Kónica-Minolta. Modelo CR – 400.
- Estufa de Laboratorio MEMMERT 300 de 39 L de volumen de compartimiento, rango de temperaturas de: 30 a 300 °C.

- Balanza Analítica. Marca AND modelo EK-610 (capacidad 500 g, sensibilidad 0.01 g).
- Sistema Software Data Trace. Modelo 7500B ($\epsilon = 0.125$ pulg).
- Cocina semi industrial a gas.
- Cronómetro.

3.1.3. Material volumétrico

- Pipeta marca DIN, de 1, 2, 5 y 10 mL (sensibilidad 0.05), calibrado a 20 °C
- Vasos de precipitación de 250, 500 y 1000 mL

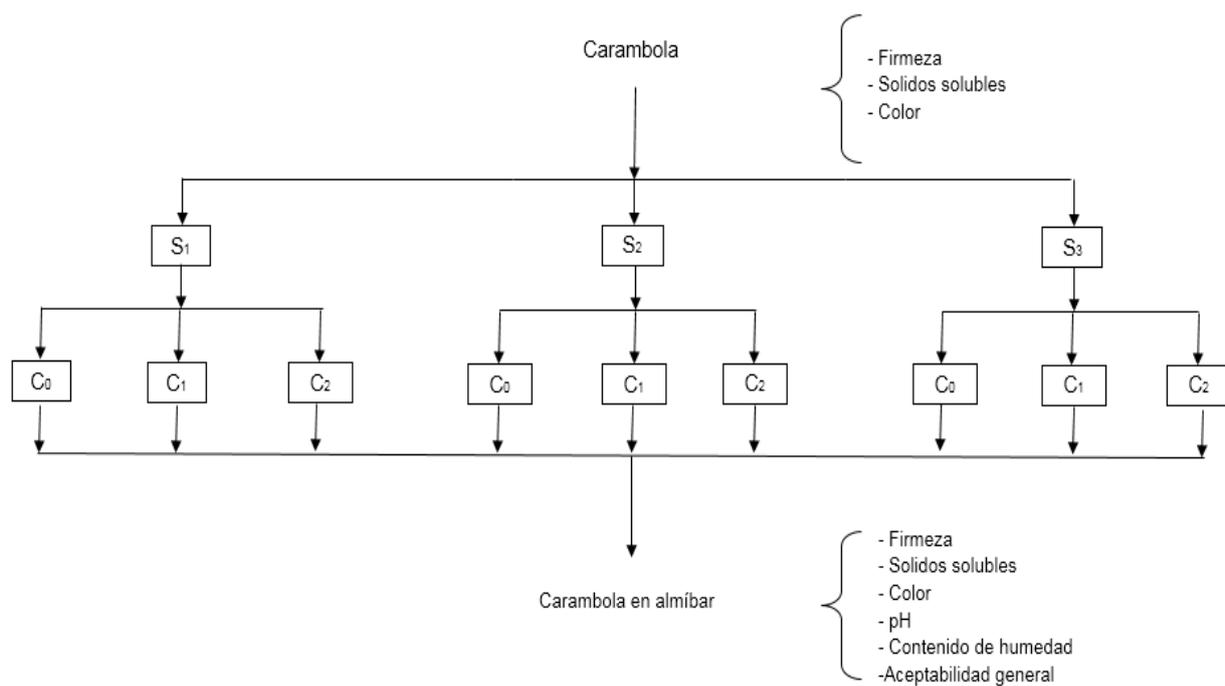
3.1.4. Otros materiales

- Coladores de plástico.
- Tablas de plástico.
- Cuchillo de acero inoxidable.
- Ollas de acero inoxidable.

3.2. Método experimental

3.2.1. Esquema experimental

En la Figura 1 se muestra el esquema experimental para la elaboración de rodajas de carambola en almíbar, teniendo como variables dependientes: firmeza, sólidos solubles, color, pH, contenido de humedad y aceptabilidad general; y como variables independientes: la concentración de sacarosa y cloruro de calcio.



Leyenda:

S₁: Concentración de sacarosa: 30 °Brix

S₂: Concentración de sacarosa: 35 °Brix

S₃: Concentración de sacarosa: 40 °Brix

C₀: Concentración de CaCl₂ en 0%

C₁: Concentración de CaCl₂ en 0.5%

C₂: Concentración de CaCl₂ en 1%

Figura 1 . Esquema experimental para la investigación sobre carambola en almíbar.

3.2.2. Diagrama de flujo para la elaboración de carambola en almíbar

El diagrama de flujo para la elaboración de carambola en almíbar, se muestra en la Figura 2

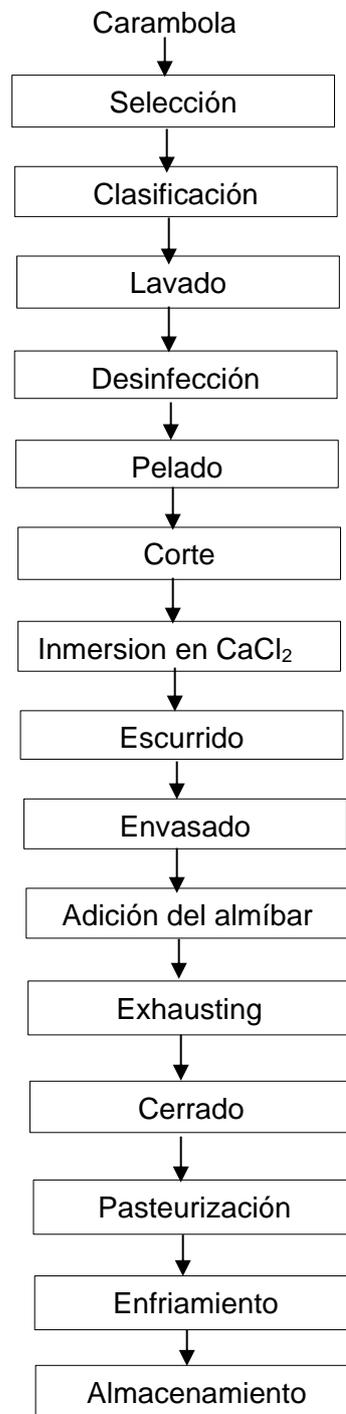


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de carambola en almíbar

Descripción del diagrama de flujo

A continuación, basado en Tello (2016), se describe cada operación utilizada para elaborar las muestras según el diagrama de flujo de la Figura 2.

Selección

Se utilizaron las frutas más apropiadas para el proceso, libres de golpes, sin señales o signos de descomposición.

Clasificación

Esta operación se realizó teniendo en cuenta:

- **Madurez**
Se clasificó carambolas en estado de madurez intermedia presentando un contenido de sólidos solubles aproximadamente de 5 °Brix, textura firme, tamaño, color, sabor y olor típicos de la variedad.

- **Variedad**
Se utilizó *Averrhoa carambola* de la variedad Key West.

- **Tamaño**
Se seleccionó carambolas con un diámetro de 4.5 a 5 cm las cuales son destinadas para frutas en almíbar (Blach y otros, 2015).

Lavado

Se realizó para eliminar el polvo, suciedad, restos de insecticidas y otras impurezas que acompañan a la fruta y que pueden contaminar o cambiar el sabor de la fruta en almíbar. Se lavaron las frutas, exponiéndolas a chorros de agua continua.

Desinfección

Se eliminó la mayor cantidad de microorganismos contaminantes, que pueden estar adheridos. Se usó 50 ppm de hipoclorito de sodio, sustancia desinfectante que no imparte ningún sabor ni olor a la fruta (Blach y otros, 2015).

Pelado

Esta operación consistió en eliminar la cáscara de la fruta de manera manual con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable.

Corte

Se realizaron cortes transversales de 2 cm de espesor, con la ayuda de un cuchillo para formar estrellas de carambola. Adicionalmente se procedió a retirar la semilla (Blach y otros, 2015).

Inmersión en Cloruro de calcio (CaCl₂)

Las estrellas de carambola fueron sumergidas en soluciones de CaCl₂ (0.5 y 1%) en un tiempo de 30 min (Galvis y otros, 2015).

Ecurrido

Transcurrido el tiempo de inmersión en CaCl₂ las muestras de carambola fueron escurridas para la operación posterior (Galvis y otros, 2015).

