



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**EFFECTO DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA  
CARAMBOLA (*Averrhoa carambola*) COMO TÉCNICA POSTCOSECHA  
PARA ASEGURAR LA CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA.**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial**

**Autora:**

Mayerling Dayanira Castro Guevara

**Tutor:**

Ing. Byron Adrián Herrera Chávez PhD.

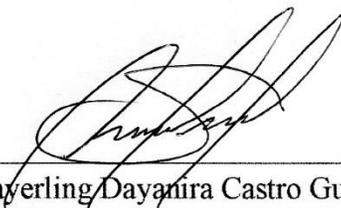
**Riobamba, Ecuador 2023**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Mayerling Dayanira Castro Guevara**, con cédula de ciudadanía 1600502536, autora del trabajo de investigación titulado: **EFFECTO DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA CARAMBOLA (*Averrhoa carambola*) COMO TÉCNICA POSTCOSECHA PARA ASEGURAR LA CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 27 de octubre del 2023.



---

Mayerling Dayanira Castro Guevara  
C.I: 1600502536

## DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Ing. Byron Adrián Herrera Chávez PhD catedrático adscrito a la Facultad de **Ingeniería**, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **EFFECTO DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA CARAMBOLA (*Averrhoa carambola*) COMO TÉCNICA POSTCOSECHA PARA ASEGURAR LA CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA.**, bajo la autoría de Mayerling Dayanira Castro Guevara; por lo que se autoriza ejecutar los tramites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los días 10 de Julio del 2023



---

Ing. Byron Adrián Herrera Chávez PhD

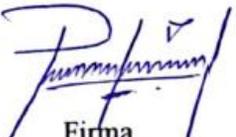
C.I: 0603228834

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Gado para la evaluación del trabajo de investigación **EFFECTO DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA CARAMBOLA (*Averrhoa carambola*) COMO TÉCNICA POSTCOSECHA PARA ASEGURAR LA CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA** por Mayerling Dayanira Castro Guevara, con cédula de identidad número 1600502536, bajo la tutoría de Ing. Byron Adrián Herrera Chávez PhD; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 27 de octubre del 2023.

Presidente del Tribunal de Gado  
Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz PhD



Firma

Miembro del Tribunal de Gado  
Ing. Diego David Moposita Vásquez



Firma

Miembro del Tribunal de Gado  
Ing. Víctor Hugo Valverde Orozco



Firma



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.15  
VERSIÓN 01: 06-09-2021

## CERTIFICACIÓN

Que, **CASTRO GUEVARA MAYERLING DAYANIRA** con CC: **1600502536**, estudiante de la Carrera de **AGROINDUSTRIA**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **EFFECTO DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA CARAMBOLA (*Averrhoa carambola*) COMO TÉCNICA POSTCOSECHA PARA ASEGURAR LA CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**, cumple con el 1%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 10 de julio del 2023



Ing. Byron Adrián Herrera Chávez PhD  
**TUTOR**

## DEDICATORIA

*A mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, me da fuerza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder la dignidad ni desmayar en el intento.*

*A mis padres Eladio Castro & Carlita Guevara por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda durante estos tiempos difíciles, así como por ayudarme a acceder a los recursos de aprendizaje necesarios. Me han dado todo como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi compromiso, mi perseverancia y el coraje para lograr mis metas.*

*A mis hermanos Roxshell, Zoe y Jeykov por estar en los buenos y malos momentos de mi vida.*

*Mayerling Dayanira Castro Guevara*

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Nacional De Chimborazo y a la Carrera de Agroindustria por abrirme sus puertas y forjarme como profesional con valores y ética.*

*A todos los docentes que me han acompañado a lo largo de la carrera con sus consejos y enseñanzas en mi formación académica.*

*A mi tutor Ing. Byron Adrián Herrera Chávez PhD, por ser mi guía en mi trabajo de investigación, aportando sus conocimientos científicos y su tiempo brindado para así poder obtener una investigación clara y concreta.*

*A mis mejores amigos Gina, Marylin y Víctor por todo su apoyo y cariño en todo este tiempo de estudios, por su amistad incondicional.*

*A mis amigos por su apoyo y afecto en todo este tiempo el cual hicieron posible este pequeño paso en mi vida profesional.*

*Mayerling Dayanira Castro Guevara*

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE ECUACIONES

RESUMEN

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Antecedentes.....	14
1.2 Planteamiento del problema.....	15
1.2.1 Identificación y descripción del problema.....	15
1.2.2 Formulación del problema .....	16
1.3 Objetivos .....	16
1.3.1 <i>General</i> .....	16
1.3.2 Específicos .....	16
CAPÍTULO II. ESTADO DE ARTE Y MARCO TEÓRICO .....	17
2.1.1. Estudios relacionados de la carambola .....	17
2.2. Marco teórico.....	18
2.1.1. Carambola ( <i>Averrhoa carambola</i> ) .....	18
2.1.2. Origen.....	18
2.1.3. Taxonomía .....	18
2.1.4. Composición nutricional .....	19

2.2.	Procesos de deshidratación.....	19
2.3.	Técnicas de deshidratación de la carambola .....	19
2.3.1.	Deshidratación solar.....	19
2.3.2.	Deshidratación osmótica .....	20
2.3.3.	Deshidratado por aire caliente .....	20
2.3.4.	Deshidratado por Liofilización .....	20
2.4.	Técnicas postcosecha .....	20
2.5.	Calidad Alimentaria .....	21
2.6.	Seguridad Alimentaria .....	21
2.7.	Análisis Microbiológicos.....	22
2.8.	Análisis proximal .....	23
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		24
2.9.	Tipo de Investigación.....	24
2.10.	Diseño de Investigación.....	24
2.10.1.	Cualitativo .....	24
2.10.2.	Cuantitativo.....	24
2.10.3.	Experimental.....	24
2.11.1.	Lugar de la investigación.....	24
2.11.2.	Materia Prima .....	25
2.12.	Procedimiento.....	25
2.12.1.	Descripción del proceso.....	25
2.13.	Métodos de análisis .....	27
2.13.1.	Caracterización proximal de la carambola ( <i>Averrhoa carambola</i> ).....	27
2.13.1.1.	Determinación de humedad.....	27
2.13.2.	Determinación de cenizas.....	27
3.6.1.2.	Determinación de fibra .....	28
3.6.1.3.	Determinación de extracto etéreo .....	28
3.6.1.4.	Determinación de proteína .....	29

3.6.1.5. Determinación de elementos libres de nitrógeno ELN .....	29
3.6.2. Caracterización microbiológica .....	29
2.13.2.1.Salmonella.....	30
2.13.2.2.Escherichia coli .....	31
2.13.2.3.Mohos y levaduras .....	31
2.14. Procesamiento de datos. ....	32
2.14.1. Hipótesis.....	32
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....</b>	<b>33</b>
2.15. Resultados .....	33
2.15.1. Análisis proximal de la carambola fresca en Puyo, Guayaquil y Santo Domingo. ....	33
2.15.2. Análisis proximal de la carambola deshidratada .....	35
2.15.3. Estudio de vida útil de la carambola fresca .....	36
2.15.4. Curva de deshidratado de la carambola .....	37
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>
2.16. Conclusiones.....	40
2.17. Recomendaciones.....	40
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1</b>	Taxonomía de la carambola.....	18
<b>Tabla 2</b>	Requisitos microbiológicos para productos deshidratados.....	22
<b>Tabla 3</b>	Requisitos microbiológicos para productos deshidratados.....	30
<b>Tabla 4</b>	Análisis proximal de la carambola de la ciudad de Puyo, Guayaquil y Santo Domingo .....	33
<b>Tabla 5</b>	Análisis proximal de la carambola deshidratada .....	35
<b>Tabla 6</b>	Estudio de vida útil de la carambola fresca .....	36
<b>Tabla 7</b>	Análisis de varianza para el estudio de vida útil en carambola deshidratada.....	37
<b>Tabla 8</b>	Curva de deshidratado de la carambola en función del tiempo y el porcentaje de humedad. ....	38

## ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

<b>Ilustración 1</b> Carambola ( <i>Averrhoa carambola</i> ).....	18
<b>Ilustración 2</b> Composición química de la carambola.....	19

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Diagrama de flujo de la deshidratación de la carambola. ....	26
<b>Gráfico 2</b> Curva de Deshidratado de la carambola.....	38

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1</b> % de Humedad.....	27
<b>Ecuación 2</b> % de Cenizas.....	27
<b>Ecuación 3</b> % de Fibra Bruta.....	28
<b>Ecuación 4</b> % de Extracto Etereo.....	28
<b>Ecuación 5</b> % de Proteínas.....	29
<b>Ecuación 6</b> <i>Salmonella</i> .....	30
<b>Ecuación 7</b> <i>Coliformes</i> .....	31
<b>Ecuación 8</b> <i>Mohos y levaduras</i> .....	31

## RESUMEN

Para la industria alimentaria los procesos postcosecha que la mayoría de frutas y verduras cumplen son ineficientes, ya que las pérdidas económicas que estos alimentos ocasionan por el deterioro se deben a la baja demanda en el mercado que afecta directamente a los productores en el medio productivo. Para la investigación se planteó determinar el efecto del proceso de deshidratación de la carambola (*Averrhoa Carambola*) como técnica postcosecha mediante pruebas y análisis de laboratorio para determinar la calidad y seguridad alimentaria que esta ofrece en el campo. La metodología utilizada en la investigación fue cuantitativa descriptiva y experimental, donde se caracterizó la carambola mediante un análisis proximal, antes y después del proceso de deshidratación de tres lugares del Ecuador utilizando la deshidratación como método de conservación que permita la seguridad alimentaria, además se determinó el tiempo de vida útil mediante un análisis microbiológico. Los resultados determinaron que la carambola de la ciudad del Puyo presentó mejores características composicionales y de igual forma al deshidratar este fruto a una temperatura de 60°C se conservan mejor dichos parámetros con una ficha de estabilidad de hasta 15 días sin recuentos microbiológicos. Con respecto a los resultados se concluyó que la carambola de la zona del Puyo posee mejores características composicionales y que al deshidratar la fruta a 60°C en el proceso de secado no se desnaturalizan sus propiedades, recalando que este proceso no debe sobrepasar las 6 horas para asegurar la calidad del alimento.

**Palabras claves:** deshidratación por aire caliente, seguridad alimentaria, carambola, curva de secado.

## ABSTRACT

For the food industry, the postharvest processes that most fruits and vegetables comply with are inefficient since the economic losses that these foods cause due to deterioration are due to low demand in the market, which directly affects producers in the productive environment. For the investigation, it was proposed to determine the effect of the dehydration process of the carambola (*Averrhoa Carambola*) as a postharvest technique through tests and laboratory analysis to determine the quality and food safety it offers in the field. The methodology used in the research was quantitative, descriptive, and experimental, where the carambola was characterized through a proximal analysis before and after the dehydration process of three places in Ecuador using dehydration as a conservation method that allows food security; it was also determined the shelf life through a microbiological analysis. The results determined that the carambola from Puyo presented better compositional characteristics. In the same way, when dehydrating this fruit at a temperature of 60°C, these parameters are better preserved with a stability sheet of up to 15 days without microbial loads. Regarding the results, it was concluded that the carambola from the Puyo area has better compositional characteristics and that when dehydrating the fruit at 60°C in the drying process, its properties are not denatured, emphasizing that this process should not exceed 6 hours to ensure the quality of the food.

