

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**T E S I S**

**Cinética de degradación de vitamina C en pulpa de guanábana  
(*Annona muricata*), en diferentes tipos de empaques, en refrigeración y  
congelación**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero en Industrias Alimentarias**

**Autores: Bach. Yerson José MALDONADO ZUASNABAR**

**Bach. Anghela Gabriela VALVERDE ALIAGA**

**Asesor: Dr. Antonio OTAROLA GAMARRA**

**La Merced – Perú – 2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**T E S I S**

**T E S I S**

**Cinética de degradación de vitamina C en pulpa de guanábana  
(*Annona muricata*), en diferentes tipos de empaques, en refrigeración y  
congelación**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Fortunato Candelario PONCE ROSAS**  
**PRESIDENTE**

---

**Ing. Hugo Rómulo BUENDIA PONCE**  
**MIEMBRO**

---

**Dra. Silvia María MURILLO BACA**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A Dios por su bendición a lo largo de mi vida, mi madre y hermanas, por sus palabras de aliento que no me dejaban decaer para seguir adelante, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

**Bach. Yerson José MALDONADO ZUASNABAR**

La presente tesis está dedicada a Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mi hermana por sus palabras, confianza y amor, por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente y aquellas personas que de una y otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

**Bach. Anghela Gabriela VALVERDE ALIAGA**

## **AGRADECIMIENTO**

Primero que todo agradecemos a Dios, quien nos dio la oportunidad de vida y salud.

A nuestra alma mater Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Industrias alimentarias de la Facultad de Ciencias agropecuarias, por su empeño y esfuerzo que nos brindaron durante nuestros estudios.

Un agradecimiento especial a los Docentes jurados de esta investigación Dr. Fortunato Ponce Rosas, Ing. Hugo Buendía Ponce y la Dra. Silvia María Murillo Baca, por los aportes y su tiempo durante la ejecución y revisión de nuestro trabajo, asimismo al ingeniero Wagner Vásquez Orihuela y de la misma manera a nuestro asesor Dr. Antonio Otárola Gamarra.

A nuestros amigos y a todos quienes contribuyeron de una u otra forma en nuestra formación profesional.

## RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la cinética de degradación de la vitamina C de pulpa de guanábana (*Annona muricata*), almacenado en diferentes tipos de bolsas y temperaturas, se utilizó tres tipos de bolsas: polietileno de alta densidad (PEAD) transparente, PEAD opaco y polipropileno bilaminado (PPBL), y temperaturas de 4°C y -18°C; antes del envasado la pulpa se pasteurizó a 85°C por 3 minutos, se almacenó durante 60 días a las temperatura en estudio y las determinaciones se hicieron cada tres días. Los resultados muestran que el pH y el contenido de vitamina C disminuyeron, los grados Brix aumentaron presentando menores cambios durante la congelación, el análisis sensorial en los atributos de color, olor y sabor indican que el mejor tratamiento es T4 (envasado en PEAD opaco y a -18°C), la composición nutricional de este tratamiento indica que no hubo cambios significativos durante el almacenamiento, presenta una carga microbiana debajo de los parámetros indicados por NTS 071, la variación de la vitamina C fue de 18.90 a 18.26 mg/100g, del pH de 3.70 a 3.61, los sólidos solubles de 15.70 a 18.20 °Brix, con una vida media de 3 años dos meses y los datos experimentales para la degradación de la vitamina C durante el almacenamiento se ajustan a una cinética de primer orden, los valores de la constante K van disminuyendo conforme disminuye la temperatura de 0.0092 a 4°C a 0.0006 a -18°C, la energía de activación obtenida fue de 56.471 KJ/mol.