Envasado

Se envasaron las rodajas de carambola en envases de vidrio de 370 mL. Estas rodajas fueron pesadas previamente, con un peso escurrido mínimo de 50% y se completó con el almíbar (Codex Alimentarius, 2015)

Adición del almíbar

La cantidad de almíbar se calculó según el peso de la fruta (Codex Alimentarius, 2015). Se utilizó 50% de fruta, 50% de almíbar, utilizando un jarabe concentrado de 30, 35 y 40 °Brix con una temperatura de llenado de 85 °C.

Exhausting

La eliminación del oxígeno se realizó a través del exhausting. Esta operación se realizó luego del envasado y adición del almíbar, colocando a los envases en baño María hasta que la temperatura del producto llegue a 90 °C (Daza y otros, 2015).

Cerrado

Inmediatamente después del exhausting se procedió a cerrar los envases de manera manual (Daza y otros, 2015)

Pasteurización

Esta operación se realizó con el fin de disminuir la carga microbiana presente en el producto, manteniendo los envases completamente cubiertos de agua. El tiempo de pasteurización fue de 15 minutos a 95 °C (Daza y otros, 2015).

Se utilizó el software de tratamiento térmico (Data Trace) para monitorear el calentamiento a la temperatura recomendada para pasteurización y enfriamiento del producto, verificando el cumplimiento del valor de UP recomendado por Guevara y Málaga (2016) para el *Bissochlamys fulva* (UP \geq 3.5 min).

Enfriamiento

Una vez realizada la pasteurización se enfrió los envases hasta 40 °C mediante aspersion con abundante agua hasta llegar a una temperatura de 20 °C (Daza y otros, 2015).

Almacenamiento

Se realizó a temperatura ambiente por 20 días, hasta su posterior análisis, para que exista una transferencia de masa, es decir, que los sólidos solubles existentes en el almíbar penetren en la carambola (Daza y otros, 2015).

3.2.3. Métodos de análisis

3.2.3.1. Firmeza

Se determinó utilizando un texturómetro marca SMS, el cual midió la resistencia al corte expresada en N (Ramírez, 2016).

El ensayo consistió en colocar una rodaja de carambola sobre una base sólida del texturómetro, con un espacio de ensayo vertical de 15 mm y de 0.5 N. La firmeza se midió como el trabajo requerido (N-m) para romper la carambola (Ramírez, 2016).

El ensayo se realizó en la Universidad Nacional de Trujillo.

3.2.3.2. Sólidos solubles

Se determinó utilizando un refractómetro Marca Atago, rango: 0-32 °Brix, +/- 0.2 °Brix, calibrado a 20 °C (Daza y otros, 2015).

Para realizar esta prueba fue necesario extraer una pequeña cantidad de producto, el cual debió estar a la temperatura de calibración del refractómetro (20 °C), se colocó la muestra en el refractómetro y se tapó el lente, realizando la lectura y evaluando el resultado (Daza y otros, 2015).

3.2.3.3. Color

Se empleó el sistema CIELAB. El color se determinó con un colorímetro Kónica-Minolta. El equipo fue calentado durante 10 min y calibrado con un blanco estándar, se trabajó con un promedio de 3 muestras por tratamiento.

Una forma de percibir el color en espacios uniformes es con el espacio CIE $L^* a^* b^*$. Las tres coordenadas: L^* , a^* y b^* están compuestas por un triestímulo, donde: (Muñoz y otros, 2016)

- L^* describe la luminosidad y va de 0 (negro) hasta 100 (blanco).
- a^* y b^* indican direcciones de colores: $+a^*$ es la dirección del rojo, $-a^*$ es la dirección del verde, $+b^*$ es la dirección del amarillo y $-b^*$ es la dirección del azul de la muestra.

3.2.3.4. pH

Para determinar el pH se toma 100 gr de pulpa y 100 gr de almíbar, se trituran para posteriormente medir el pH empleando un pH-metro digital de rango -1.00 a 14.00 (Cerazal y Duarte, 2014).

3.2.3.5. Contenido de humedad

Se empleó el método por secado en estufa.

Se colocó la muestra con cápsula destapada y la tapa en la estufa a la temperatura y tiempo recomendado $104\text{ }^{\circ}\text{C}$ x 5 horas hasta obtener un peso constante (Guevara y Cancino, 2015).

3.2.3.6. Aceptabilidad general

Las carambolas en almíbar fueron sometidas a un análisis sensorial para evaluar la aceptabilidad general, usando una escala hedónica estructurada de 9 puntos (Figura 3), desde “Me agrada muchísimo” a “Me desagrada muchísimo”. Se trabajó con 30 panelistas no entrenados, habituales consumidores de frutas en almíbar quienes probaron cada tratamiento bebiendo un poco de agua entre cada muestra (Anzaldúa – Morales, 2015).

Las muestras fueron codificadas de la siguiente manera:

- T1 = 486
- T2 = 765
- T3 = 253
- T4 = 621
- T5 = 869
- T6 = 389
- T7 = 576
- T8 = 198
- T9 = 236

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD GENERAL

Nombre del juez.....Fecha.....

Nombre del producto: Carambola en almíbar.

Instrucciones: Califique las muestras de carambola en almíbar, según la escala que se presenta, marcando con una (X) en el casillero correspondiente de acuerdo al nivel de agrado o desagrado que le produzca.

ESCALA	MUESTRAS								
	486	765	253	621	869	389	576	198	236
Me agrada muchísimo									
Me agrada mucho									
Me agrada moderadamente									
Me agrada poco									
No me agrada ni me desagrada									
Me desagrada poco									
Me desagrada moderadamente									
Me desagrada mucho									
Me desagrada muchísimo									

Comentarios

Figura 3. Ficha de evaluación de la aceptabilidad general para rodajas de carambola en almíbar.

Fuente: Anzaldúa-Morales (2015).

3.2.4. Método estadístico

El método estadístico correspondió a un diseño bifactorial (concentración de sacarosa y cloruro de calcio), de 3 x 3 con 3 repeticiones.

Para la firmeza, sólidos solubles, color, pH, y contenido de humedad, se empleó la prueba de Levene modificada para determinar la homogeneidad de varianzas; posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA), y a continuación, al existir diferencias significativas ($p < 0.05$) se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan la cual comparó los resultados mediante la formación de subconjuntos y se determinó de esta manera el mejor tratamiento. La aceptabilidad general fue evaluada mediante las pruebas de Friedman y Wilcoxon (grupos relacionados).

Todo el análisis estadístico se realizó con un nivel de confianza del 95%, utilizando el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 22.0 y para la elaboración de los gráficos se usó el paquete estadístico Minitab versión 17.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la firmeza de rodajas de carambola en almíbar.

En la Figura 4, se muestra la firmeza en función a los diferentes tratamientos de concentración de sacarosa y cloruro de calcio de rodajas de carambola en almíbar.

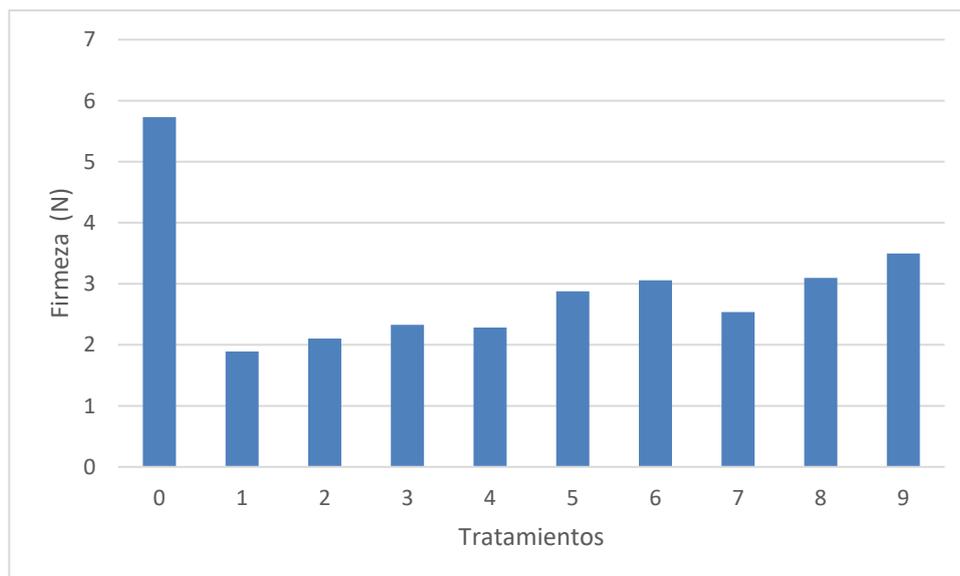


Figura 4. Firmeza para los diferentes tratamientos de rodajas de carambola en almíbar

En la Figura 4, se observa que la muestra control mostró un valor inicial de 5.73 N, debido a que no fue sometida a ningún tratamiento. La firmeza varía en los diferentes tratamientos, pero se nota que los tratamientos T6 (35 Brix° con 1 % CaCl₂), T8 (40 Brix° con 0.5 % CaCl₂) y T9 (40 Brix° con 1 % CaCl₂), obtienen mayor firmeza presentando 3.06, 3.10 y 3.50 N respectivamente. En el Anexo 1 se encuentra la leyenda de los diferentes tratamientos y en el Anexo 3 se muestran todos los valores de esta variable.