**Keywords:** Hot air dehydration, Denaturation, Food safety, Carambola (*Averrhoa carambola*), Drying curve.



Reviewed by:  
Ms.C. Ana Maldonado León  
ENGLISH PROFESSOR  
C.I.0601975980

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

### 1.1 Antecedentes

La carambola (*Averrhoa carambola*) es un árbol con hojas compuestas, de tipo imparipinnadas, esta aplica a las hojas pinnadas terminadas en un folíolo impar, como las de la rosa con 3 a 9 folíolos sentados, oval elíptica a oblonga, con un tamaño de 10 a 20 cm sus flores en inflorescencias axilares con un fruto parecido a una baya grande, alargada, de unos 8 a 10 cm de largo, con forma de pepino dividido en 5 segmentos longitudinales que, al cortarlo transversalmente, queda con forma de estrella. De ahí uno de sus nombres vulgares. El color es anaranjado a amarillo intenso en la madurez, su reproducción se hace por semilla y esqueje (Moros, 2013).

Para la industria alimentaria uno de los más grandes eslabones son los problemas que afectan tanto a la calidad y seguridad de los alimentos, específicamente los procesos postcosecha que en la mayoría de casos son inexistentes, en el tratamiento de frutas y verduras se manifiesta de manera crítica ya que al hablar de alimentos no procesados estos tienden a sufrir un deterioro más rápido el cual puede producirse tanto por la baja demanda del mercado o por una mala manipulación tanto mecánica que puede ocasionar golpes o abolladuras y la aplicación de malos procesos que pueden contaminar tanto de forma química y biológica al alimento (De Michelis y Ohaco, 2015).

Según Marín (2006), a través de la historia, la deshidratación ha jugado un papel muy importante como técnica utilizada para conservar los alimentos (p. 2). Tan importante que, desde el paleolítico, unos 400.000 años aproximadamente, ya se utilizaban técnicas para conservar como lo era el secado al sol aplicado en frutas, granos, vegetales, carnes y pescados, todo esto a través de muchos ensayos y errores, para conseguir una posibilidad de subsistencia en épocas de escasez de alimentos, no solo necesarios, sino que también nutritivos.

El manejo postcosecha de las frutas juega un papel muy importante en la etapa de maduración debido a que continúan con un proceso de respiración aún después de haber sido cosechadas. En tal sentido, la fruta continúa con un proceso biológico que implica una serie de cambios estructurales, químicos y biológicos. Asimismo, el producto cosechado está constantemente expuesto a la contaminación por micro organismos patógenos que producen una pérdida significativa de su calidad (Velázquez y Hevia, 2007, p. 36).

Para Acuña (2009) un manejo postcosecha apropiado a las frutas, incrementa el rendimiento de la cosecha alargando la vida en anaquel, lo que maximiza la energía invertida durante el proceso de producción como siembra, mantenimiento de finca, insumos, cosecha, empaque y transporte al mercado (p. 24).

El presente proyecto de investigación busca analizar la calidad y seguridad alimentaria que la carambola ofrece al aplicar una técnica postcosecha, como lo es la deshidratación por aire caliente para determinar el tiempo de vida útil al extraer la mayor cantidad de agua y realizar un análisis sobre sus componentes internos y microbiológicos, para comprobar si la deshidratación por aire caliente permite garantizar la calidad e inocuidad de la fruta, para que esta técnica pueda ser aplicada a otro tipo de frutas mejorando directa e indirectamente la economía de todos aquellos productores que actualmente se desempeñan en dichas actividades.

## **1.2 Planteamiento del problema**

De acuerdo con Decco (2019) en la actualidad se establece que las pérdidas postcosecha son aquellos frutos desperdiciados o en mal estado para el consumo lo que puede producirse entre la recolección y la llegada al punto de venta de hortalizas y frutas frescas, dichas pérdidas pueden variar y dependerán siempre en función del producto también el transporte y manejo que se empleó en ellas, pero suelen representar entre un 5 y un 25% de las cosechas.

En algunos países de Asia recientemente ha habido una comprensión a todo nivel, empresa y gobierno, sobre la necesidad de hacer mejoras en el mercadeo de frutas y hortalizas frescas y de capacitación práctica en el tema de lo que es el manejo de técnicas postcosecha tratando de copiar los sistemas y tecnologías sofisticadas que se usan en Norteamérica, Europa y Japón, puede tener poca relación con las necesidades de los países en desarrollo (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2022).

De acuerdo con Velázquez y Hevia (2007), en la mayoría de países de América latina existe una gran deficiencia en la infraestructura de mercadeo donde las pérdidas postcosecha de productos frescos varían entre 25 a 50% de la producción, esto hace que las mermas de esta magnitud representan una pérdida significativa de alimentos y un considerable daño económico para toda la cadena productiva (p. 12).

Los problemas que enfrenta el Ecuador dentro del manejo pre y postcosecha de las frutas son diversos: dentro de ellos sobresalen la deficiencia de ofertas tecnológicas, escasa información sobre oportunidades de mercado, una deficiente organización de productores y falta de tecnología postcosecha, lo que origina pérdidas muy grandes, relacionado a un manejo inadecuado de los frutos luego de la cosecha, además, el uso indiscriminado de químicos produce una baja calidad sobre dichos productos, todo eso desde el manejo de los pequeños productores (Brito et al., 2013, p. 2)

### **1.2.1 Identificación y descripción del problema**

En el caso del Ecuador los problemas alimenticios no se ligan solamente a una insuficiente disponibilidad de alimentos, sino a la dificultad de las personas en manejar procesos u técnicas sofisticadas que les permitan almacenar de forma correcta los productos que han cosechado, dichos factores hace que se pierdan recursos económicos y no se mantenga una economía circular lo que produce una carencia en los productos que se ofertan al no estar en óptimas condiciones para el consumo (León, 2011, p. 7).

Actualmente se está tratando de mejorar y fortalecer la inocuidad, el Ministerio de agricultura ayuda mediante planes de desarrollo en el campo, para mejorar el sistema y la cultura de inocuidad alimentaria en todos los procesos de calidad, la inclusión de nuevas prácticas agrícolas mejorando la técnicas postcosecha que desde la academia se trata de incursionar en materias en la malla curricular de las carreras competentes para que haya un cambio de hábitos en los consumidores, empezando por los niños, además de fortalecer capacidades en la práctica (Ministerio de agricultura y ganadería [MAG], 2021).

Mediante planes de manejo sobre la producción de la carambola (*Averrhoa carambola*) se espera mejorar la producción y tecnificación del mismo ya que actualmente este no se establece como un producto de primera necesidad para la exportación produciendo una nula demanda del mismo en el territorio nacional esto hace que no exista ningún tipo de ayuda para aquellos productores que tiene la capacidad de ofrecer la fruta, ya que no cuentan con métodos de manejo precosecha y postcosecha

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cómo ayudará a asegurar la calidad y seguridad alimentaria el proceso de deshidratación de la carambola (*Averrhoa carambola*) como técnica postcosecha?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 General**

- Determinar el efecto del proceso de deshidratación de la carambola (*Averrhoa carambola*) como técnica postcosecha mediante pruebas y análisis de laboratorio para determinar la calidad y seguridad alimentaria que esta ofrece en el campo.

### **1.3.2 Específicos**

- Realizar un análisis proximal de la carambola (*Averrhoa carambola*) de tres zonas y tres niveles de temperatura para el proceso de deshidratación.
- Evaluar la vida útil de la carambola (*Averrhoa carambola*) antes y después del proceso de deshidratación con la aplicación de un análisis microbiológico.
- Analizar la curva de deshidratado de la carambola (*Averrhoa carambola*), frente a otras frutas de la zona para evaluar su capacidad de reacción y resistencia.

## CAPÍTULO II. ESTADO DE ARTE Y MARCO TEÓRICO

### 2.1. Estado del arte

#### 2.1.1. Estudios relacionados de la carambola

De acuerdo con Caicedo (2017) en sus estudios sobre “Efectos del proceso de secado e índice de madurez sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de láminas de carambola (*Averrhoa carambola*)” realizó un análisis sobre todas las características de la fruta, estableciendo tiempos y temperaturas variables para determinar las más eficientes a una concentración específica de la fruta obtenido que en el T17 (Temp. Secado 75°C, velocidad 3,5 m/s e, 8°Brix), son las mejores por presentar características fisicoquímicas y organolépticas idóneas (p. 42).

Así mismo, Gajales et al. (2005) analizaron la Liofilización de carambola (*Averrhoa carambola L.*) osmodeshidratada estudiando parámetros como la preparación de este tipo de muestra, de forma inicial la deshidratación osmótica con 65°Brix de sacarosa con 20°C y 585 mmHg para llevar a un proceso de ambar por 6 horas a temperaturas de -17°C a 50°C con ensayos por triplicado afectando al aroma y sabor (p. 60).

Salazar & Guevara (2002) realizaron la obtención de carambola (*Averrhoa carambola L.*) deshidratada por osmosis, donde se analizaron rendimiento de 33.5 % de la fruta mediante el análisis de todas las etapas del proceso y determinado que el fruto debe estar en madurez intermedia o "estado pintón" para el proceso de deshidratación con una concentración final de 50-60°Brix obteniendo un producto estable y de buena calidad (p. 52).

Garay et al. (2021) en la “Deshidratación osmótica en frutos de carambola (*Averrhoa carambola*) en Pucallpa” evaluaron el comportamiento de la fruta en cuanto a la concentración del agente osmótico, temperatura de deshidratado con miel de caña de azúcar en tratamientos a 50°C y diluciones al 40, 50 y 60°Brix aplicando de 40 y 50°C, secando a 85°C por 5 horas para después almacenar y analizar los resultados y verificar la calidad de la fruta (p. 71).

Por último Góngora (2012) en su tesis sobre el secado osmo-convectivo con aire caliente de rodajas de carambola (*Averrhoa carambola L.*) analizó la calidad de la fruta mediante las propiedades fisicoquímicas, la solución osmótica con un 55°Brix se empleó a 28°C en relación 1:15 donde se realizó un secado de 50 a 70°C con un flujo de aire de 0.9m/s en un secador de túnel donde se tuvo unos resultados con un mayor en el tratamiento a 1.4 horas de deshidratación osmótica, entre 60-65°C determinado que una técnica combinada es apropiada para esta fruta por la pérdida de humedad, determinando las condiciones óptimas para su almacenamiento (p. 49).

## 2.2. Marco teórico

### 2.1.1. Carambola (*Averrhoa carambola*)

#### Ilustración 1

*Carambola (Averrhoa carambola)*



*Nota.* Tomado de (Moros, 2013).

### 2.1.2. Origen

Su origen se da en el sudeste asiático, difundido como un árbol frutal en muchas zonas tropicales y subtropicales del mundo. Otros nombres que tiene son árbol del pepino, chiramelo, fruta china, fruta estrella, maramelo, tamarindo chino y tamarindo culí. Alcanza una altura de unos 3 a 5 metros. Puede tener uno o varios troncos y desarrolla una copa amplia y ramificada (Moros, 2013).

### 2.1.3. Taxonomía

Según Mateus et al. (2015) la carambola (*Averrhoa carambola*) presenta las siguientes características taxonómicas;

**Tabla 1**

*Taxonomía de la carambola*

<b>Taxonomía</b>	
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Oxalidales
Familia:	Oxalidaceae
Género:	<i>Averrhoa</i>
Especie:	<i>Averrhoa carambola</i> L.

*Nota.* Tomado de (Mateus et al., 2015).

## 2.1.4. Composición nutricional

Como se observa en la figura se establecen todas las propiedades de la composición de la carambola.