**Palabras clave:** Pulpa de guanábana, Vitamina C, cinética, envases, congelación, refrigeración.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the kinetics of vitamin C degradation of soursop (*Annona muricata*) pulp, stored in different types of bags and temperatures. Three types of bags were used: transparent high-density polyethylene (HDPE), dark HDPE and bilaminated polypropylene (PPBL), and temperatures of 4°C and -18°C; before packaging, the pulp was pasteurized at 85°C for 3 minutes, stored for 60 days at the temperature under study and measurements were made every three days. The results show that the pH and vitamin C content decreased, the Brix degrees increased and showed minor changes during freezing, the sensory analysis of the color, odor and flavor attributes indicate that the best treatment is T4 (packed in dark HDPE and at -18°C), the nutritional composition of this treatment indicates that there were no significant changes during storage, and it presents a microbial load below the parameters indicated by NTS 071, the variation of vitamin C was from 18.90 to 18.26 mg/100g, pH from 3.70 to 3.61, soluble solids from 15.70 to 18.20 °Brix, with a half-life of 3 years two months and the experimental data for the degradation of vitamin C during storage conform to a first order kinetics, the values of the constant K are decreasing as the temperature decreases from 0.0092 at 4°C to 0.0006 at -18°C, the activation energy obtained was 56.471 KJ/mol.

**Keywords:** Soursop pulp, Vitamin C, kinetics, packaging, freezing, refrigeration

## INTRODUCCIÓN

La vitamina C o ácido ascórbico (AA) es una vitamina hidrosoluble, necesaria para la síntesis de las fibras de colágeno a través del proceso de hidroxilación de la prolina y de la lisina, la mayoría de los mamíferos la sintetizan en el hígado a partir de la glucosa, más los humanos no lo pueden sintetizar y lo deben de adquirir desde la dieta (Villagrán et al., 2019); es un antioxidante, atenúa la progresión de las enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo y potencia la actividad de la vitamina E, su deficiencia provoca escorbuto, distinguido por hemorragias cutáneas, encías inflamadas fácilmente sangrantes y otras hemorragias internas en articulaciones (Miranda, 2011).

La guanábana es una fruta exótica, su pulpa es preferida y apreciada para el preparado de jugos, néctares, purés, helados, yogurt, mermeladas, postres, etc., consumida principalmente porque es considerada como una alternativa al tratamiento del cáncer gástrico y gastrointestinal, para bajar la fiebre, incrementar la leche de madres después del parto, como astringente para diarreas y disentería (Correa et al., 2012); entre los compuestos que actúan como antioxidantes esta la vitamina C y se ha atribuido un contenido considerable en la pulpa de guanábana (Clamens et al., 2014).

La pulpa de frutas se conserva bien en refrigeración, pudiendo almacenarse por varios meses en congelación, utilizando para ello envases de plástico de diversas características, que tienen la propiedad de proteger a los alimentos, son higiénicos, ligeros, adaptables, en este sentido se evalúa el contenido de vitamina C de la pulpa de guanábana almacenada en refrigeración y en congelación utilizando tres tipos diferentes

de bolsas de plástico, con el fin de proporcionar información acerca de su calidad nutricional.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1.	Delimitación espacial .....	2
1.2.2.	Delimitación temporal.....	3
1.2.3.	Delimitación de contenido .....	3
1.3.	Formulación del problema .....	3
1.3.1.	Problema general.....	3
1.3.2.	Problemas específicos .....	3
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo General .....	4
1.4.2.	Objetivos específicos.....	4
1.5.	Justificación de la investigación .....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	5

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	6
2.2.	Bases teóricas – científicas .....	9

2.2.1.	Guanábana ( <i>Annona muricata</i> L) .....	9
2.2.2.	Antioxidantes .....	12
2.2.3.	Conservación de pulpas de frutas .....	17
2.2.4.	Cinética en los alimentos.....	19
2.2.5.	Envases para alimentos .....	23
2.3.	Definición de términos básicos .....	27
2.4.	Formulación de hipótesis .....	29
2.4.1.	Hipótesis general .....	29
2.4.2.	Hipótesis específica.....	29
2.5.	Identificación de variables .....	29
2.5.1.	Variables independientes.....	29
2.5.2.	Variables dependientes.....	30
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	30

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	32
3.2.	Nivel de investigación.....	32
3.3.	Métodos de investigación .....	32
3.4.	Diseño de investigación .....	32
3.5.	Población y muestra .....	34
3.5.1.	Población.....	34
3.5.2.	Muestra.....	34
3.6.	Técnicas e instrumento de recolección de datos .....	35
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos .....	35
3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	35

3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .36
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....37
3.8.1.	Técnicas de procesamiento de datos .....37
3.8.2.	Análisis de datos.....39
3.9.	Tratamiento estadístico .....43
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica .....45