El tratamiento térmico en frutas y hortalizas afecta a la textura natural de la fruta, haciendo que disminuya su firmeza debido a las altas temperaturas de cocción (Castro, 2016). La firmeza de los diferentes tratamientos disminuyó, en comparación, a la muestra control T0,

encontrando a la muestra T9 como resultado adecuado con respecto a la firmeza.

El calcio se relaciona con la firmeza del tejido vegetal debido a su capacidad de interactuar con las pectinas, resultando en un aumento la firmeza del tejido (Ramírez, 2016).

Ramírez (2016) determinó la concentración de calcio y propiedades mecánicas de la papaya en almíbar, indicando que la concentración de sacarosa y calcio están relacionadas directamente con la firmeza de la fruta, determinando que el mejor tratamiento fue de 40 °Brix con 1% CaCl₂. Encontrándose los resultados obtenidos de esta investigación dentro de lo establecido por este autor.

En el Cuadro 5, se presenta la prueba de Levene para la firmeza de rodajas de carambola en almíbar con concentración de sacarosa y cloruro de calcio. Se aprecia que existe homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). En consecuencia, se realizó el análisis de varianza y, posteriormente, la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 5. Prueba de Levene para la firmeza de rodajas de carambola en almíbar.

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza (N)	2.112	0.090

En el Cuadro 6, se presenta el análisis de varianza para la firmeza de rodajas de carambola en almíbar.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la firmeza de rodajas de carambola en almíbar.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	p
Sacarosa	6.598	2	3.299	223.850	0.000
CaCl ₂	0.907	2	0.453	30.760	0.000
Sacarosa CaCl ₂	0.431	4	0.108	7.300	0.001
Error	0.265	18	0.015		
Total	8.200	26			

Ramirez (2016) encontró efecto significativo ($p < 0.05$) en la concentración de sacarosa y cloruro de calcio de la papaya en almíbar. El análisis de varianza muestra que existió efecto significativo ($p < 0.05$) de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio.

En el Cuadro 7, se observa los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples de Duncan aplicada a la firmeza en los diferentes tratamientos de concentración de sacarosa y cloruro de calcio de rodajas de carambola en almíbar. Los resultados obtenidos en este ensayo, muestran que el tratamiento T9 (40 °Brix con 1 % de CaCl_2) presentó resultados iguales a los reportados por Daza y otros (2015) en la prueba Duncan para la elaboración de carambola en almíbar.

Cuadro 7 . Prueba de Duncan para la firmeza de rodajas de carambola en almíbar.

Tratamiento	Subconjunto				
	1	2	3	4	5
T1	1.89				
T2	2.10	2.10			
T4		2.28			
T3		2.32			
T5			2.69		
T6			2.85	2.85	
T7				3.07	
T8				3.09	
T9					3.49

4.2. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre el contenido de sólidos solubles de rodajas de carambola en almíbar.

En la Figura 5, se muestra el contenido de los sólidos solubles en función de los diferentes tratamientos de concentración de sacarosa y cloruro de calcio de rodajas de carambola en almíbar. Los resultados del contenido de sólidos solubles durante el almacenamiento se observan en el Anexo 4.

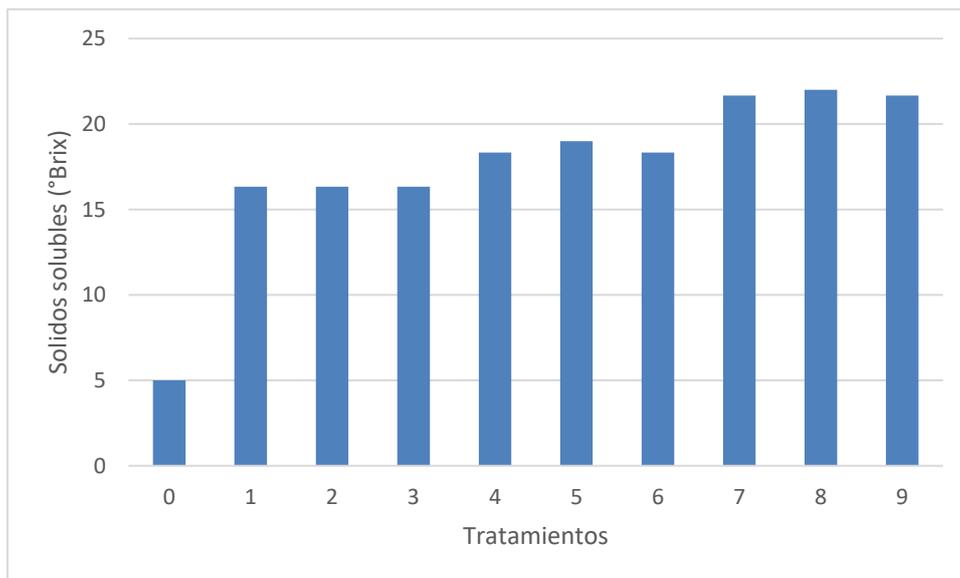


Figura 5. Contenido de sólidos solubles en los diferentes tratamientos de rodajas de carambola en almíbar

En la Figura 5, se observa que el contenido inicial de sólidos solubles se incrementó en los diferentes tratamientos de rodajas de carambola en almíbar debido a que se utilizó tres diferentes concentraciones de sacarosa en la elaboración del almíbar. En el Anexo 2 y 4, se muestran todos los valores de esta variable.

Durante el almacenamiento de la conserva; la concentración inicial de sacarosa en el almíbar se reduce conforme pasa el tiempo, ya que existe una transferencia de masa, es decir, que los sólidos solubles presentes en el almíbar penetran en la carambola (Daza y otros, 2015), notándose la diferencia de contenido de sólidos solubles en los diferentes tratamientos.

En el cuadro 8, se presenta la prueba de Levene para los sólidos solubles de rodajas de carambola en almíbar con concentración de

sacarosa y cloruro de calcio, donde se puede observar que existe homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). En consecuencia se aplica el análisis de varianza y posteriormente, la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 8. Prueba de Levene para el contenido de sólidos solubles de rodajas de carambola en almíbar.

Variable	Estadístico de Levene	p
Sólidos solubles (°Brix)	0.4	0.07

En el Cuadro 9, se presenta el análisis de varianza para el contenido de sólidos solubles de rodajas de carambola en almíbar.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el contenido de sólidos solubles de rodajas de carambola en almíbar.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	p
Sacarosa	0.003	2	0.001	23.400	0.000
CaCl ₂	0.007	2	0.003	59.090	0.000
Sacarosa CaCl ₂	0.000	4	0.000	1.100	0.038
Error	0.001	18	0.000		
Total	0.011	26			

El análisis de varianza muestra que existió efecto significativo ($p < 0.05$) en la concentración de sacarosa y cloruro de calcio en rodajas de carambola en almíbar.

Esto coincide con lo reportado por Marroquín (2014) encontrando diferencia significativa sobre la concentración de sólidos solubles y cloruro de calcio en conservas de melocotones en almíbar.

En el cuadro 10, se observa los resultados de la prueba Duncan aplicada a los sólidos solubles en los diferentes tratamientos de concentración de sacarosa y cloruro de calcio de rodajas de carambola en almíbar.

Daza y otros (2015) encontraron al tratamiento de 35 °Brix con 0.5 % de CaCl₂ como el mejor tratamiento en la prueba Duncan en la determinación de parámetros tecnológicos para la elaboración de carambola en almíbar, ellos indicaron que ese tratamiento presentaba el contenido de sólidos solubles adecuado, en comparación, con sus otros tratamientos.

Los resultados obtenidos en este ensayo, muestran que el tratamiento T5 presento resultados iguales a los reportados por Daza y otros (2015) en la prueba Duncan para la elaboración de carambola en almíbar.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para el contenido de sólidos solubles de rodajas de carambola en almíbar.