### Ilustración 2

*Composición química de la carambola*



Composición nutricional de la carambola	
Calorías	35.7
Agua	89 – 91 g
Carbohidratos	9.38 g
Grasas	0.08 g
Proteínas	0.38 g
Fibra	0.8 – 0.9 g
Cenizas	0.26 – 0.4 g
Calcio	4.4 – 6.0 mg
Potasio	163- 170 mg
Fósforo	15.5 – 21.0 mg
Hierro	0.32 – 1.65 mg
Tiamina	0.03 – 0.038 mg
Riboflavina	0.019 – 0.03 mg
Niacina	0.294 – 0.38 mg
Ácido ascórbico	26.0 – 53.1 mg

*Nota.* Tomado de *Compendio de Agronomía Tropical. San José de Costa Rica: FL. Morton, Julia F, 2012, (p. 12).*

## 2.2. Procesos de deshidratación

Para Ochoa et al. (2013) uno de los métodos más eficiente y menos costosos sobre el proceso es el deshidratado con aire caliente, este siendo el más conocido en donde se remueve y quita el agua en estado libre de la superficie de los productos por acción de las resistencias (p. 1). Por el incremento en la velocidad del aire y la turbulencia generada alrededor del alimento se produce una reacción de reducción de la tensión en la capa de difusión, causando una disminución paulatina constante de la humedad dentro de la fruta la cual se mantiene con una temperatura controlada para evitar la desnaturalización de las propiedades alimenticias.

Ochoa et al. (2013) analizan y clasifican los métodos de deshidratado de la siguiente manera (p. 39):

- Deshidratación Solar.
- Deshidratación Osmótica.
- Deshidratado con Aire Caliente.
- Deshidratado por Liofilización.

## 2.3. Técnicas de deshidratación de la carambola

### 2.3.1. Deshidratación solar

Según De Michelis (2015) habla de la deshidratación solar es aquella que utiliza como fuente principal la energía solar, por lo general existen algunos deshidratadores solares que funcionan básicamente con el viento y el impacto del sol por medio de placas que se encuentran

dentro de una cámara específica y por conducción del viento y flujo del calor la cual va deshidratando de forma paulatina a la fruta, este proceso es lento y depende de la velocidad del viento y el flujo de calor determinado del día (p. 11).

### **2.3.2. Deshidratación osmótica**

De acuerdo con Salazar y Guevara (2002) la deshidratación osmótica consiste en sumergir a un producto determinado con una concentración de sólidos solubles característicos como sacarosa, panela, miel etc. Permitiendo que el alimento los asimile y los constituya para luego ser tratado y secado a una temperatura determinada, obteniendo un producto seco con adquisición de sólidos independientes de la fruta que adquirió en el proceso, por lo general este método es asistido con ultrasonido para mejorar la eficiencia y tiempo de secado (p. 9).

### **2.3.3. Deshidratado por aire caliente**

Como menciona Santos (2010) este proceso consiste en llevar a la fruta a una temperatura determinada y tiempo establecido, para determinar la cantidad de agua perdida por efecto del mismo, por lo general este proceso funciona con energía eléctrica con velocidades de entre 0.5m/s a 1.3m/s con una resistencia de 800 y 1000 W que se calienta por conducción y puede ir desde los 30°C a los 150°C dependiendo la muestra y objetivo buscado (p. 7).

### **2.3.4. Deshidratado por Liofilización**

La liofilización es un proceso muy eficiente utilizado en la industria alimenticia y farmacéutica ya que al realizar un proceso inocuo que no daña al alimento de forma interna este mediante congelación y posterior sublimación a presión reducida logra secar el alimento o producto sin desnaturalizar sus propiedades y componentes químicos, por lo general este permite secar compuestos orgánicos sin alterar su composición (Caballero et al., 2017, p. 3)

## **2.4. Técnicas postcosecha**

De acuerdo con Kitinoja (2003) para saber cómo aplicar técnicas postcosecha de forma correcta, se debe de enfocar el objetivo de la actividad a mantener la calidad física y química del producto como; la apariencia, textura, sabor y valor nutritivo, de igual manera tratar de proteger o garantizar la seguridad alimentaria en todas las etapas del proceso o producción y por último reducir las pérdidas en la cadena de la cosecha y el consumo ya que en esta etapa se establece una mayor pérdida económica (p. 5).

Uno de los problemas más característicos del proceso de cosecha son las técnicas que las personas utilizan, la forma como lo aplican, estas técnicas se relacionan directamente con el producto, la fruta u hortaliza estos atributos que tienen que analizarse y manejarse de forma correcta, ya que estas propiedades se encuentran relacionadas con efectos físico, químicos y climáticos (López, 2000, p. 12).

De la misma manera Proain (2021) enseña a analizar cómo se puede evitar un daño en el manejo postcosecha mediante una planificación de la cosecha donde se analiza lo siguiente:

- Identificar las necesidades que necesita el mercado.
- Agilidad y experiencia de los encargados para la cosecha.
- Manipulación adecuada para evitar el daño mecánico.
- Analizar el índice de madurez en base a la curva de maduración.
- Análisis del transporte y aplicación de equipos adecuados.
- Análisis del almacenamiento y control de inventarios para evitar las pérdidas.

Para el índice de madurez a la cosecha, se analiza el fruto en el momento de la recolección y, una vez cortado, se modifican los parámetros de calidad para mejorar la estructura por maduración, lo que permite tener en cuenta los métodos más factibles comúnmente utilizados en la cadena. Cultivos seleccionados por control de producción.

## **2.5. Calidad Alimentaria**

Según la FAO (2021) para analizar un alimento y considerarlo es apto para el consumo humano, se determinan algunas pruebas específicas para verificar su procedencia y saber si puede destinarse al consumo:

- Se tienen las normas nacionales e internacionales de todos los alimentos escogidos para el análisis.
- La etapa de la distribución debe completarse en el tiempo que no exceda el rango de caducidad de los alimentos o su fecha de vencimiento.
- Analizar la manipulación, almacenamiento y distribución de los alimentos para tomar en cuenta los envases a utilizar.
- Calificar y verificar que todas las especificaciones de la fecha de elaboración, el origen, la fecha de caducidad y datos sobre el contenido de nutrientes que se encuentren correctamente indicadas en la etiqueta en el idioma correspondiente.
- Se deben analizar de forma sistemática y eficiente de las etapas del transporte y el almacenamiento para evitar daños en los productos y establecer una calidad de los alimentos.

## **2.6. Seguridad Alimentaria**

De acuerdo con FAO (2022) se estiman aproximadamente más de 600 millones de casos que involucran un mal manejo de los alimentos, los problemas que más se caracterizan en este ámbito son la contaminación cruzada y los alimentos que no han tenido un manejo postcosecha, por ende, no se puede garantizar una inocuidad generando un problema en las personas de índole crítica ya que la salud pública tiene un papel esencial para lograr la seguridad alimentaria.

Para Pasteur 2018 en el proceso de garantizar la inocuidad de los alimentos los factores se analizan desde la explotación agrícola y termina con el consumidor si se han aplicado todas las etapas de la comercialización de manera adecuada, donde no exista ninguna incidencia que afecte directamente al alimento y al consumidor.

Una de las normativas que se especializa en la seguridad alimentaria, analizando todas las etapas de este proceso en la ISO 22000 este estatuto internacional ayuda a verificar calidad

de alimentos, ya que establece requisitos básicos para la implementación de un sistema de gestión de seguridad alimentaria asegurando la inocuidad de los alimentos.

Henriquez y Domínguez (2020) mencionan que la ISO 22000 se puede aplicar en toda la cadena alimentaria, esta posee algunos elementos claves como:

- Comunicación interactiva.
- Gestión de sistemas.
- Análisis y control de los riesgos de Seguridad Alimentaria por medio de los programas prerrequisitos como las HACCP o APPCC (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), POES Y BPM.
- Actualización de los sistemas de calidad y mejora continua en cuanto a seguridad alimentaria.

## 2.7. Análisis Microbiológicos

La importancia del análisis de los alimentos en cuanto a estudios microbiológicos de los mismos es muy importante, ya que este trata de ver la veracidad de un producto tanto en el proceso de producción como también en la materia prima para saber si esta se encuentra en óptimo estado para el consumo, este tipo de estudio es de mucha importancia ya que permiten determinar o efectuar parámetros de calidad, aceptación y estudios de vida para saber la estabilidad del producto a factores físico y biológicos (Prado et al., 2013, p. 11).

De acuerdo con la NTE INEN 2996 (2015) en los requisitos microbiológicos "el producto debe estar exento de microorganismos capaces de desarrollarse en condiciones normales de almacenamiento, no debe contener ninguna sustancia tóxica originada por microorganismos" (p. 8), estos requerimientos se establecen en la tabla 2;

**Tabla 2**

*Requisitos microbiológicos para productos deshidratados*

<b>Requisitos</b>	<b>Unidad</b>	<b>N</b>	<b>m</b>	<b>M</b>	<b>c</b>	<b>Método de Ensayo</b>
<i>Salmonella</i>	50g	5	0	--	0	NTE INEN 1529-15
<i>Escherichia coli</i>	NMP/g	5	10	5x10 <sup>2</sup>	0	NTE INEN 1529-8
<i>Recuento de mohos y levaduras</i>	UFC/g	5	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	2	NTE INEN 1529-10

n= número de muestras,

m= índice mínimo permisible para identificar nivel de buena calidad,

M= índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad,

c= número de muestras permitidas con resultado entre m y M.

*Nota.* (Tomado de NTE INEN 2996, 2015).

## 2.8. Análisis proximal

El análisis proximal nos ayuda a comprender la composición química de un alimento en la forma general, debido a que las propiedades que se obtienen a través de estos análisis no son específicas del alimento si no porcentualmente referenciados de lo que posee cada alimento los cuales deben someterse a parámetros estadísticos o técnicas adecuadas para realizar una determinación de conclusiones de criterio profesional (Quirós, 2012, p. 24).

Según Quiros (2012) los análisis proximales en los alimentos ya sean de origen vegetal y animal constan los siguientes parámetros:

- Humedad
- Ceniza
- Proteína
- Gasas
- Fibra
- Compuestos libres de nitrógeno

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.**

### **2.9. Tipo de Investigación**

El presente proyecto de investigación pertenece a una investigación cuantitativa, experimental y descriptiva, donde se caracterizó la carambola mediante un análisis proximal, antes y después del proceso de deshidratación como método de conservación y seguridad alimentaria, además se determinó el tiempo de vida útil mediante un análisis microbiológico.

Así mismo, el estudio fue de corte transversal ya que se realizó en un período de tiempo de 4 meses para la evaluación y discusión de los resultados.

### **2.10. Diseño de Investigación**

#### **2.10.1. Cualitativo**

En este estudio se utilizó un enfoque cualitativo debido a que en el proceso de investigación se obtuvieron resultados que fueron sometidos a comparación con todas las características de la carambola fresca y deshidratada, siendo el objeto de estudio para determinar cada uno de los objetivos propuestos en la investigación.

#### **2.10.2. Cuantitativo**

Adicionalmente, se empleó un enfoque cuantitativo, a través de los datos numéricos obtenidos en el análisis de laboratorio de la fruta fresca y deshidratada, estos valores se relacionaron mediante un análisis estadístico para su determinada correlación, lo que permitió responder las incógnitas y problemas que se evaluaron en el proceso de la investigación.