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo .....46
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados .....47
4.2.1.	En la materia prima .....47
4.2.2.	Análisis durante el almacenamiento.....50
4.2.3.	Evaluación sensorial para determinar el tratamiento óptimo .....60
4.2.4.	Análisis del contenido nutricional y microbiológico del tratamiento óptimo.....66
4.3.	Prueba de hipótesis .....68
4.3.1.	Hipótesis de la investigación.....68
4.4.	Discusión de resultados.....69
4.4.1.	Análisis en la materia prima.....69
4.4.2.	Análisis durante el almacenamiento.....73
4.4.3.	Evaluación sensorial y determinación de tratamiento óptimo .....79
4.4.4.	Composición nutricional y microbiológico del tratamiento óptimo .82

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## ANEXOS

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación taxonómica de la guanábana</i> .....	10
Tabla 2 <i>Composición química de la pulpa de guanábana.</i> .....	11
Tabla 3 <i>Clasificación de antioxidantes según su sitio de acción</i> .....	13
Tabla 4 <i>Clasificación de antioxidantes según su sitio de origen</i> .....	14
Tabla 5 <i>Requerimiento de vitamina C según grupo etario</i> .....	16
Tabla 6 <i>Propiedades de los envases de polipropileno</i> .....	27
Tabla 7 <i>Operacionalización de variables e indicadores</i> .....	30
Tabla 8 <i>Distribución de los tratamientos</i> .....	34
Tabla 9 <i>Características fisicoquímicas de la pulpa de guanábana sin pasteurizar</i> .....	47
Tabla 10 <i>Rendimiento de pulpa a partir de los frutos de guanábana</i> .....	48
Tabla 11 <i>Características fisicoquímicas de la pulpa de guanábana pasteurizada</i> .....	49
Tabla 12 <i>Variación del pH durante el periodo de almacenamiento</i> .....	51
Tabla 13 <i>Variación de los grados Brix durante el periodo de almacenamiento</i> .....	53
Tabla 14 <i>Variación del contenido de vitamina C (mg/100g) durante el periodo de almacenamiento</i> .....	55
Tabla 15 <i>Orden de reacción y valor de R2 para la vitamina C de la pulpa de guanábana almacenada a temperatura de refrigeración 4 °C y congelación -18°C</i> .....	57
Tabla 16 <i>Datos cinéticos</i> .....	58
Tabla 17 <i>Parámetros cinéticos de degradación de vitamina C de la pulpa de guanábana almacenada a temperatura de refrigeración y congelación</i> .....	59
Tabla 18 <i>Análisis de varianza para el atributo color de pulpa de guanábana pasteurizada, envasada en diferentes envases, dos tipos de temperatura y almacenada durante 60 días</i> .....	61

Tabla 19 <i>Promedios ordenados y significación de tukey a 0.05 en el atributo color ....</i>	61
Tabla 20 <i>Comparación de promedios y significación de tukey al 0.05 en el atributo color, en el factor B (Temperatura de almacenamiento). .....</i>	62
Tabla 21 <i>Análisis de varianza para el atributo olor de pulpa de guanábana pasteurizada, envasada en diferentes envases, dos tipos de temperaturas y almacenada durante 60 días .....</i>	63
Tabla 22 <i>Promedios ordenados y significación de tukey a 0.05 en el atributo olor .....</i>	63
Tabla 23 <i>Comparación de promedios y significación de tukey al 0.05 en el atributo olor, en el factor B (Temperatura de almacenamiento). .....</i>	64
Tabla 24 <i>Análisis de varianza para el atributo sabor de pulpa de guanábana pasteurizada, envasada en diferentes envases, dos tipos de temperatura y almacenada durante 60 días .....</i>	65
Tabla 25 <i>Promedios ordenados y significación de tukey a 0.05 en el atributo sabor ...</i>	65
Tabla 26 <i>Comparación de promedios y significación de tukey al 0.05 en el atributo sabor, en el factor B (Temperatura de almacenamiento). .....</i>	66
Tabla 27 <i>Contenido nutricional de la pulpa de guanábana pasteurizada almacenada durante 60 días en envase de PEAD opaco y en congelación .....</i>	67
Tabla 28 <i>Resultados del análisis microbiológico de la pulpa de guanábana pasteurizada, almacenada durante 60 días en envase de PEAD opaco y en congelación .....</i>	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Estructura de la vitamina C</i> .....	15
Figura 2 <i>Ajuste a línea recta de la reacción de orden cero, concentración Vs tiempo</i> ..	20
Figura 3 <i>Ajuste a línea recta de la reacción de orden cero, concentración Vs tiempo</i> ..	21
Figura 4.....	22
Figura 5 <i>Diseño experimental de la investigación</i> .....	33
Figura 6 <i>Diagrama de flujo para obtención de la pulpa de guanábana</i> .....	37
Figura 7 <i>Variación del contenido de vitamina C de la pulpa de guanábana durante el periodo de almacenamiento</i> .....	56
Figura 8. <i>Modelo de Arrhenius de degradación de la vitamina C en pulpa de guanábana</i> .....	59