Tratamiento	Subconjunto		
	1	2	3
T1	16.33		
T2	16.33		
T3	16.33		
T4		18.33	
T5		18.33	
T6		19.00	
T7			21.66
T9			21.66
T8			22

4.3. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre el color de rodajas de carambola en almíbar

En la Figura 6, se muestra el efecto de los tratamientos sobre la luminosidad (L*) de rodajas de carambola en almíbar. Los valores de *L durante el almacenamiento se observa en el Anexo 2 y 8.

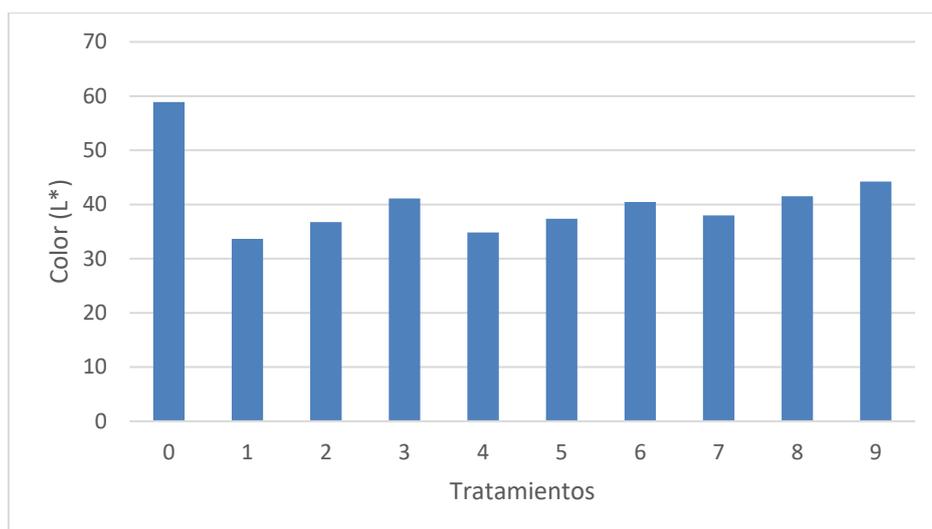


Figura 6. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la luminosidad (L*)

En cuanto a la luminosidad (L*) no presentó efecto significativo en el análisis de varianza, lo cual coincide con Lovera y otros (2016) quienes investigaron el efecto de la cocción, contenido de calcio y concentración de sólidos solubles sobre el color y firmeza de la carambola en almíbar, observan que la fruta se oscurece ligeramente debido la cocción, pero estadísticamente no presenta efecto significativo.

En el Cuadro 11, se presenta los resultados de la prueba de Levene para el efecto del color (L*) de rodajas de carambola en almíbar con concentración de sacarosa y cloruro de calcio, donde se puede observar que existe homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 11. Prueba de Levene para el color (L*) de rodajas de carambola en almíbar.

Variable	Estadístico de Levene	p
(L*)	1.358	0.279

En el Cuadro 12, se presenta el análisis de varianza para el efecto del color L* de rodajas de carambola en almíbar, donde se aprecia que no existe efecto significativo ($p > 0.05$).

Cuadro 12. Análisis de varianza para el color (L*) de rodajas de carambola en almíbar.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	p
Sacarosa	90.596	2	45.298	1.621	0.225
CaCl ₂	186.983	2	93.491	3.345	0.058
Sacarosa CaCl ₂	3.721	4	0.930	0.033	0.998
Error	503.103	18	27.950		
Total	784.403	26			

En la Figura 7, se muestra el efecto en la cromaticidad a* para los diferentes tratamientos de concentración de sacarosa y cloruro de calcio de rodajas de carambola en almíbar.

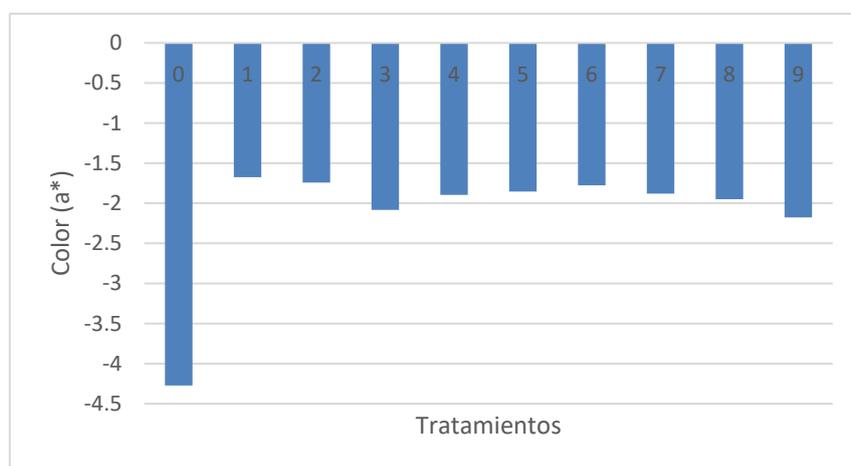


Figura 7. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la cromaticidad a*

Con respecto a la cromaticidad a* no presentó efecto significativo en cuanto al análisis de varianza, lo cual coincide con Lovera y otros (2016), quienes investigaron el efecto de la cocción, contenido de calcio y concentración de sólidos solubles sobre el color y firmeza de la carambola en almíbar, indicando que después de la cocción se produce un ligero cambio acercándose más al rojo cuando la fruta es madura.

En el Cuadro 13, se presenta la prueba de Levene para el efecto del color (a*) de rodajas de carambola en almíbar con concentración de sacarosa y cloruro de calcio, donde se puede observar que existe homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 13. Prueba de Levene para el parámetro de color a^* de rodajas de carambola en almíbar.

Variable	Estadístico de Levene	p
(a^*)	1.454	0.242

En el Cuadro 14, se presenta el análisis de varianza para el efecto sobre el parámetro del color a^* de rodajas de carambola en almíbar, donde se aprecia que no existe efecto significativo ($p > 0.05$).

Cuadro 14. Análisis de varianza para la cromaticidad a^* de rodajas de carambola en almíbar.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	p
Sacarosa	0.180	2	0.090	0.216	0.808
CaCl ₂	0.186	2	0.093	0.222	0.803
Sacarosa CaCl ₂	0.251	4	0.063	0.150	0.961
Error	7.521	18	0.418		
Total	8.138	26			

En la Figura 8, se muestra el efecto en la cromaticidad b^* para los diferentes tratamientos de concentración de sacarosa y cloruro de calcio de rodajas de carambola en almíbar.

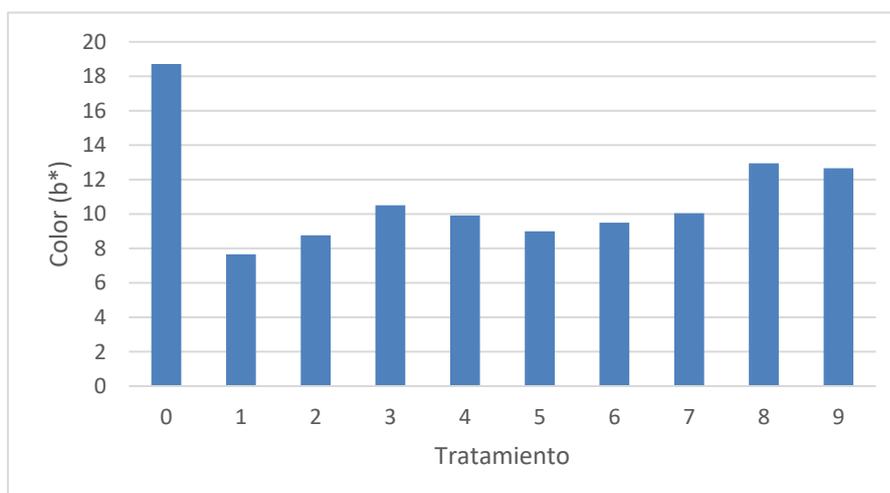


Figura 8. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la cromaticidad b^*

En cuanto a la cromaticidad b^* no presentó efecto significativo en el análisis de varianza, lo cual coincide con Lovera y otros (2016), quienes investigaron el efecto de la cocción, contenido de calcio y concentración de sólidos solubles sobre el color y firmeza de la carambola en almíbar, indicando que después de la cocción se produce un ligero cambio del color acercándose más al amarillo cuando la fruta está en estado verde.