#### **2.10.3. Experimental**

La investigación fue de carácter experimental ya que los análisis se realizaron en los laboratorios de Ingeniería Agroindustrial localizados en la matriz principal de la Universidad Nacional de Chimborazo, los parámetros obtenidos se analizaron adecuadamente a través de las temperaturas aplicadas a la fruta en el proceso de deshidratación obteniendo los resultados deseados para esta investigación.

### **2.11. Técnica de recolección de datos**

#### **2.11.1. Lugar de la investigación**

La presente investigación se realizó en los laboratorios de control de calidad y procesos agroindustriales de la carrera de Agroindustria, localizados en la Universidad Nacional de Chimborazo, vía Guano kilómetro 1<sup>1/2</sup>.

### 2.11.2. Materia Prima

Las carambolas utilizadas en la investigación fueron recolectadas de tres zonas diferentes; Puyo, Guayaquil y Santo Domingo lo que permitió verificar la calidad de la fruta dependiendo su zona de producción, adicionalmente se identificó los mercados más populares de cada lugar estableciendo que todas las frutas utilizadas para la investigación cumplan con las características físicas adecuadas sin golpes o moretones y grado de madurez adecuado.

### 2.11.3. Caracterización de la carambola

La calidad de la fruta fue evaluada a través de un análisis proximal por triplicado, mismo que incluye los análisis de humedad, cenizas, proteína, grasas, fibra y elementos libres de nitrógeno. Además, se determinó la vida útil de la carambola mediante un análisis microbiológico siguiendo las especificaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2996 (2015), donde se analizó, *Escherichia coli*, Mohos y Levaduras y *Salmonella*.

## 2.12. Procedimiento

Para el proceso de deshidratación de la carambola se utilizó la metodología descrita por Góngora (2012), utilizando el método de secado con aire caliente de la fruta, en el gráfico 1 se presenta el diagrama de proceso utilizado en la investigación:

### 2.12.1. Descripción del proceso

**Recepción de la materia prima:** Se utilizó frutos de carambola en estado de madurez: grado 3, de tres diferentes zonas.

**Control de calidad:** En esta etapa se verificó que las frutas no tengan daños mecánicos, golpes, moretones o algún factor que afecte al proceso posterior.

**Lavado:** El lavado se realizó manualmente, con una solución al 0,1% de hipoclorito de sodio, para eliminar la carga microbiana.

**Picado o troceado:** El cortado de la fruta se realizó en rodajas de 8mm, de espesor utilizando un cuchillo estéril de acero inoxidable y una tabla de picar previamente desinfectada.

**Alimentación:** En esta etapa se procedió alimentar la máquina con cada carga de fruta para los tres diferentes tratamientos.

**Deshidratado:** Se llevó la fruta a los tres diferentes tratamientos para establecer las diferencias en cada uno de estos; T1: 50°C por 10h, T2: 55°C por 7h y finalmente T3: 60°C por 4h.

**Pesado:** En esta etapa se procedió a verificar el peso para analizar el rendimiento.

**Empacado:** Se realiza de forma manual, colocando de 5 a 10 láminas en fundas herméticas.

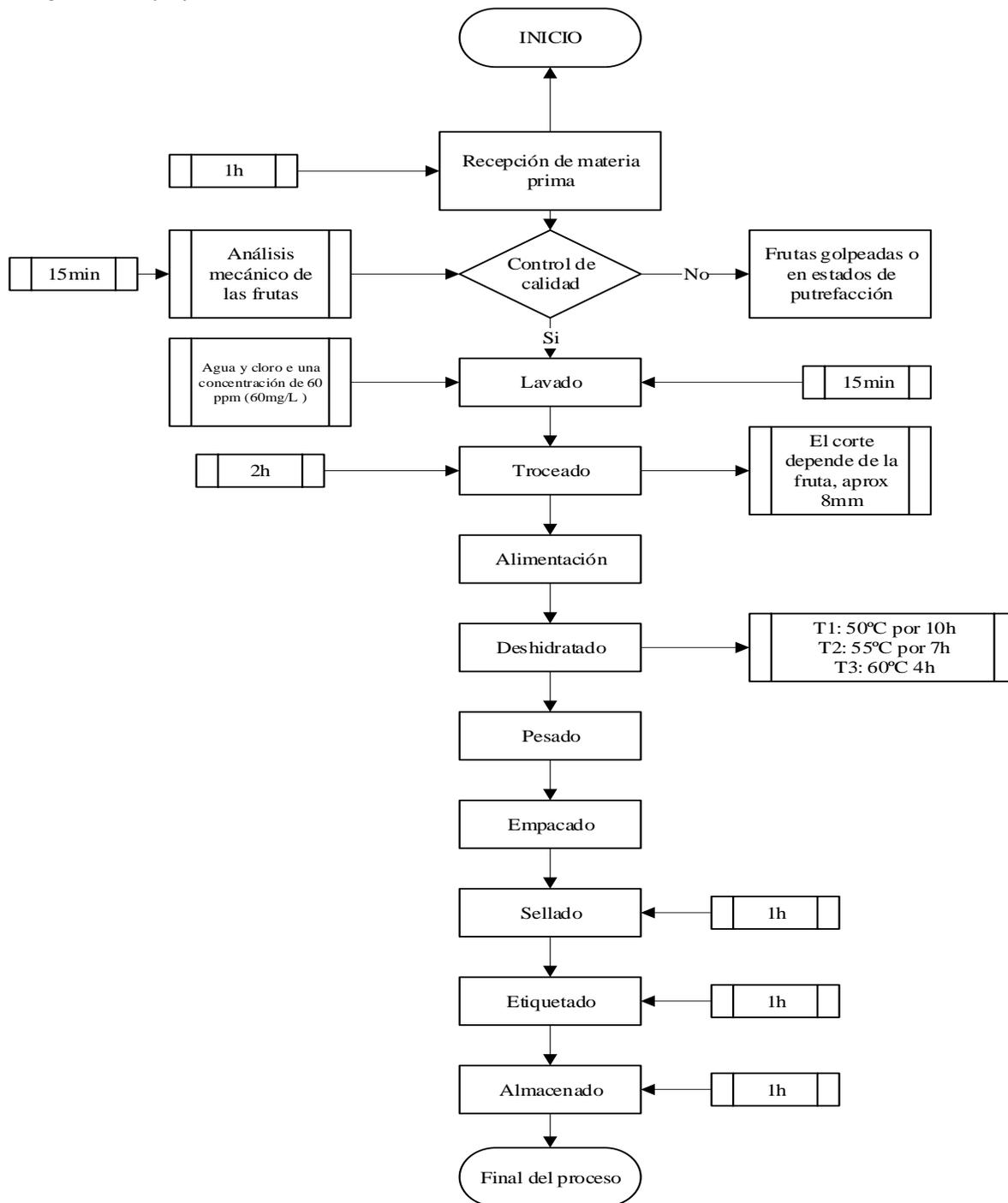
**Sellado:** Se utilizó una selladora con cinta magnética para realizar un sellado eficiente que no permita la salida de aire en las muestras.

**Etiquetado:** Se procedió a etiquetar cada una de las muestras para los análisis posteriores.

**Almacenado:** Se almacenó en lugares secos, con buena ventilación, sin exposición a la luz y en anaqueles.

**Gráfico 1**

*Diagrama de flujo de la deshidratación de la carambola.*



## 2.13. Métodos de análisis

### 2.13.1. Caracterización proximal de la carambola (*Averrhoa carambola*)

Para determinar la composición y calidad de la carambola se aplicó un análisis proximal.

#### 2.13.1.1. Determinación de humedad

Para los análisis de la humedad de la carambola y el producto final se utilizó la metodología Official Methods of Analysis Program AOAC 925.10 (2000), misma que consiste en la relación de la cantidad de agua que la materia prima pierde por efecto de la diferenciación de altas temperaturas.

#### Cálculos:

El cálculo se expresa con la siguiente formula:

#### Ecuación 1

*(%) Porcentaje de Humedad*

$$\text{Humedad \%} = \frac{(B - C)}{(B - A)} * 100$$

#### Dónde:

- A: Peso del crisol limpio y seco (g)
- B: peso del crisol + muestra húmeda (g)
- C: peso del crisol + muestra seca (g)

### 2.13.2. Determinación de cenizas

Para el análisis del contenido de cenizas presente en la carambola y el producto final se utilizó la metodología de la AOAC 923.03 (2000), la cual nos expresa la correlación entre la temperatura a una alta curva de elevación la cual hace que la materia prima se calcine y se puedan determinar los minerales en la muestra.

#### Cálculos:

La determinación se denota con la siguiente formula:

#### Ecuación 2

*(%) Porcentaje de Cenizas*

$$\text{Cenizas \%} = \frac{(A - B)}{(C)} * 100$$

**Dónde:**

- A: Peso del crisol con ceniza (g)
- B: peso del crisol (g)
- C: peso de la muestra (g)

### **3.6.1.2. Determinación de fibra**

Para el análisis de fibra se basó en el método AOAC 962.09 (2000), la cual consiste en la aplicación de un ácido y una base que mediante la ebullición estas extraen todas las propiedades que no constan en las fibras las cuales se desprende al momento de ser filtrado lo cual al ser secado y extraído sus cenizas permite determinar la cantidad real de fibra en la muestra analizada.

**Cálculos:**

La fibra bruta se determina con la siguiente fórmula:

#### **Ecuación 3**

*% de Fibra Bruta*

$$\text{Fibra bruta \%} = \frac{(A - B)}{(C)} * 100$$

**Dónde:**

- A: Peso del crisol con el residuo seco (g)
- B: Peso del crisol con ceniza (g)
- C: Peso de la muestra (g)

### **3.6.1.3. Determinación de extracto etéreo**

Este análisis se basó en la metodología expresada en la AOAC 962.09 (2000), en esta técnica la muestra se somete al contacto con un solvente orgánico el cual permite desprender todos los componentes lipídicos de la muestra mediante una retro ebullición con el mismo solvente por un tiempo de 3 a 5 horas.

**Cálculos**

La cantidad de extracto etéreo se determina con la siguiente formula:

#### **Ecuación 4**

*% de Extracto Etéreo*

$$\text{Extracto etereo \%} = \frac{(B - A)}{(C)} * 100$$

**Dónde:**

- A: Peso del dedal con muestra desengrasada (g)
- B: Peso del dedal con muestra (g)
- C: Peso de la muestra (g)

#### **3.6.1.4. Determinación de proteína**

Se apoyó en la guía de la AOAC 920 87 (2000), por el método extracción el cual hace la referencia a tres pasos para la determinación de la proteína bruta en una muestra alimenticia: Digestión, destilación y titulación.

**Cálculos:**

El contenido de Nitrógeno en la muestra se determina con la siguiente formula:

**Ecuación 5**

*% de Proteínas*

$$\text{Proteína \%} = \frac{(A - B)}{(C)} * 100 * 5,18$$

El Factor de conversión para obtener la tasa de proteína cruda a partir del nitrógeno total en semillas oleaginosas es de 5.3k.

**Dónde:**

- A: Volumen de titulación del ácido clorhídrico (ml)
- B: Normalidad del ácido estándar
- C: peso de la muestra (g)

#### **3.6.1.5. Determinación de elementos libres de nitrógeno ELN**

Se determinó la cantidad de ELN mediante la simple diferenciación de los resultados en este caso todos los porcentajes obtenidos de: humedad, ceniza, fibra, proteína, grasa, etc. Los cuales se suman y se restan de la diferenciación porcentual de 100 para obtener el resultado final.