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La guanábana (*Annona muricata* L.), es una fruta exótica, apreciada en el mercado, por poseer ciertas características sensoriales de olor, color, sabor agrídulce y de buen rendimiento, además posee sustancias funcionales que otorgan beneficios a la salud.

La pulpa de la guanábana está constituida principalmente por sales minerales, potasio, fósforo, calcio, magnesio, bajo contenido de lípidos, tiene un alto valor calórico debido a la presencia de hidratos de carbono; es rica en vitamina C y provitamina A, así como de vitamina B y tradicionalmente es usada para tratar enfermedades como el cáncer (Alcántara, 2017), pero durante la producción esta fruta se pierde por sobre maduración y por no conocerse la tecnología adecuada para conservarla como pulpa.

La presencia de la vitamina C en la dieta de los seres humanos es requerida para un cierto número de reacciones metabólicas, el hombre depende de

fuentes exógenas de esta vitamina porque carecen de la enzima que cataliza el paso final en la biosíntesis del ácido ascórbico a partir de glucosa (Villagrán, 2019), por ello es importante ingerir bebidas que contengan vitamina C. Las pulpas de frutas son ricas en vitamina C, pero debido a tratamientos inadecuados, la mala conservación y el uso de envases no adecuados hace que este nutriente funcional varíe en su contenido, por lo que es necesario estudiar la temperatura de conservación y el tipo de envase adecuado para ofrecer al mercado pulpa de guanábana con información real de contenido de vitamina C, que está aportando al consumidor. La vitamina C es termo sensible durante los tratamientos térmicos, razón por la cual es usada como indicador de degradación térmica de nutrientes durante el procesamiento de los alimentos (Mendoza, 2016), por esta razón se optó por conocer la cinética de degradación de la vitamina C en pulpa de guanábana almacenada en distintos envases y a diferentes temperaturas y distinguir la más adecuada conservación de esta vitamina por tiempo más prolongado.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

Para la Investigación se empleó frutos provenientes de Zona Patria, anexo de Alto Bayos, distrito de Perené, provincia de Chanchamayo, región Junín. La parte experimental fue llevada a cabo en laboratorios y talleres de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Filial La Merced, Provincia de Chanchamayo, Región Junín.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

La investigación se desarrolló durante los meses de mayo del 2019 a febrero del 2020.

### **1.2.3. Delimitación de contenido**

La investigación pertenece al área de Ciencia y tecnología de alimentos, línea de frutas; se limita al uso de pulpa de guanábana, en la que se evalúa la degradación del contenido de vitamina C durante su almacenamiento a dos tipos de temperatura y tres diferentes tipos de envases además de definir sus características fisicoquímicas y sensoriales.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general.**

¿Cómo será la cinética de degradación de la vitamina C, de pulpa de guanábana (*Annona muricata*), almacenado en diferentes tipos de bolsas y temperaturas de refrigeración y congelación?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles serán las características de degradación de la vitamina C de pulpa de guanábana almacenado a temperatura de congelación y de refrigeración?
- ¿Cuál es el efecto del tipo de bolsas en la degradación de la vitamina C de pulpa de guanábana, almacenado a temperatura de congelación y de refrigeración?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar la cinética de degradación de la vitamina C de pulpa de guanábana (*Annona muricata*), almacenado en diferentes tipos de bolsas y temperatura de refrigeración y congelación.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar las características de degradación de la vitamina C de pulpa de guanábana almacenado a temperatura de congelación y de refrigeración.
- Evaluar el efecto del tipo de bolsa en la degradación de la vitamina C de pulpa de guanábana, almacenado a temperatura de congelación y de refrigeración.