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Levene para el efecto del parámetro del color b^* de rodajas de carambola en almíbar con concentración de sacarosa y cloruro de calcio, donde se puede observar que existe homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 15. Prueba de Levene para la cromaticidad b^* de rodajas de carambola en almíbar.

Variable	Estadístico de Levene	p
(b^*)	1.767	0.164

En el Cuadro 16, se presenta el análisis de varianza para el efecto la cromaticidad b^* de rodajas de carambola en almíbar, donde se aprecia que no existe efecto significativo ($p > 0.05$).

Cuadro 16. Análisis de varianza para la cromaticidad b^* de rodajas de carambola en almíbar.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	p
Sacarosa	25.221	2	12.611	2.893	0.085
CaCl ₂	5.683	2	2.841	0.652	0.534
Sacarosa CaCl ₂	20.186	3	6.729	1.544	0.242
Error	69.741	16	4.359		
Total	120.831	23			

4.4. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre el pH en rodajas de carambola en almíbar

En la Figura 9, se aprecia el pH en función a los diferentes tratamientos de concentración de sacarosa y cloruro de calcio de rodajas de carambola en almíbar. Los resultados del contenido de pH durante el almacenamiento se observan en el Anexo 5.

Cerazal y Duarte (2014), estudiaron el efecto del cloruro de calcio en tunas peladas en almíbar, donde indican que el pH de la fruta aumentó debido a la adición del cloruro de calcio, mientras que el pH del almíbar se mantiene estable debido a la adición del ácido cítrico.

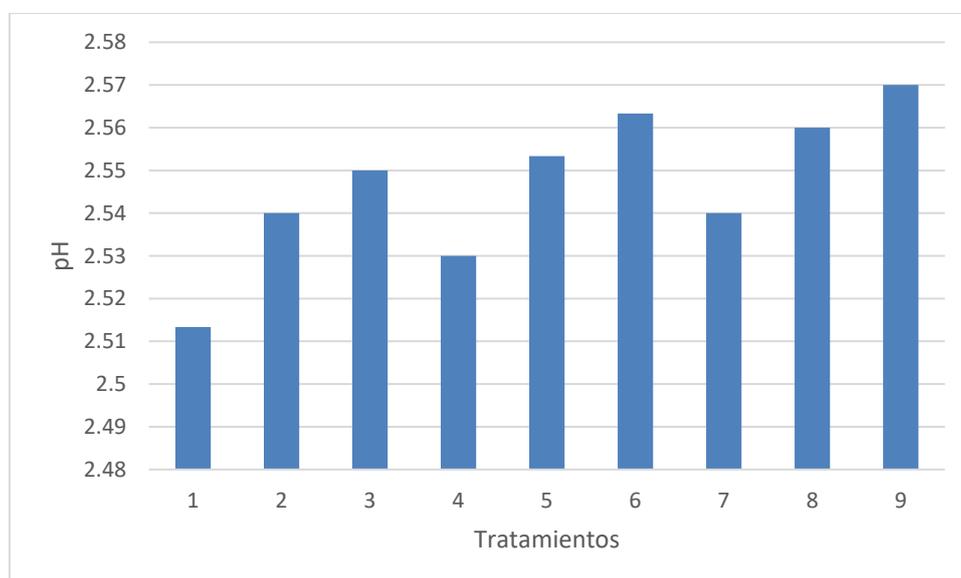


Figura 9. pH de los diferentes tratamientos de rodajas de carambola en almíbar.

En la Figura 9, se observa que el pH aumentó para los tratamientos T3 (30 Brix° con 1% CaCl₂), T6 (35 Brix° con 1% CaCl₂) y T9 (40 Brix° con 1% CaCl₂) con 2.55, 2.56 y 2.57 respectivamente. Esto se debe a que estos tratamientos presentan 1% de CaCl₂.

En el Cuadro 17, se presenta la prueba de Levene aplicada al pH de rodajas de carambola en almíbar. Se aprecia que existe homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). En consecuencia, se realizó el análisis de varianzas y, posteriormente, la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 17. Prueba de Levene para el pH de rodajas de carambola en almíbar.

Variable	Estadístico de Levene	p
pH	2.100	0.242

En el Cuadro 18 se presenta el análisis de varianza del pH de las rodajas de carambola en almíbar, donde se aprecia que existió efecto significativo ($p < 0.05$) de la concentración de cloruro de calcio.

Cuadro 18. Análisis de varianza para el pH de rodajas de carambola en almíbar.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	p
Sacarosa	0.002	2	0.001	39.551	0.000
CaCl ₂	0.005	2	0.003	87.268	0.000
Sacarosa CaCl ₂	0.000	4	0.000	0.209	0.930
Error	0.001	18	0.000		
Total	0.009	26			

En el Cuadro 19, se muestra la prueba Duncan aplicada al pH, observándose que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subconjuntos.

Cerazal y Duarte (2014) encontraron al tratamiento de 35 °Brix con 0.5% de CaCl₂ como el mejor tratamiento en la prueba Duncan, indicando que presentaba el contenido de pH adecuado, en comparación, con sus otros tratamientos. En el subconjunto 4 encontramos a T3, T5 y T8 (estadísticamente iguales al estar en el mismo subconjunto) considerándose a T5 como la más adecuada al ser similar a la muestra de dicho autor.

Cuadro 19. Prueba de Duncan para el pH de rodajas de carambola en almíbar

Tratamiento	Subconjunto					
	1	2	3	4	5	6
T1	2.51					
T4		2.53				
T2		2.54	2.54			
T7		2.54	2.54			
T3			2.55	2.55		
T5				2.55	2.55	
T8				2.56	2.56	2.56
T6					2.56	2.56
T9						2.57

4.5. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre el contenido de humedad de rodajas de carambola en almíbar

En la Figura 10, se muestra los resultados del contenido de humedad en los diferentes tratamientos de concentración de sacarosa y cloruro de calcio de rodajas de carambola en almíbar. Los resultados del contenido de humedad durante el almacenamiento se observan en el Anexo 6.

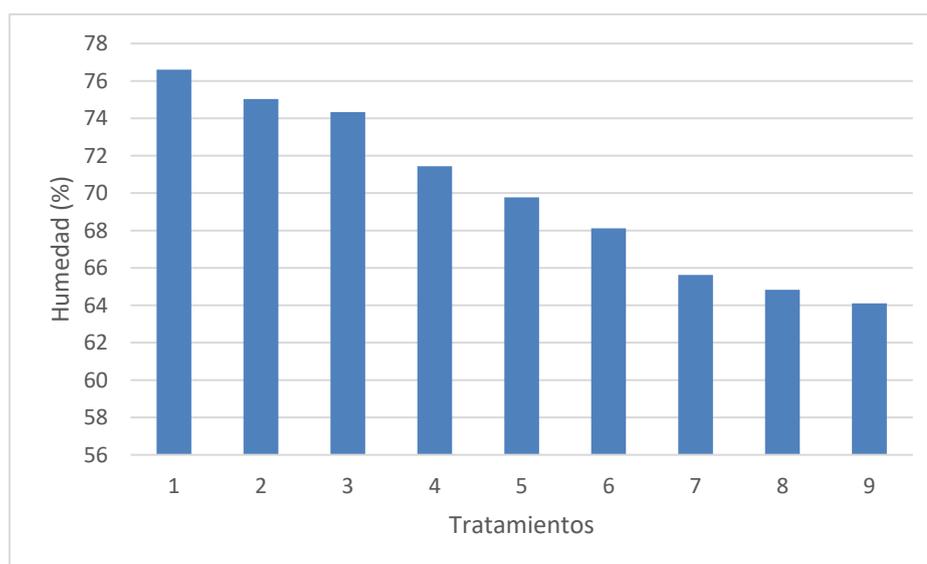


Figura 10. Contenido de humedad en los diferentes tratamientos de rodajas de carambola en almíbar.

En la Figura 10, se observa que la humedad va en forma decreciente desde el tratamiento T1 a T9, debido a que cuando se sumerge la fruta en diferentes soluciones concentradas de azúcar se produce el fenómeno llamado osmótico (Guevara y Cancino, 2015), > concentración osmótica > velocidad de concentración.