### **3.6.2. Caracterización microbiológica**

La importancia del análisis microbiológico de los productos alimenticios en el comercio mundial es muy significativo, aquellos relacionados con de la carambola sobre todo, la

aceptación del producto es vital, jugando un papel muy importante en la aceptación y trazabilidad para ser consumidos (Bonetti, 2013).

De acuerdo con el instituto ecuatoriano de normalización INEN 2996:2015, esta norma específica todos los parámetros que productos deshidratados deben cumplir para ser aceptados para su consumo, una de las partes más importantes que este tipo de alimentos es cumplir son los análisis microbiológicos.

**Tabla 3**

*Requisitos microbiológicos para productos deshidratados*

Requisitos	Unidad	n	M	M	c	Ensayo
<i>Salmonella</i>	50g	5	0	--	0	INEN 1529-15
<i>Escherichia coli</i>	NMP/g	5	10	5x10 <sup>2</sup>	0	INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras	UFC/g	5	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	2	INEN 1529-10

Fuente: (Productos Deshidratados. Zanahoria, Zapallo, Uvilla. Requisitos)

### 2.13.2.1. **Salmonella**

De acuerdo con el instituto ecuatoriano de normalización INEN 1529-8, (2016) este método no es cuantitativo y solo es aplicable para determinar la presencia o ausencia de *Salmonella* en los alimentos, en general estos microorganismos se proliferan a 37°C y entre 42 a 43°C, en medios líquidos selectivos del cultivo pre-enriquecido,

#### **Cálculos:**

Para el cálculo de colonias dañinas en un alimento se aplica la siguiente fórmula:

#### **Ecuación 6**

*Salmonella*

$$N = \frac{\sum c}{V(n_1 + 0.1m_2)d}$$

#### **Donde:**

- Ec= Suma de todas las colonias
- V= Volumen inoculado
- n1= # de placas de la primera dilución
- n2= # de placas de la segunda dilución
- d= Factor de dilución la primera dilución seleccionada.

### 2.13.2.2. Escherichia coli

Según el instituto ecuatoriano de normalización INEN 1529-8, (2016) menciona que estas bacterias gram negativas son bacilares, que se incuban a 30°C en agar Mac Conkey, este tipo de bacteria son utilizadas para determinar un grado de limpieza tanto en procesos y elaboración de productos alimenticios.

#### Cálculos:

La determinación de coliformes se determina con la siguiente formula:

#### Ecuación 7

*Coliformes*

$$\frac{\text{Coliformes}}{\text{g}} \text{ ó cm}^3 = n \times f \text{ UFC}$$

#### Donde:

- n= Colonias típicas
- f= Factor de dilución
- ufc= Unidades formadoras de colonias

### 2.13.2.3. Mohos y levaduras

Según el instituto ecuatoriano de normalización INEN 1529-10, (1998) menciona que estos dos microorganismos son unos tipos de hongos que por lo general se reproducen por esporas, por efecto de la humedad y el ambiente de una determinada zona esta se puede proliferar a una temperatura de 22 y 25°C dañando en especial productos como jugos, frutas, yogures, panes, etc.

#### Ecuación 8

*Mohos y levaduras*

$$N = \frac{\sum c}{V(n_1 + 0.1m_2)d}$$

$$N = \frac{\text{Número total de colonias contadas o calculadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada}}$$

#### Donde:

- C= Sumatoria de las colonias obtenidas.
- V= Volumen inoculado.
- n1= # de placas de la primera dilución.
- n2= # de placas de la segunda dilución.
- d= Dilución a la que se obtuvieron los primeros resultados

## **2.14. Procesamiento de datos.**

Se realizó un análisis estadístico con el programa SPSS versión 21, donde se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un factor, que permitió comparar todos los datos obtenidos en el laboratorio de la carambola fresca y deshidratada. Para determinar las diferencias significativas entre los resultados de los distintos tratamientos analizados. El test de Tukey con un nivel de significancia  $P < 0,05$  se realizó para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos para cada parámetro analizado.

### **2.14.1. Hipótesis**

H<sub>1</sub>: El proceso de deshidratación de la carambola (*Averrhoa carambola*) como técnica postcosecha podría asegurar la calidad y seguridad alimentaria en el proceso de postproducción.

H<sub>0</sub>: El proceso de deshidratación de la carambola (*Averrhoa carambola*) como técnica postcosecha no asegurará la calidad y seguridad alimentaria en el proceso de postproducción.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 2.15. Resultados

#### 2.15.1. Análisis proximal de la carambola fresca en Puyo, Guayaquil y Santo Domingo.

En la tabla 7 se presentan los resultados del análisis proximal aplicado a la carambola antes del proceso de secado, en 3 zonas específicas; Puyo, Guayaquil y Santo Domingo, obteniendo los siguientes resultados;

**Tabla 4**

*Análisis proximal de la carambola fresca*

Parámetros	Procedencia de la fruta			E.E.
	Puyo	Guayaquil	Santo Domingo	
Humedad	93,23 <sup>b</sup>	91,47 <sup>a</sup>	89,97 <sup>a</sup>	0,46
Cenizas	0,37 <sup>b</sup>	0,23 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,02
Grasa	0,08 <sup>c</sup>	0,07 <sup>b</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,00
Fibra	0,65 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,04
Proteína	0,31 <sup>a</sup>	0,32 <sup>a</sup>	0,34 <sup>a</sup>	0,01
ELN	5,36 <sup>a</sup>	7,27 <sup>b</sup>	8,78 <sup>c</sup>	0,49

*Nota.* \*\*. La diferencia de medias es muy significativa al nivel 0,05.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05

ns: no existen significancias; ELN; Elementos libres de nitrógeno

Sig.: significancia, E.E: Error estándar medio.

a-b Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

De acuerdo a los resultados obtenidos de la caracterización de la carambola fresca se observó que existe diferencias entre la carambola adquirida en la ciudad del Puyo y las carambolas de la ciudad de Guayaquil y Santo Domingo con respecto al porcentaje de humedad, en donde se observó que el mayor contenido de humedad fue para la carambola de la ciudad del Puyo con un valor medio del 93,23%, estos resultados son similares a los reportados por Naraid et al. (2001) que fue cercano al 90,32%. Novillo (2009) encontró resultados similares a este estudio, donde no observó diferencia en la carambola madura obteniendo un promedio del 90,5% de humedad. Por otro lado, Dávila & Paredes (2014) determinaron que la humedad de frutos semimaduros es de 89,70%. En la literatura, existe diferencias entre los resultados debido a la región geográfica y el estado de maduración de la fruta, en el Ecuador la fruta se cultiva en la costa y en el oriente, las precipitaciones y la humedad relativa varían debido a las estaciones del año, y una vez cosechado, esto puede conducir a cambios en el contenido de humedad de la fruta.

De igual manera, se observó que el contenido de cenizas de la carambola de la ciudad del Puyo fue del 0,37%, valor mayor en comparación con la fruta de la ciudad de Guayaquil y Santo Domingo que tuvieron menores contenidos del 0,23% y 0,20% respectivamente. Alfaro & Muñoz (2013) determinaron que el contenido de cenizas de la carambola oscila alrededor del 0,69%, mientras que, Dávila & Paredes (2014), indican un valor más cercano al estudio del 0,49%. Martínez (2011) menciona que este parámetro se puede ver influenciado por el efecto del tipo de suelo donde se cultivó la fruta.

Con respecto a los análisis de grasa se observó diferencias entre Puyo (0,08%), Guayaquil (0,07%) y Santo Domingo (0,06%). Novillo (2009) en su estudio determinó valores similares a los encontrados en esta investigación 0,14% en la carambola agria (pintona), con rasgos de maduración. Naraid et al. (2001) mencionan que este factor depende del estado de maduración, ya que en frutos verdes el valor de lipídicos aumenta a 0,32%. Como se evidencia en la literatura, la carambola fresca carece de grasas debido al alto contenido de agua en su estructura, destacando que los diminutos extractos de éter que componen a la carambola son grasas insaturadas saludables.

Para el parámetro del contenido de fibra cruda, no se observaron diferencias entre las frutas de las ciudades analizadas (Puyo, Guayaquil y Santo Domingo). De acuerdo con Solís (2009), el contenido de fibra de la carambola oscila entre el 1,76%, valor bajo debido al alto contenido de agua de la fruta fresca, estos resultados tienen correspondencia con los encontrados en este estudio. De igual manera, Naraid et al. (2001) reportaron un valor del 1,08% y observaron que este parámetro depende claramente de la especie, sin embargo, el bajo contenido de fibra de la fruta no constituye un aporte significativo a los requerimientos diarios del cuerpo humano.

Con respecto al contenido de proteína no se observaron diferencias en los valores medios de las frutas provenientes de las tres ciudades estudiadas. Según Mateus et al. (2015) en su investigación sobre el crecimiento y comportamiento de la carambola (*Averrhoa carambola* L.) mencionaron que la fruta es baja en proteína, pero puede complementar una dieta variada. Alfaro y Mendoza (2013) obtuvieron un valor del 0,57% que varió según la influencia de las variedades analizadas. Por otro lado, Naraid et al. (2001) en sus estudios sobre la composición física y química del fruto de carambola (*Averrhoa carambola* l.) en tres estados de maduración destacaron un incremento de proteína de hasta 0,45% en frutos maduros. En conclusión, según los autores, el período de maduración postcosecha de las frutas tienen un afecto directo sobre el contenido final de proteína en la fruta.

En este estudio, no se observaron diferencias en los valores medios de las muestras de las frutas provenientes de las ciudades analizadas en el parámetro de elementos libres de nitrógeno. Como indican López et al. (2014), los elementos libres de nitrógeno se consideran a los almidones, azúcares, ácidos orgánicos, pectinas, carbohidratos y mucilagos. Del mismo modo, Naraid et al. (2001) analizaron que el contenido de hidratos de carbono depende del estado de maduración porque a una mayor concentración de azúcar en el fruto en madurez mejora el valor nutricional y la calidad calórica de la carambola (Solis, 2009).

## 2.15.2. Análisis proximal de la carambola deshidratada

En tabla 8 se observa los resultados obtenidos de la composición de la carambola de Puyo mediante el análisis proximal con respecto a la temperatura de secado que se aplicó en la investigación.