## **1.5. Justificación de la investigación**

En la actualidad los consumidores finales e intermedios prefieren utilizar productos de frutas en pulpa, que permite ahorro de tiempo y espacio en el negocio u hogar, puesto que adquirir frutos sin procesar requiere de tiempo las diversas operaciones como lavado, pelado, exclusión de semillas y por fin obtener la pulpa, la misma que es utilizada para elaboración de jugos, yogures, cocteles, etc.; nuestra región Selva Central, cuenta con áreas cultivadas de plantas de guanábana, las mismas que en época de producción los mercados se llenan de esta fruta de color verde oscura, de forma ovoide, que presenta diferentes tamaños y pesos con cáscara delgada que se vuelve verde claro u amarilla cuando está madura, las cuales si no se comercializan a tiempo se echan perder, por lo que con la tecnología adecuada se procesaría la pulpa de fruta usando envases y temperaturas adecuadas para su almacenamiento y se encontraría lista para su preparación haciendo más fácil su uso por parte del consumidor.

Es importante encontrar en los productos vegetales con propiedades que puedan tener efecto positivo para la salud y un alto potencial industrial, la guanábana es considerada una planta medicinal con determinada actividad antiinflamatoria, sirve para el tratamiento del cáncer gástrico y gastrointestinal, con buen porcentaje de vitamina C, que actúa como antioxidante, causado por el estrés al que están sometidos las personas y en esta época debido a la enfermedad infecciosa causada como por el coronavirus, el COVID 19.

La pulpa de guanábana es envasada y conservada a temperaturas bajas, pero no se conoce como es la pérdida de la vitamina C durante su almacenamiento, por lo que es importante conocer la cinética de degradación de esta vitamina, para mejorar la forma de conservación por mayor tiempo, utilizando la temperatura adecuada de almacenamiento y el tipo de envase conveniente, que permita la comercialización con mayor criterio técnico y dinamismo.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Falta de algunos equipos para análisis de las muestras en el laboratorio de Análisis de alimentos, de la EFP de Industrias Alimentarias, UNDAC, Filial La Merced

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de estudio

Rivera (2019) en la investigación “*Influencia del pH y la presencia de antioxidantes en la cinética de degradación de la Vitamina C en Jarabe*” indica que el objetivo fue estudiar la estabilidad de seis lotes de Vitamina C en Jarabe, usando para ello Extracto hidroalcoholico mediante maceración de hojas de la especie de *Dodonaea viscosa* (Chamana) y también Metabisulfito de sodio como antioxidantes, trabajo con dos pH diferentes, los resultados indican que en las formulaciones elaboradas con pH 3 y pH 5 presentan una disminución de vitamina C similar durante el tiempo, respecto a la temperatura de almacenamiento si a ambas formulaciones se le añade *Dodonaea viscosa* (Chamana) son estables hasta 20 °C, si no se les añade ninguno de los dos tipos de antioxidantes son estables hasta 30 °C pero si se añade a ambas metabisulfito de sodio son estables hasta 40 °C. todas las formulaciones obedecen a una cinética de orden UNO, el pH y la presencia de antioxidantes influyen en su degradación y la vida útil para estas formulaciones no supera los dos meses.

Moya (2018), en la investigación “Efecto del tratamiento térmico en la cinética de deterioro de la vitamina C y color en pulpa de tuna (*Opuntia boldinghii*) de variedad blanca y morada” sometió la pulpa de tuna a tres temperaturas (75, 85 y 95°C) por 2, 4, 6, 8,10, 12 y 14 minutos evaluándose el comportamiento de la vitamina C en las antes y después del tratamiento térmico; los resultados indican que la concentración de ácido ascórbico y el color de las pulpas dependen de la temperatura, degradándose a temperaturas elevadas con colores oscuros asociados a procesos no enzimáticos de degradación de la Vitamina C, el modelos cinéticos es de primer orden y la dependencia de la temperatura es representada por la ley de Arrhenius.