En el Cuadro 20, se presenta la prueba de Levene para el contenido de humedad en rodajas de carambola en almíbar. Se aprecia que existe homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). En consecuencia, se realizó el análisis de varianza y, posteriormente, la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 20. Prueba de Levene para el contenido de humedad de rodajas de carambola en almíbar

Variable	Estadístico de Levene	p
Humedad (%)	0.149	0.995

En el Cuadro 21, se presenta el análisis de varianza para el contenido de humedad de las rodajas de carambola en almíbar, donde se aprecia que existió efecto significativo ($p < 0.05$) solo en el contenido de sólidos solubles.

Cuadro 21. Análisis de varianza para el contenido de humedad en la concentración de sacarosa y cloruro de calcio de rodajas de carambola en almíbar.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	p
Sacarosa	493.944	2	246.972	31.219	0.000
CaCl ₂	24.716	2	12.358	1.562	0.237
Sacarosa CaCl ₂	3.055	4	0.764	0.097	0.982
Error	142.399	18	7.911		
Total	0.009	26			

Galvis y otros (2016), encontraron efecto significativo ($p < 0.05$) de la concentración de sacarosa; sin embargo no encontraron efecto significativo de la concentración de cloruro de calcio sobre las características fisicoquímicas y tiempo de almacenamiento en carambola en almíbar debido a que el calcio prolonga la integridad de la pared y de la membrana de la célula, haciendo que a mayor concentración de cloruro de calcio menor será la pérdida de peso de la fruta.

En el Cuadro 22, se muestra los resultados de la prueba Duncan aplicada al contenido de humedad de rodajas de carambola en almíbar.

Martínez (2016), investigo el efecto del contenido de humedad y tiempo de secado para la obtención de porciones de carambola en almíbar, encontrando al tratamiento de 35 °Brix con 0.5 % de CaCl_2 como el mejor tratamiento en la prueba Duncan, indicando que presentaba el contenido de humedad adecuada, obteniendo una reducción de masa de agua de un 70%. En el subconjunto 3 encontramos a T6, T5 y T4 (estadísticamente iguales al estar en el mismo subconjunto) considerándose a T5 como la más adecuada al ser similar a la muestra de dicho autor con un valor de 69.8%.

Cuadro 22. Prueba de Duncan para el contenido de humedad de rodajas de carambola en almíbar

Tratamiento	Subconjunto				
	1	2	3	4	5
T9	64.1				
T8	64.93	64.93			
T7	65.52	65.52			
T6	68.11	68.11	68.11		
T5		69.81	69.81		
T4			71.44	71.44	
T3				75.03	75.03
T2				75.91	75.91
T1					76.6

4.6. Efecto de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la aceptabilidad general de rodajas de carambola en almíbar

La aceptabilidad general es la apreciación general de todas las características sensoriales que posee un producto.

En la Figura 11, se presenta los resultados de aceptabilidad general en los diferentes tratamientos de concentración de sacarosa y cloruro de calcio de rodajas de carambola en almíbar, dicha evaluación se realizó aplicando una escala hedónica estructurada de 9 puntos. En el Anexo 7 se muestran los resultados de la evaluación sensorial.

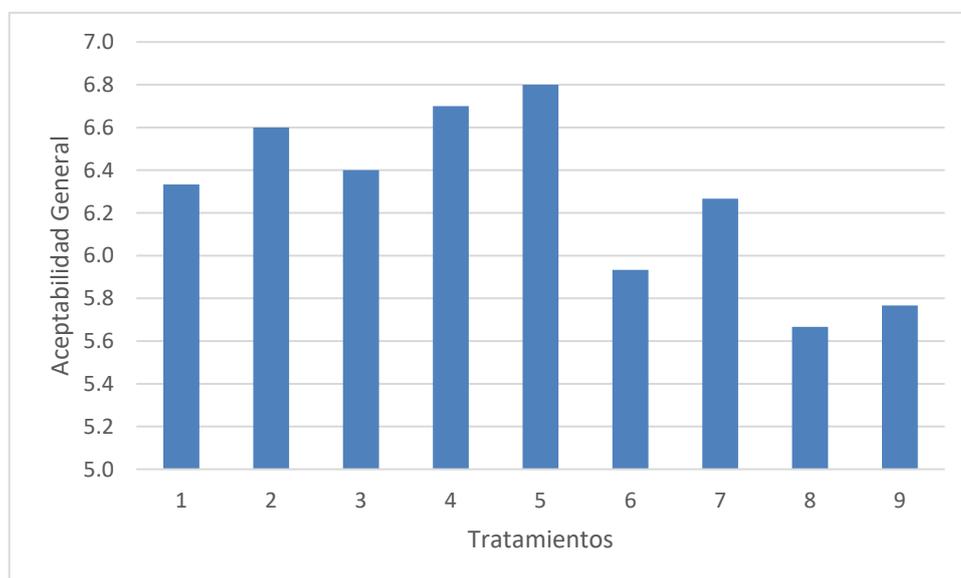


Figura 11. Aceptabilidad general en los diferentes tratamientos de rodajas de carambola en almíbar

El mayor valor fue 6.8 puntos el cual corresponde al tratamiento T5 que corresponde a una percepción de “me agrada moderadamente”. Los jueces indicaron que esa muestra presenta un dulzor y textura adecuada; también indicaron que los tratamientos T8 y T9 era demasiado dulce par su paladar considerándolo “empalagoso”.

Daza y otros (2015) determinaron la aceptabilidad general para la elaboración de carambola en almíbar obteniendo como el mejor resultado al tratamiento de 35 °Brix con 0.5% de CaCl₂, observándose la misma tendencia en esta investigación.

En el Cuadro 23, se presentan los resultados de la Prueba de Friedman, para la aceptabilidad general de rodajas de carambola en almíbar en función a los diferentes tratamientos de concentración de sacarosa y cloruro de calcio. Se observó la existencia de diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos. A su vez se determinó que la muestra que presento mayor moda fue el T5.

Cuadro 23. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general de rodajas de carambola en almíbar

Tratamiento	Rango promedio	Moda	Chi-cuadrado	p
T1	5.05	7		
T2	5.73	7		
T3	5.13	6		
T4	5.70	7		
T5	5.90	8	17.061	0.029
T6	4.22	7		
T7	4.93	5		
T8	4.07	4		
T9	4.27	6		

La moda es el valor con una mayor frecuencia en una distribución de datos Montgomery (2016). En el Cuadro 23, se observa que el mejor tratamiento en base a esta definición fue el tratamiento T5 (35° Brix 0.5% CaCl₂) con una moda de 8 en la escala hedónica de 9 puntos al cual le corresponde una percepción de “Me agrada mucho”.

Por otro lado, el menor valor correspondiente a la moda fue para el tratamiento T8 (40° Brix 0.5% CaCl₂), siendo para este un puntaje de 4, que corresponde a una percepción de “Me desagrada poco” en la escala hedónica de 9 puntos.

En el Cuadro 24, se observa la Prueba de Wilcoxon, que es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares, donde se resalta las interacciones del mejor tratamiento (T5) con el resto de tratamientos.

Cuadro 24. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general de rodajas de carambola en almíbar

Tratamientos	Z	p
T5 - T1	-1,152	0,249
T5 - T2	-0,514	0,607
T5 - T3	-0,980	0,327
T5 - T4	-0,624	0,533
T5 - T6	-2,731	0.006
T5 - T7	-1,412	0,158
T5 - T8	-2,401	0,016
T5 - T9	-2,044	0,041

La prueba de Wilcoxon muestra que el tratamiento T5 presentó diferencia significativa a los tratamientos T6, T8 y T9 a diferencia de los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T7 para la aceptabilidad general de rodajas de carambola en almíbar. Sin embargo se puede considerar al T5 como el más adecuado por presentar el mayor valor moda (8) y mayor rango promedio (5.90). Según los panelistas encuentran al T5 como el mejor tratamiento indicando que contiene un dulzor y firmeza adecuada.

V. CONCLUSIONES

Existió efecto significativo de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio en la firmeza, sólidos solubles, pH, contenido de humedad y aceptabilidad general; sin embargo no se encontró efecto significativo en el color de rodajas de carambola en almíbar.

El tratamiento T9 (40° Brix 1% CaCl₂) presentó mayor firmeza mientras que el tratamiento T5 (35° Brix 0.5% CaCl₂) presentó adecuado contenido de sólidos solubles, pH, contenido de humedad y mayor aceptabilidad general con una moda de 8 puntos en la concentración de sacarosa y cloruro de calcio de rodajas de carambola en almíbar.

VI. RECOMENDACIONES

Optimizar el tratamiento térmico evaluando la textura a otras temperaturas y tiempos de pasteurización.