**Tabla 5**

*Análisis proximal de la carambola deshidratada*

Parámetros	Temperatura de secado			E.E.
	50°C	55°C	60°C	
Humedad	11,57 <sup>c</sup>	10,81 <sup>b</sup>	9,48 <sup>a</sup>	0,27
Cenizas	1,25 <sup>ab</sup>	1,12 <sup>a</sup>	1,32 <sup>b</sup>	0,03
Grasas	0,27 <sup>a</sup>	0,35 <sup>a</sup>	0,24 <sup>a</sup>	0,02
Fibra	26,50 <sup>ab</sup>	25,82 <sup>a</sup>	28,19 <sup>b</sup>	0,42
Proteína	5,41 <sup>a</sup>	6,60 <sup>a</sup>	6,69 <sup>a</sup>	0,37
ELN	55,01 <sup>a</sup>	55,31 <sup>a</sup>	54,09 <sup>a</sup>	0,45

*Nota.* \*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

\*\*\*. La diferencia de medias es muy significativa al nivel 0,05.

ns; no existe significancia; ELN; Elementos libres de nitrógeno

Sig.: significancia, E.E: Error estándar medio.

a-c Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

Con el fin de analizar los componentes proximales y extender la vida de anaquel, se deshidrató la carambola a tres niveles de temperatura (50°C, 55°C y 60°C) y se determinó que contenido de humedad en los tres tratamientos presentó diferencias significativas con un contenido de humedad menor del 9,48%, a los 60°C. Puesto que no existía una norma para las carambolas deshidratadas se comprobó los resultados obtenidos con la NTE INEN 2996 (2015) para productos deshidratados, validando los resultados hasta un 10% de humedad. En relación con Pucuhuayla & Valdivieso (2018) en su estudio sobre el “Efecto de la deshidratación osmótica y secado por aire caliente sobre la capacidad antioxidante,  $\beta$ -carotenos, cinética y rehidratación en el liofilizado de la carambola” demostraron que el contenido de agua de la fruta deshidratada fue del 11,04% y no afectó el nivel y las propiedades antioxidantes de la fruta. Asimismo, Caicedo (2017) mencionó que se logró una humedad del 3,95%, en carambolas verdes recién cosechadas mediante el método de secado con aire caliente. Finalmente, Hernández et al. (2011) en su estudio “Influencia del espesor y la temperatura en el secado de carambola” determinó que a 60°C el porcentaje de humedad de la fruta alcanzó el 10,96% lo cual concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación. En conclusión, la temperatura utilizada afecta directamente el contenido de humedad del producto y puede causar daños permanentes a la estructura de la fruta, por lo que es crucial determinar la temperatura óptima para el proceso de deshidratación de la carambola.

Basándonos en el porcentaje de cenizas se determinó que el fruto tenía 1,32% a 60°C, lo que demostró una diferencia significativa. Asimismo, se observó que el contenido de fibra fue del 28,19% a 60°C con diferencias significativas entre tratamientos y finalmente, los parámetros de grasa, proteína y elementos libres de nitrógeno no fueron significativos entre los niveles de deshidratación. En cuanto a los parámetros de ceniza, grasa total, fibra, proteína y elementos libres de nitrógeno, no existen datos de investigación paralela al secado de la carambola por secado con aire caliente, solo existen estudios de deshidratación osmótica con análisis fisicoquímicos aplicados a la acidez, pH, ° Brix y azúcares reductores, cabe señalar que a temperaturas superiores a 65°C el posible efecto sobre la carambola con respecto a composición puede dañar el fruto y desnaturalizar la mayoría los componentes nutricionales (De Michelis y Ohaco, 2015).

### 2.15.3. Estudio de vida útil de la carambola fresca

En la tabla 9 se establecen los resultados del análisis microbiológico de la carambola fresca durante un lapso de 15 días, a continuación, se observan los datos:

**Tabla 6**

*Estudio de vida útil de la carambola fresca*

Parámetros	Día 1	Día 7	Día 15	E.E.
<i>Escherichia coli</i>	0,83 <sup>a</sup>	3,00 <sup>a</sup>	13,33 <sup>b</sup>	1,92
Mohos y levaduras	4,50 <sup>a</sup>	12,83 <sup>a</sup>	19,67 <sup>a</sup>	3,10
<i>Salmonella</i>	0,33 <sup>a</sup>	1,33 <sup>ab</sup>	7,67 <sup>b</sup>	1,28

Nota. \*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

\*\* . La diferencia de medias es muy significativa al nivel 0,05.

ns. No hay significancias; ELN: Elementos libres de nitrógeno

Sig.: significancia, E.E: Error estándar medio,

a-b Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente (P<0,05)

En el control microbiano de *Escherichia coli* se encontró diferencias significativas en el día 15 con una carga de 13,33 NMP/g. Para mohos y levaduras, no se observaron diferencias significativas en los días 1, 7 y 15 (P>0,05). Además, para la *Salmonella* se observó diferencias significativas (P<0,05) a los 15 días con una carga de 7,65 UFC/g. Estos parámetros fueron comparados con la NTE INEN 2996 (2015) concluyendo así que, la carambola fresca sin ningún tipo de tratamiento postcosecha posee una vida útil de 7 días. Loor (2013) en su estudio enfatizó que a una temperatura de 5°C se puede detener la actividad bacteriana en los frutos, pero en algunos casos quedan latentes, lo que no asegura al 100% la calidad del alimento, sin embargo, Daza et al. (2011) discutieron el efecto de la humedad en la fruta y su relación con la actividad del agua (aw) del crecimiento bacteriano, determinando que la actividad del agua no debe exceder el 10-15% para asegurar una conservación adecuada del producto.

### 2.15.3.1. Estudio de vida útil de la carambola deshidratada

En la tabla 10 se indican los resultados del estudio de vida útil de la carambola deshidratada durante un lapso de 15 días.

**Tabla 7**

*Análisis de varianza para el estudio de vida útil en carambola deshidratada*

Parámetros	Día 1	Día 7	Día 15	E.E.
<i>Escherichia coli</i>	0,09 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0,44a	0,11
	0,00a	0,00a	1,33b	0,22
Mohos y levaduras				
	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salmonella</i>				

Nota. \*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

\*\*. La diferencia de medias es muy significativa al nivel 0,05.

Ns. No hay significancias; ELN: Elementos libres de nitrógeno

Sig.: significancia, Prob: probabilidad, E.E: Error estándar medio.

a-b Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

Con relación al estudio de vida útil en los parámetros de la *Escherichia coli* y *Salmonella* no se encontraron diferencias significativas durante los 15 días de estudio, para mohos y levaduras se encontraron diferencias altamente significativas en el último día de estudio. En relación con la normativa NTE INEN 2996 (2015) de productos deshidratados, permite verificar la ausencia de *Salmonella*, *Escherichia coli* 0,44 NMP/g, mohos y levaduras 1,33 UFC/g, que indica que el producto es apto para el consumo luego de 15 días. Pucuhuayla & Valdivieso (2018) afirma que el secado con aire caliente puede controlar el ambiente y eliminar la humedad de la fruta, lo cual es una forma de evitar el crecimiento bacteriano y la contaminación cruzada, por otro lado, Caicedo (2017) menciona que las frutas y verduras deshidratadas adecuadamente tienen una vida útil esperada de 1 año. Hernández et al. (2011) confirmaron en su estudio a diferentes tiempos de secado para la carambola, que el secado a una temperatura de 62°C durante 8h aumentó la vida útil de 9 a 20 días, indicando que la carambola tiene mucha humedad en su estructura lo que facilita la propagación microbiana, pero al someterla a un proceso de secado y reducción de la actividad del agua (aw) la fruta puede mantenerse por un período mayor de vida útil.

### 2.15.4. Curva de deshidratado de la carambola

En la tabla 11 se evaluó el tiempo de secado en relación con la humedad de la carambola, se trabajó con 3 tratamientos que representaron 3 niveles de temperaturas (40, 60 y 80°C), con el objetivo de verificar el comportamiento de la fruta frente a diferentes temperaturas y tiempo de secado.

**Tabla 8**

*Curva de deshidratado de la carambola en función del tiempo y el porcentaje de humedad.*

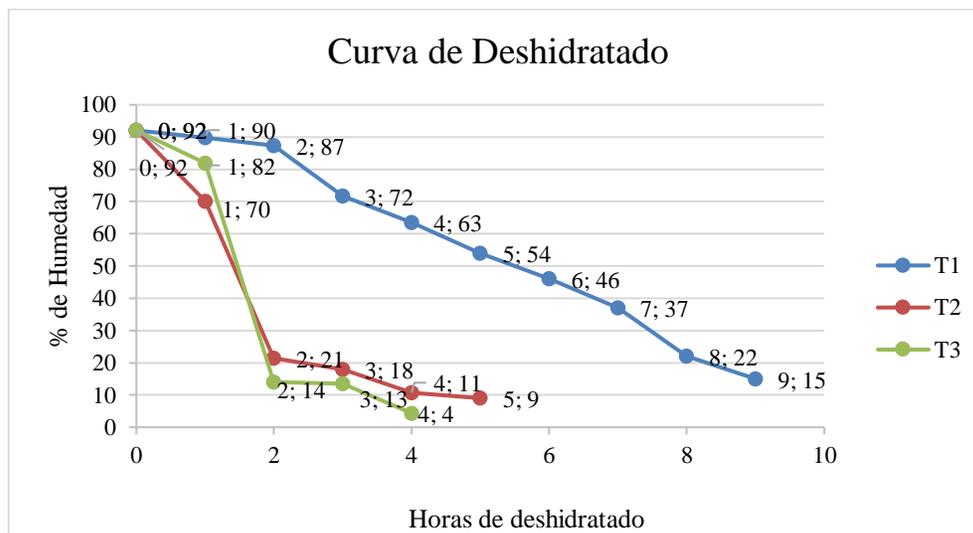
t (horas)	T1 (40°C)	T2 (60°C)	T3 (80°C)
0	92	92	92
1	90	70	65
2	87	41	14
3	72	18	13
4	63	11	4
5	54	9	-
6	46	-	-
7	37	-	-
8	22	-	-
9	15	-	-

*Nota.* t: Tiempo de secado.

A una temperatura de 40°C la humedad tiene una pérdida promedio del 8-9% por cada hora transcurrida con un impacto mínimo en su estructura, de la misma forma, a una temperatura de 60°C, la pérdida de agua es más pronunciada entre 20-25% destacando que a las 5 horas de secado se finalizó el proceso de deshidratación, por último, a una temperatura crítica de 80°C el tiempo de secado fue muy agresivo debido a que en menos de 4 horas de secado se llegó a un 4% de humedad, lo que puede conducir a un riesgo de desnaturalización o pérdidas de la calidad nutricional de la carambola como lo mencionan De Michelis y Ohaco (2015). A partir de los datos obtenidos en la tabla 11 se construyó la curva de deshidratado de la carambola.

**Gráfico 2**

*Curva de Deshidratado de la carambola*



En la figura 2, se observó una disminución de la humedad de la fruta producto del secado, donde los cambios más significativos ocurrieron a los 60°C y la humedad alcanzó el 4%, a diferencia de T1, que disminuyó paulatinamente durante tiempos de secados más prolongados, lo que destaca que la carambola tiene la capacidad de secar más rápido. Hernández et al. (2011) en su estudio “Influencia del espesor y la temperatura en el secado de carambola” establecen que, para un secado óptimo de la fruta, el espesor debe ser de 1,5 cm a  $7,09 \pm 0,03$  h ya que, el calor tiene un fuerte efecto sobre la fruta con menor exposición y sobre los efectos nutricionales.

Por otro lado, Ramos (2019) también analizó que la cinética de secado de diferentes duraznos (*prunus persica*) posee un comportamiento similar al secado solar, utilizando diferentes niveles de metabisulfito de sodio, y determinó que las verduras requieren de 20 a 25h, a diferencia del proceso por aire caliente, que tarda aproximadamente 8h a 55°C.