Realizar investigaciones sobre el aprovechamiento de los trozos de carambola (*Averrhoa carambola* L.) que no alcanzan el tamaño deseado para la conserva en almíbar, por ejemplo, en mermeladas, jaleas, fruta confitada, etc.

Realizar investigaciones en diferentes conservas en almíbar, analizando el tratamiento térmico y las principales variables del proceso.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Aditivos-Alimentarios. 2015. Recuperado el 07 de Junio, del 2016 en:
<http://www.aditivos-alimentarios.com/>

Andrade-Cuvi, MJ., Moreno-Guerrero, C., Hernandez- Bucheli, A., Gómez-Gordillo, A. y Concellón, A. 2015. Influencia de la radiación UV-C como tratamiento postcosecha sobre carambola (*Averroha carambola* L.) mínimamente procesada almacenada en refrigeración.

Recuperado el 30 de Mayo, del 2016 en:
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/813/81315093004.pdf>.

Anzaldúa-Morales, A. 2015. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. 2ª Edición. Ed. Acribia. Zaragoza, España.

Badui S, 2006. Química de los alimentos. Editorial Longman de México. México.

Blach D., Donado J. y Pinzón M. 2015. Actividad de la peroxidasa y polifenoloxidasas en rodajas de carambola (*Averroha carambola* L.) fresco cortado durante su almacenamiento en atmósfera modificada. Laboratorio de investigaciones en post-cosecha. Universidad de Quindío. Colombia.

Castro E. 2016. Parámetros mecánicos y textura de los alimentos. Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile. Chile

Cerazal P. y Duarte G. 2014. Influencia sensorial del cloruro de calcio en tunas (*Opuntia ficus-indica* L.) peladas en almíbar. Departamento de Alimentos. Universidad de Antofagasta. Chile

Codex Alimentarius. 2016. Norma del CODEX para frutas en conserva. CODEX STAN 319.

Collazos C, Robles N, Roca A, Alvistur E, Arias M, Faching A, Vásquez J, Viñas E, Hernández E, Quiroz A, Urquieta R, Herrera N, Días C. 2009. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Instituto Nacional de Salud. Lima.

Disponible en: <http://www.ins.gob.pe/portal/jerarquia/5/385/tabla-de-composicion-de-alimentos/jer.385>

Cruz, M. 2014. Frutales nativos, fundamentos de los cultivos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Recuperado el 13 de noviembre del 2016 en:
<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/327/120.pdf?sequence=1>

Daza G., Manayay D., y Ortega A. 2015. Determinación de parámetros tecnológicos para la elaboración de carambola (*Averroha carambola* L.) en almíbar. Universidad Agraria de la Selva.

Flores, E. 2016. Conservación de carambola (*Averroha carambola* L.) por azúcar y calor. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de San Martín. Tarapoto, Perú.

Frutas en almíbar. Recuperado el 25 de Abril, del 2016 en:
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obfrualm/p1.htm>. Editorial Reverté. España.

Galvis, J. Arjona, H. y Fisher G. 2015. Efectos de la aplicación de soluciones de cloruro de calcio (CaCl_2) sobre las características fisicoquímicas y tiempo de almacenamiento y calidad de carambola (*Averroha carambola* L.) variedad Key West en almíbar. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

- Guerrero D., Farfán R., Garrido F., Ipanaque J. y Yovera L. 2015. Proceso de industrialización del mango en almíbar. Facultad de Ingeniería. Área Departamental de Ingeniería Industrial. Universidad de Piura. Piura, Perú
- Guevara A. y Cancino, K. 2015. Elaboración de fruta en almíbar, utilizando carambola (*Averroha carambola L*), papaya (*Carica papaya*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*) como materia prima para la elaboración de las diferentes conservas. Centro de investigación y capacitación en tecnología alimentaria y agroindustrial (CICTAAL). Universidad Nacional Agraria – La Molina. Lima, Perú.
- Guevara, P. y Málaga, R. 2016. Determinación de los parámetros de proceso y caracterización del aguaymanto (*Physalis peruviana*) en almíbar. Facultad de Ingeniería. Universidad de Lima. Lima, Perú.
- Lirion I. 2016. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización en la textura y calidad microbiológica de conservas de papaya (*Carica papaya*) en almíbar. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú
- Lovera N., Ramallo, L. y Salvadori V. 2016. Efecto de la cocción, contenido de calcio y concentración de sólidos solubles sobre el color y firmeza de la carambola (*Averroha carambola*) en almíbar.
Recuperado el 20 de octubre del 2016 en:
<http://www.scielo.org.ar/pdf/recyt/n20/n20a07.pdf>
- Manual AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Washington D. C.:Association Official Analysis Chemist.
Recuperado el 20 de Agosto del 2016 en:
<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1995.pdf>.
- Marroquín M. 2014. Determinación del contenido de cloruro de calcio, utilizado como aditivo alimentario en conservas de melocotones en almíbar.

Tesis para obtener el título de Ingeniera Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Martinez A. 2016. Efecto del contenido de humedad y tiempo de secado para la obtención de porciones de carambola en almíbar (*Averroha carambola* L.) en almíbar. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú.

Minagri. 2015. Ministerio de agricultura y riego. Recuperado el 03 de Junio del 2016 en: <http://www.minagri.gob.pe/portal/>

Montgomery, D. 2016. Diseño y Análisis de Experimentos. 2º Edición. Editorial Limusa S.A. México

Muñoz A., Vega J., Alva K. y Bracamonte G. 2016. Colorimetría en frutas. Escuela Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú.

Pillpa, A. 2015. Modelación del deterioro físico químico de la conserva de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en almíbar. Tesis para obtener el título de Ingeniera Agroindustrial. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú

Ponce, C. 2004. Efecto del tiempo y la temperatura de pasteurización sobre la textura del mamey (*Mammea americana*) en conserva. Tesis para obtener el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Ramírez, L. 2016. Determinación del contenido de calcio y propiedades mecánicas del mamón (*Carica papaya*. L) en almíbar. Tesis para obtener el título de Ingeniera Agroindustrial. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.

Romero, B. 2004. Efecto combinado de la concentración de sacarosa y cloruro de calcio sobre la ganancia de sólidos, pérdida de agua, textura y sabor del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) deshidratado por ósmosis. Tesis para obtener el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Sierra E. 2016. Guías tecnológicas de frutas y vegetales.

Recuperado el 13 de Noviembre del 2016 en:

<http://www.dicta.hn/files/Carambola,-2014.pdf>

Tello F. 2016. Conservación de pulpa de carambola (*Averrhoa carambola*) con aplicación de métodos de factores combinados. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Leyenda de los diferentes tratamientos

Tratamientos	Leyenda
T0	Sin tratamiento
T1	30 °Brix 0% CaCl ₂
T2	30 °Brix 0.5% CaCl ₂
T3	30 °Brix 1% CaCl ₂
T4	35 °Brix 0% CaCl ₂
T5	35 °Brix 0.5% CaCl ₂
T6	35 °Brix 1% CaCl ₂
T7	40 °Brix 0% CaCl ₂
T8	40 °Brix 0.5% CaCl ₂
T9	40 °Brix 1% CaCl ₂

Anexo 2. Resultados de la evaluación de la carambola en fruto fresco

Mediciones	°Brix inicial	pH inicial
1	5	1.5
2	4.8	1.8
3	5.2	1.7
Promedio	5.0	1.7

	Color inicial			Promedio
L*	58.65	58.42	59.23	58.77
a*	-5.22	-3.91	-3.81	-4.31
b*	17.52	17.29	19.73	18.18

Textura inicial		
Mediciones	T0	
	Máxima carga de compresión (g/f)	Máxima carga de compresión (N)
1	611.2	5.99
2	565.5	5.54
3	575.9	5.64
MEDIA	584.2	5.73

Anexo 3. Resultados de la firmeza (N) de rodajas de carambola en almíbar

Tratamiento	Repetición			Promedio
	1	2	3	
T1	1.85	1.96	1.86	1.89
T2	2.1	2.2	2.01	2.10
T3	2.22	2.39	2.37	2.33
T4	2.4	2.2	2.25	2.28
T5	3.05	3	2.58	2.88
T6	3.09	3.13	2.95	3.06
T7	2.55	2.48	2.58	2.54
T8	3.14	3.07	3.08	3.10
T9	3.5	3.58	3.41	3.50

Anexo 4. Resultados de los sólidos solubles (°Brix) de rodajas de carambola en almíbar

Tratamientos	Repetición			Promedio
	1	2	3	
T1	17	16	16	16
T2	17	16	16	16
T3	17	16	16	16
T4	19	18	18	18
T5	19	19	19	19
T6	19	18	18	18
T7	22	21	22	22
T8	22	22	22	22
T9	22	22	21	22

Anexo 5. Resultados del pH de rodajas de carambola en almíbar

Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
T1	2.51	2.52	2.51	2.51
T2	2.54	2.54	2.54	2.54
T3	2.55	2.55	2.55	2.55
T4	2.52	2.53	2.54	2.53
T5	2.55	2.55	2.56	2.55
T6	2.56	2.57	2.56	2.56
T7	2.53	2.54	2.55	2.54
T8	2.56	2.56	2.56	2.56
T9	2.58	2.57	2.56	2.57

Anexo 6. Resultados del contenido de humedad (%) de rodajas de carambola en almíbar

Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
T1	73.26	78.98	77.57	76.60
T2	72.09	76.48	76.54	75.04
T3	71.4	75.97	75.62	74.33
T4	70.21	75.14	68.97	71.44
T5	68.23	72.23	68.87	69.78
T6	64.99	71.47	67.89	68.12
T7	63.61	68.31	64.96	65.63
T8	62.21	67.63	64.66	64.83
T9	61.35	67.58	63.37	64.10

Anexo 7. Resultados y promedio de la aceptabilidad general de rodajas de carambola en almíbar

JUECES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	6	9	8	4	6	8	4	6	8
2	7	7	7	7	6	6	6	7	6
3	5	7	7	8	8	3	5	4	6
4	8	7	6	6	3	4	7	3	3
5	4	9	8	7	8	6	4	4	5
6	7	8	6	6	3	2	6	7	7
7	4	7	7	6	6	6	7	7	7
8	4	6	4	4	4	2	4	4	1
9	7	7	5	6	6	6	5	3	4
10	8	6	5	4	5	5	4	5	6
11	9	9	6	8	7	5	8	7	9
12	7	7	6	6	7	5	7	5	6
13	8	8	8	8	9	7	8	9	9
14	6	7	7	9	7	4	8	8	8
15	9	9	9	9	8	7	8	8	8
16	6	6	4	8	8	7	9	8	9
17	7	7	8	6	5	7	9	8	8
18	7	6	4	6	8	8	5	3	4
19	8	8	9	7	7	6	5	5	5
20	4	5	6	8	9	7	7	6	8
21	3	3	5	4	5	5	6	4	5
22	6	8	7	8	8	5	7	7	6
23	7	7	8	8	7	6	6	6	6
24	7	8	7	8	9	8	8	8	6
25	8	3	8	5	4	3	9	6	6
26	5	6	5	7	8	9	5	4	3
27	6	5	6	7	9	7	4	3	2
28	5	4	6	7	8	7	5	6	4
29	6	4	5	7	8	8	6	4	3
30	6	5	5	7	8	9	6	5	5
PROMEDIO	6.3	6.6	6.4	6.7	6.8	5.9	6.3	5.7	5.8

Anexo 8. Resultados del color de rodajas de carambola en almíbar

T1				
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
L*	30.14	36.10	34.73	33.66
a*	-1.20	-1.90	-1.92	-1.67
b*	6.73	8.73	7.51	7.66

T2				
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
L*	31.17	40.72	38.38	36.76
a*	-1.10	-2.01	-2.12	-1.74
b*	7.02	9.92	9.35	8.76

T3				
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
L*	31.27	49.30	42.77	41.11
a*	-1.23	-2.91	-2.11	-2.08
b*	6.95	14.92	9.65	10.51

T4				
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
L*	29.31	33.75	41.46	34.84
a*	-0.93	-2.20	-2.56	-1.89
b*	8.19	10.00	11.54	9.91

T5				
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
L*	31.34	37.70	43.05	37.36
a*	-0.95	-1.83	-2.78	-1.85
b*	7.73	7.99	11.27	8.99

Anexo 8continuación:

T6				
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
L*	33.81	42.16	45.40	40.45
a*	-0.91	-2.17	-2.25	-1.78
b*	7.60	9.89	11.02	9.50

T7				
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
L*	38.10	36.70	39.12	37.97
a*	-1.83	-1.91	-1.91	-1.88
b*	10.58	10.26	9.30	10.04

T8				
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
L*	39.91	39.83	44.78	41.50
a*	-1.44	-2.25	-2.16	-1.95
b*	15.24	10.82	12.77	12.94

T9				
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
L*	40.57	43.55	48.58	44.23
a*	-1.63	-2.49	-2.41	-2.17
b*	11.52	12.84	13.63	12.66

Anexo 9. Datos experimentales del tratamiento térmico: Data Trace

Repetición 1: 07/11/2016		
Tiempo	° C	UP
11:50	95.1	1.59
11:51	96	2.01
11:52	96.5	2.29
11:53	96.8	2.47
11:54	97.2	2.74
11:55	97.5	2.96
11:56	97.8	3.20
11:57	98.1	3.46
11:58	98.2	3.55
11:59	98	3.37
12:00	97.8	3.20
12:01	96.4	2.23
12:02	94.7	1.44
12:03	92.7	0.86
12:04	90.7	0.51
12:05	89.6	0.38
12:06	84.1	0.09
12:07	77.9	0.02
12:08	62.5	0.00
12:09	61.2	0.00
12:10	58.6	0.00
12:11	55.4	0.00
12:12	52.2	0.00
12:13	49.4	0.00
12:14	46.9	0.00
12:15	44.7	0.00
12:16	38.5	0.00
12:17	36.1	0.00
12:18	36	0.00
12:19	31	0.00
12:20	30	0.00
12:21	29.5	0.00
12:22	27.9	0.00
12:23	26.6	0.00
12:24	25.4	0.00
12:25	24.2	0.00
12:26	23.1	0.00
12:27	22.5	0.00
12:28	21.5	0.00
12:29	20.2	0.00

Repetición 2: 11/11/2016		
Tiempo	° C	UP
11:50	95.1	1.59
11:51	96	2.01
11:52	96.5	2.29
11:53	96.8	2.47
11:54	97.2	2.74
11:55	97.5	2.96
11:56	97.8	3.20
11:57	98.1	3.46
11:58	98.2	3.55
11:59	98	3.37
12:00	97.8	3.20
12:01	96.4	2.23
12:02	94.7	1.44
12:03	92.7	0.86
12:04	90.7	0.51
12:05	89.6	0.38
12:06	84.1	0.09
12:07	77.9	0.02
12:08	62.5	0.00
12:09	61.2	0.00
12:10	58.6	0.00
12:11	55.4	0.00
12:12	52.2	0.00
12:13	49.4	0.00
12:14	46.9	0.00
12:15	44.7	0.00
12:16	38.5	0.00
12:17	36.1	0.00
12:18	36	0.00
12:19	31	0.00
12:20	30	0.00
12:21	29.5	0.00
12:22	27.9	0.00
12:23	26.6	0.00
12:24	25.4	0.00
12:25	24.2	0.00
12:26	23.1	0.00
12:27	22.5	0.00
12:28	21.5	0.00
12:29	20.2	0.00

Repetición 3: 18/11/2016

Tiempo	° C	UP
11:50	95.1	1.59
11:51	96	2.01
11:52	96.5	2.29
11:53	96.8	2.47
11:54	97.2	2.74
11:55	97.5	2.96
11:56	97.8	3.20
11:57	98.1	3.46
11:58	98.2	3.55
11:59	98	3.37
12:00	97.8	3.20
12:01	96.4	2.23
12:02	94.7	1.44
12:03	92.7	0.86
12:04	90.7	0.51
12:05	89.6	0.38
12:06	84.1	0.09
12:07	77.9	0.02
12:08	62.5	0.00
12:09	61.2	0.00
12:10	58.6	0.00
12:11	55.4	0.00
12:12	52.2	0.00
12:13	49.4	0.00
12:14	46.9	0.00
12:15	44.7	0.00
12:16	38.5	0.00
12:17	36.1	0.00
12:18	36	0.00
12:19	31	0.00
12:20	30	0.00
12:21	29.5	0.00
12:22	27.9	0.00
12:23	26.6	0.00
12:24	25.4	0.00
12:25	24.2	0.00
12:26	23.1	0.00
12:27	22.5	0.00
12:28	21.5	0.00
12:29	20.2	0.00