Finalmente, Castro y Monosalvas (2011) también observaron resultados similares donde encontraron que se eliminó hasta un 90% de agua en la curva de deshidratado de las rodajas de arazá (*Eigenia Stipoitata Mc Vaugh*) a una temperatura de secado de 45°C.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 2.16. Conclusiones

- De acuerdo al análisis proximal (humedad, cenizas, grasa, fibra, proteína) realizada a la carambola de los tres lugares (Puyo, Guayaquil y Santo Domingo), se evidenció que la alta cantidad de humedad que tiene esta fruta puede afectar directamente a la preservación en fresco y puede haber proliferación de mohos y levaduras dando como resultado a un desperdicio de alimentos. Por tanto, es necesario utilizar otro método de conservación como es el deshidratado y con ello incrementar la vida útil del producto en este estudio una vez que se deshidrató la carambola se llegó a una humedad de 9,48% a temperatura de secado de 60°C con eso se minimiza el riesgo de proliferación de microorganismos que pueden perjudicar la salud de las personas. Otro parámetro analizado fue la proteína donde no se encontró un valor significativo tanto en fresco como deshidratado por ser una fruta, pero puede compensarse en una dieta equilibrada lo que puede ayudar a la salud en las personas.
- No hubo crecimiento de los microorganismos Salmonella, Mohos y Levaduras hasta el día 7, mientras que existió presencia de microorganismos de E. coli desde el día 1, la presencia de estos microorganismos podría ser más reducida si se llega a controlar varios factores entre ellos los ambientales. En tanto a la fruta deshidratada se obtuvo un excelente efecto en los tres parámetros analizados microbiológicamente ya que los resultados expuestos en la tabla 9 dan a conocer que el producto tiene bajos niveles de contaminación microbiana haciendo que el método de deshidratación utilizado es eficaz para incrementar la vida útil de los alimentos ayudando a la inocuidad y seguridad alimentaria.
- Con respecto a la curva de deshidratación de la carambola (*Averrhoa carambola*) a tres temperaturas diferentes se observó una disminución de la humedad de la fruta producto del secado, donde los cambios más significativos ocurrieron a los 60°C y la humedad alcanzó el 4%, que disminuyó paulatinamente durante tiempos de secados más prolongados, lo que destaca que la carambola tiene la capacidad de secar más rápido en relación a otras frutas.

### 2.17. Recomendaciones

- Para realizar un correcto análisis proximal del fruto de la carambola (*Averrhoa carambola*) se debe tomar en cuenta que las materias primas ~~tienen que~~ deben tener las mismas condiciones de temperatura y humedad relativa para evitar la interferencia al momento de realizar los análisis respectivos.
- Para evaluar la vida útil de la fruta, se deben tener en cuenta variables y aspectos importantes como la ubicación, el pretratamiento, la temperatura, la limpieza, etc. para la investigación esté libre de contaminación alimentaria y pueda arrojar resultados consistentes según los parámetros de una determinada tecnología del tiempo de consumo de un producto.

- En el análisis de la curva de deshidratado se debe de tener mucho cuidado con el proceso de deshidratación, debido a que por la temperatura y el aire caliente la fruta puede verse afectada en sus propiedades internas, es por eso que antes de la investigación se tiene que tener en cuenta una bitácora donde se establecen los tiempos y parámetros para aplicar al estudio, de esta forma se tienen un control adecuado de la producción y un mínimo impacto en la composición del fruto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, L. V. (2009). *Metodologías de análisis de factores de calidad en frutas tropicales y subtropicales* [Universidad de California en Davis, Estados Unidos.]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/4000/Metodolog%C3%ADas%20de%20an%C3%A1lisis%20de%20factores%20de%20calidad%20en%20frutas%20tropicales%20y%20subtropicales,%20implementadas%20por%20el%20laboratorio%20de%20postcosecha%20de%20la%20Universidad%20de%20California%20en%20Davis,%20Estados%20Unidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alfaro, A., & Muñoz, M. (4 de Abril de 2013). « *Evaluación de la pulpa concentrada de carambola (averrhoa carambola l.) A tres concentraciones de azúcar y dos temperaturas para la elaboración del yogurt frutado* ». repositorio.uncp.edu.pe: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1875/Alfado%20Mendoza%20-%20Mu%C3%B1oz%20Neira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Brito, B., Espinoza, S., Vázquez, W., Viteri, P., López, P., & Jara, J. (2 de Julio de 2013). *Manejo poscosecha, características y desarrollo*. repositorio.iniap.gob.ec: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3331/1/iniapscpl386.pdf>
- Bonetti, C. (2013, noviembre 25). *Análisis del control microbiológico de los cereales en el momento de ingeso a venezuela a través d.* Issuu. [https://issuu.com/unipapinvestiga/docs/trabajo\\_de\\_investigaci\\_\\_n\\_coromoto\\_](https://issuu.com/unipapinvestiga/docs/trabajo_de_investigaci__n_coromoto_)
- Caballero, B., Márquez, C., & Betancur, M. (4 de Julio de 2017). *Efecto de la liofilización sobre las características físico-químicas del ají rocoto (capsicum pubescens r&p) con o sin semilla*. www.redalyc.org: <https://www.redalyc.org/pdf/857/85752807008.pdf>
- Castro, M., & Monosalvas, Y. (25 de Julio de 2013). *"Obtención de láminas deshidratadas de arazá (Eugenia Stipitata Mc Vaugh)"*. repositorio.utn.edu.ec: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2331/1/03%20EIA%20307%20TESIS.pdf>
- INEN 1529-7, 663.1 9 (2013). *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias*, Pub. L. No. <https://archive.org/stream/ec.nte.1529.7.1990>
- INEN 1529-10, 614.31:579.67:582.28 11 (2015). *Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad*, Pub. L. No. <https://archive.org/details/ec.nte.1529.10.1998>
- Dávila, A., & Paredes, D. (5 de Mayo de 2014). *Análisis bromatológico de la carambola, camu camu y su capacidad antioxidante*. repositorio.unapiquitos.edu.pe: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/2898/T%20664.804%20D%2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Daza, G., Carmona, A., & Ortega, A. (2 de Mayo de 2016). *"Conservación de los frutos de carambola (averrhoa carambola l.) por fermentación alcohólica"*. www.iiap.org.pe:

- <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/CDinvestigacion/unas/unas19/unas19.htm#TopOfPage>
- De Michelis, A., & Ohaco, E. (2015). *Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala. Colección DIVULGACIÓN, 84*, 38.
- Decco, I. (2019, mayo 2). *Claves para reducir las pérdidas poscosecha*. <https://www.deccoiberica.es/claves-para-reducir-las-perdidas-poscosecha/>
- FAO. (2021). Antecedentes / *Inocuidad y calidad de los alimentos* / Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [No gubernamental]. [fao.org. https://www.fao.org/food-safety/background/es/](https://www.fao.org/food-safety/background/es/)
- German, C. M. (2017). “*Efectos del proceso de secado e índice de madurez sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de láminas de carambola (Averrhoa carambola)*”. [repositorio.utn.edu.ec: http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6778/2/ARTICULO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6778/2/ARTICULO.pdf)
- Henriquez, M., & Domínguez, L. (2020). *Calidad Alimentaria* [Publica]. Ministerio de Economía y Producción - Buenos Aires, República Argentina. [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/html/32/32\\_15\\_sistema\\_integral.htm](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/html/32/32_15_sistema_integral.htm)
- Hernández, L. C., Ossa, Z., Ramírez, P. L., & Herrera, W. (2014). *Influencia del espesor y la temperatura en el secado de carambola (averrhoa carambola l.)*. *Ingenierías & Amazonia*, 10
- FAO. (5 de Julio de 2022). *Última edición: El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022*. [www.fao.org: https://www.fao.org/publications/sofi/2022/es/](https://www.fao.org/publications/sofi/2022/es/)
- NTE INEN 2996, 8 (2015). [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2996.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2996.pdf)
- NTE Inen 2996, N. I. (5 de Julio de 2015). *Productos deshidratados. Zanahoria, zapallo, uvilla. Requisitos*. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2996.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2996.pdf)
- Alfaro, A., y Muñoz, M. (4 de Abril de 2013). « *Evaluación de la pulpa concentrada de carambola (averrhoa carambola l.) A tres concentraciones de azúcar y dos temperaturas para la elaboración del yogurt frutado* ». [repositorio.uncp.edu.pe: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1875/Alfado%20Mendoza%20-%20Mu%c3%b1oz%20Neira.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1875/Alfado%20Mendoza%20-%20Mu%c3%b1oz%20Neira.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Brito, B., Espinoza, S., Vázquez, W., Viteri, P., López, P., y Jara, J. (2 de Julio de 2013). *Manejo poscosecha, características y desarrollo*. [repositorio.iniap.gob.ec: https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3331/1/iniapscpl386.pdf](https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3331/1/iniapscpl386.pdf)
- Caballero, B., Márquez, C., y Betancur, M. (4 de Julio de 2017). *Efecto de la liofilización sobre las características físico-químicas del ají rocoto (capsicum pubescens r&p) con o sin semilla*. [www.redalyc.org: https://www.redalyc.org/pdf/857/85752807008.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/857/85752807008.pdf)
- Castro, M., y Monosalvas, Y. (25 de Julio de 2014). “*Obtención de láminas deshidratadas de arazá (Eugenia Stipitata Mc Vaugh)*”. [repositorio.utn.edu.ec:](http://repositorio.utn.edu.ec)

- <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2331/1/03%20EIA%20307%20TESIS.pdf>
- Dávila, A., y Paredes, D. (1 de Mayo de 2014). *Analisis Bromatologico de la carambola y camu camu y su capacidad como antioxidante*. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/2898/T%20664.804%20D%2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dávila, A., y Paredes, D. (5 de Mayo de 2014). *Analisis bromatologico de la carambola, camu camu y su capacidad antioxidante*. [repositorio.unapiquitos.edu.pe: https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/2898/T%20664.804%20D%2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/2898/T%20664.804%20D%2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Daza, G., Carmona, A., y Ortega, A. (2 de Mayo de 2016). *"Conservación de los frutos de carambola (averrhoa carambola l.) Por fermentación alcohólica"*. [www.iiap.org.pe](http://www.iiap.org.pe): <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/CDinvestigacion/unas/unas19/unas19.htm#TopOfPage>
- De Michelis, A., y Ohaco, E. (4 de Julio de 2015). *Deshidratación y desecado de fruta, hortalizas y higos*. [inta.gob.ar](https://inta.gob.ar): [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_cartilla\\_secado.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf)
- FAO. (5 de Julio de 2022). *Última edición: El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022*. [www.fao.org](http://www.fao.org): <https://www.fao.org/publications/sofi/2022/es/>
- German, C. M. (4 de Julio de 2017). *"Efectos del proceso de secado e índice de madurez sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de láminas de carambola (Averrhoa carambola)"*. [repositorio.utn.edu.ec: http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6778/2/ARTICULO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6778/2/ARTICULO.pdf)
- Hernández, L. C., Ossa, Z., Ramírez, P. L., y Herrera, W. (2021). *Influencia del espesor y la temperatura en el secado de carambola (Averrhoa carambola L.)*. *Ingenierías & Amazonia*, 10.
- Loor, M. (5 de Octubre de 2013). *Aplicación de tecnología de procesamientos mínimo en la conservación de la fruta chica empacada al vacío*. [repositorio.uleam.edu.ec: https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/115/1/ULEAM-AGROIN-0011.pdf](https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/115/1/ULEAM-AGROIN-0011.pdf)
- López, L., López, J., Vázquez, M., y Fernández, L. (2014). *Hidratos de carbono: actualización de su papel en la diabetes mellitus y la enfermedad metabólica*. Scielo, 15.
- Martínez, N. B. (4 de Septiembre de 2018). *ánalisis bromatológico del carambolo (Averrhoa carambola L.) y determinación de su capacidad antioxidante*. [docplayer.es: https://docplayer.es/7160263-Universidad-veracruzana.html](https://docplayer.es/7160263-Universidad-veracruzana.html)
- Mateus, D., Arias, M., y Orduz, J. (2015). *El cultivo de carambolo (Averrhoa carambola L.) y su comportamiento en el piedemonte del Meta (Colombia)*. Una revisión. Scielo, 14.
- Murillo, E., Aristizaba, J., Murillo, W., Ibarz, A., Méndez, j., y Solanilla, J. (2016). *Caracterización preliminar de la enzima polifenol oxidasa y comportamiento reológico del jugo de Averrhoa carambola*. Facultad Nacional de Agronomía, 15.

- Narain, B., Holschuh, M. A., y Vasconcelos, D. S. (2017). *Physical and chemical composition of carambola fruit (Averrhoa carambola L.) at three stages of maturity*. Scielo, 6.
- Novillo, G. (2 de Diciembre de 2019). *Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de jugo de dos variedades de carambola (Averrhoa carambola)*. bdigital.zamorano.edu: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a3c0e796-38ca-46f7-9cbf-fe3052e30172/content>
- Prado, A., Rodríguez, G., Figueroa, I., y Shirai, K. (Mayo de 2013). *Manual de prácticas de laboratorio: Microbiología de los Alimentos*. publicacionescbs.izt.uam.mx: <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/microalimen.pdf>
- Pucuhuayla, C. E., y Valdivieso, T. M. (5 de Julio de 2018). *Efecto del osmodeshidratado y secado por aire caliente sobre la capacidad antioxidante,  $\beta$ -carotenos, cinética y rehidratación en el liofilizado de carambola*. repositorio.uncp.edu.pe: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4378/Pucuhuayla%20C%20-%20Valdivieso%20T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quiros, M. (2013). *ANÁLISIS PROXIMAL DE ALIMENTOS*. España: Serie Química.
- Ramirez, A. K. (4 de Julio de 2013). *Empacado hipobárico y almacenamiento en refrigeración de frutos de carambola (Averrhoa Linn) al estdo fresco*. repositorio.unas.edu.pe: <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/183/FIA-106.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos, Y. R. (5 de Enero de 2019). *Evaluación de la cinética de secado de una variedad de durazno (prunus persica), utilizando el secador solar técnico y la aplicación de diferentes niveles de metabisulfito de sodio en la comunidad de luribay provincia José Ramón Loayza – la paz*. repositorio.umsa.bo: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/22203/T-2676.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salguero, H. M. (4 de Noviembre de 2014). *Evaluación del aprovechamiento de la fracción soluble en agua del fruto del árbol de carambola (averrhoa carambola l.), para la elaboración de un producto de consumo humano*. biblioteca.usac.edu.gt: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1469\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1469_Q.pdf)
- Solis, M. C. (5 de Mayo de 2019). *"Modelamiento matemático de la transferencia de sacarosa en la deshidratación osmótica del fruto de la carambola (Averrhoa carambola L.)"*. repositorio.unamad.edu.pe: <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/59/004-2-1-007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INEN 1529-10. (2018). *NTE INEN 1529-10: Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad*. <http://archive.org/details/ec.nte.1529.10.1998>
- INEN 2570, 641.82 8 (2017). *Bocaditos de granos, cereales y semillas*. Requisitos, Pub. L. No. <https://archive.org/stream/ec.nte.2570.2011>
- Kirk, R. S., Egan, H., & Sawyer, R. (2016). *Composición y análisis de los alimentos de Pearson* (2.<sup>a</sup> ed.). Gupo Patria Cultural S.A. DE C.V.

- Kitinoja, L., Kader, A. A., López-Gálvez, G., & Pelayo, C. (2013). *Series de Horticultura Postcosecha* (1.<sup>a</sup> ed., Vol. 1). [https://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/tecnicas\\_poscosecha\\_pequena\\_escala.pdf](https://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/tecnicas_poscosecha_pequena_escala.pdf)
- León, C. J. C. (2015). *Seguridad alimentaria en Ecuador desde un enfoque de acceso a alimentos. 1*, 111.
- López, J. (2021). *Manejo postcosecha de frutas y hortalizas*. Municipio Ganada. <http://bibliotecadigital.agonet.gov.co/bitstream/11348/6755/1/067.pdf>
- Loor, M. (5 de Octubre de 2013). *Aplicación de tecnología de procesamientos mínimo en la conservación de la fruta chica empacada al vacío*. Obtenido de repositorio.uleam.edu.ec: <https://repo>
- MAG. (2021). *Ecuador fortalece su sistema nacional de inocuidad para producir alimentos saludables – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. [agricultura.gob.ec](http://agricultura.gob.ec). <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-fortalece-su-sistema-nacional-de-inocuidad-para-producir-alimentos-saludables/>
- Martínez, N. B. (4 de Septiembre de 2016). *Análisis bromatológico del carambolo (Averrhoa carambola L.) y determinación de su capacidad antioxidante*. docplayer.es: <https://docplayer.es/7160263-Universidad-veracruzana.ht>
- Marín B, E., Lemus M, R., Flores M, V., & Vega G, A. (2016). *La rehidratación de alimentos deshidratados*. *Revista chilena de nutrición*, 33(3), 527-538. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182006000500009>
- Mateus, D., Arias, M. E., & Orduz, J. O. (2015). *El cultivo de carambolo (Averrhoa carambola L.) y su comportamiento en el piedemonte del Meta (Colombia)*. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 135. <https://doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3752>
- Moros, R. (2013). *Carambola: Averrhoa carambola* [Blog]. <https://www.riomoros.com/2017/06/carambola-averrhoa-carambola.html>
- Narain, B., Holschuh, M. A., & Vasconcelos, D. S. (2018). *Physical and chemical composition of carambola fruit (Averrhoa carambola L.) at three stages of maturity*. Scielo, 6.
- Novillo, G. (2 de Diciembre de 2019). *Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de jugo de dos variedades de carambola (Averrhoa carambola)*. [bdigital.zamorano.edu: https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a3c0e796-38ca-46f7-9cbf-fe3052e30172/content](https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a3c0e796-38ca-46f7-9cbf-fe3052e30172/content)
- Ochoa-Reyes, E., Ornelas-Paz, J. de J., Ruiz-Cruz, S., Ibarra-Junquera, V., Pérez-Martínez, J. D., Guevara-Arauz, J. C., & Aguilar, C. N. (2013). *Tecnologías de deshidratación para la preservación de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*. *Biotechnia*, 15(2), 39-46. <https://doi.org/10.18633/bt.v15i2.148>
- Pasteur, L. (2018, enero 29). *Calidad alimentaria—Concepto, control de calidad—ISO 22000*. *Laboratorio Louis Pasteur*. <http://lablouispasteur.pe/noticias/calidad-alimentaria/>
- Proain. (2021). *Claves en el manejo postcosecha de las frutas y hortalizas* [Publica]. ProainShop. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/claves-en-el-manejo-postcosecha-de-las-frutas-y-hortalizas>

- Prado, A., Rodríguez, G., Figueroa, I., & Shirai, K. (Mayo de 2013). *Manual de prácticas de laboratorio: Microbiología de los Alimentos*. publicacionescbs.izt.uam.mx: <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/microalimen.pdf>
- Pucuhuayla, C. E., & Valdivieso, T. M. (5 de Julio de 2018). *Efecto del osmodeshidratado y secado por aire caliente sobre la capacidad antioxidante,  $\beta$ -carotenos, cinética y rehidratación en el liofilizado de carambola*. repositorio.uncp.edu.pe: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4378/Pucuhuayla%20C%20-%20Valdivieso%20T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quirós, M. B. (2014). *Análisis proximal de alimentos. Serie química*. Editorial de la Universidad de Costa Rica. <http://www.editorial.ucr.ac.cr/ciencias-naturales-y-exactas/item/1644-analisis-proximal-de-alimentos-serie-quimica.html>
- Ramirez, A. K. (4 de Julio de 2019). *Empacado hipobárico y almacenamiento en refrigeración de frutos de carambola (Averrhoa Linn) al estdo fresco*. Obtenido de repositorio.unas.edu.pe: <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/183/FIA-106.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos, Y. R. (5 de Enero de 2019). *Evaluación de la cinética de secado de una variedad de durazno (prunus persica), utilizando el secador solar técnico y la aplicación de diferentes niveles de metabisulfito de sodio en la comunidad de Luribay Provincia José Ramón Loayza – la paz*. Obtenido de repositorio.umsa.bo: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/22203/T-2676.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramirez, A. K. (4 de Julio de 2017). *Empacado hipobárico y almacenamiento en refrigeración de frutos de carambola (Averrhoa Linn) al estdo fresco*. repositorio.unas.edu.pe: <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/183/FIA-106.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salguero, H. M. (4 de Noviembre de 2014). *Evaluación del aprovechamiento de la fracción soluble en agua del fruto del árbol de carambola (averrhoa carambola l.), para la elaboración de un producto de consumo humano*. Obtenido de biblioteca.usac.edu.gt: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1469\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1469_Q.pdf)
- Soria Idrovo, N. (2016). *Problemática de la pre y post-cosecha de frutales en Ecuador*. [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Problem%C3%A1tica+de+la+pre+y+postcosecha+de+frutales+en+Ecuador&author=Soria+Idrovo%2C+N.&publication\\_year=996](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Problem%C3%A1tica+de+la+pre+y+postcosecha+de+frutales+en+Ecuador&author=Soria+Idrovo%2C+N.&publication_year=996)
- Solis, M. C. (5 de Mayo de 2018). *"Modelamiento matemático de la transferencia de sacarosa en la deshidratación osmótica del fruto de la carambola lng. (Averrhoa carambola L.)"*. repositorio.unamad.edu.pe: <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/59/004-2-1-007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velázquez, C. J. A., & Hevia, J. T. (2017). *Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos) Tomado el 26 de junio de 2007 de:*

[Http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm](http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm).      FAO.  
<https://www.fao.org/3/ac304s/ac304s.pdf>

Westhoff, D. C., & Frazier, W. C. (2013). *Microbiología de los alimentos—Editorial Acribia, S.A.* (Vol. 4). Acribia. S. A. [https://www.editorialacribia.com/libro/microbiologia-de-los-alimentos\\_53822/](https://www.editorialacribia.com/libro/microbiologia-de-los-alimentos_53822/)

## ANEXOS

### Análisis de laboratorio



Ilustración 1. Determinación de Humedad



Ilustración 2. Determinación de Cenizas



Ilustración 3. Determinación de Proteína



Ilustración 4. Determinación de Grasa



Ilustración 5. Determinación de Fibra



Ilustración 6. Determinación de Fibra



Ilustración 7. Siembra del Medio de Cultivo



Ilustración 8. Gelificación del Medio de Cultivo en cajas Petri



Ilustración 9. Siembra de la muestra

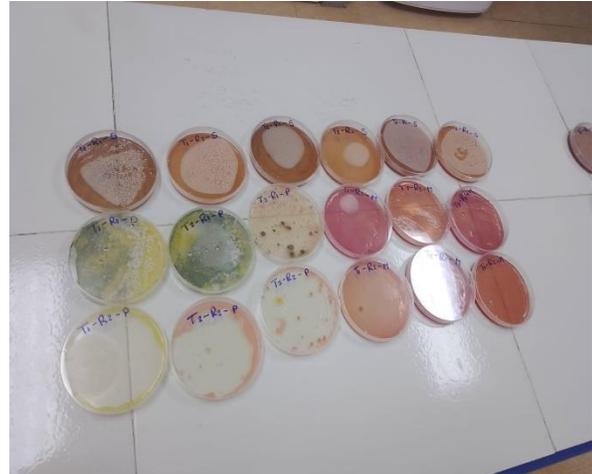


Ilustración 10. Conteo de Colonias



Ilustración 11. Determinación de curva de deshidratado



Ilustración 12. Carambola Deshidratada