Chiroque (2017) en la investigación “Degradación térmica de vitamina c en pulpa de mango (*Mangifera indica L.*) variedad Haden y predicción microbiológica de vida útil mediante modelo de Gompertz” luego de determinar las características fisicoquímicas de la pulpa se sometieron a tratamiento térmico a las temperaturas de 75, 85 y 95 ° C, a la primera temperatura la vitamina C disminuyo de 14.6 mg a 7.7 mg, en la segunda disminuyo a 6.2 mg y a la tercera temperatura a 5.1 mg; se obtuvo mediante modelos matemáticos con ayuda de pruebas aceleradas por efecto de la temperatura una velocidad de reacción de  $n = 1$  (orden uno) con un periodo de vida útil de 3.5 días a 4 ° C y según las pruebas aceleradas el índice de madures del mango fresco es de 26.53. mediante el diseño por bloques se obtuvo que a mayor tiempo y temperatura la vitamina C sufre una mayor degradación.

Ordoñez et al. (2013), en la investigación “*Cinética de degradación térmica de vitamina C en frutos de guayaba (Psidium guajava L.)*” trabajó con

rodajas de guayaba de 0.53 cm de grosor x 6.10 cm de diámetro las que se sometieron a tratamientos térmicos de 75, 85 y 95 ° C por 10, 20, 30 y 40 minutos, obtuvo como resultados que las diferentes temperaturas en estudios disminuyen la concentración de vitamina C entre 56.70 y 60%, la velocidad de degradación fue de  $K = 0.80 - 1.45 \text{ min}^{-1}$  y la energía de activación de  $E_a = 7.57 \text{ kcal/mol}$ , los parámetros cinéticos de la vitamina C en las rodajas de guayaba se ajustan a una cinética de primer orden y ecuación de Arrhenius, con estos resultados se puede procesar la guayaba optimizando el tratamiento térmico y en el diseño de equipos.

Alcántara (2017) en la investigación “Conservación de la pulpa de guanábana (*Annona muricata*) utilizando tres tipos de empaques y tres concentraciones de preservante” la guanábana madura fue pesada, lavada, pelada, despepitada la pulpa se dividió en tres partes y se utilizó 0,01%; 0,03% y 0,05% de sorbato de potasio como conservante, luego se pesó 250g de cada parte, se envasó por triplicado en 3 diferentes envases: trilaminado, polietileno de alta densidad y polipropileno; se almacenaron durante un mes a 4°C, y se realizó la evaluación sensorial. La pulpa de guanábana en estado fresco en comparación de la almacenada tiene la siguiente composición: 84,35% y 81.36 % de humedad, pH de 4 y 4.5; acidez como ácido cítrico de 0,80% y 0.82 %, sólidos solubles 15° y 18 °Brix y fibra 22,42mg y 22.12 mg respectivamente. La evaluación sensorial demuestra que la mejor concentración del conservante es de 0,01% de sorbato de potasio, superiores a ella influyen negativamente en las características sensoriales de la pulpa de guanábana y el mejor envase es el trilaminado que mejor conservó las características de la pulpa de guanábana.

León et al. (2016) en la investigación “*Caracterización de la pulpa de Annona Muricata L. cultivada en el Norte del Departamento de Bolívar – Colombia*” indica que los frutos seleccionados se lavaron y escaldaron por 90 °C – 5 minutos, se refinó, se empaco en bolsas herméticas y almaceno a 4 °C, el rendimiento de pulpa es de 75 %, presenta: 14.10 de °Brix, 087 % de acidez expresado en ácido málico, 3.97 de pH, 070 % de ceniza, 81.49 % de humedad, 1.49 % de proteína, 0.2 % de grasa, 1,64 % de fibra cruda, 16.12 % de carbohidratos, 27.44 mg de ácido ascórbico (Vitamina C), y que el mineral más abundante es el potasio con 45.2 mg, contiene 39.13 mg de calcio, 20 mg de magnesio, 0.60 mg de hierro. El tratamiento mínimo de 90 ° C por 5 minutos no tiene efecto sobre el contenido de minerales de la pulpa evaluada.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Guanábana (*Annona muricata L*)**

La planta de guanábana es un árbol de 3 a 10 m de alto, ramificado, cónico, frondoso, con hojas ovaladas elípticas de 2 a 6 cm de ancho por 6 a 12 cm de largo, con yemas axilares. El fruto está clasificado como múltiple de forma oblonga cónica, semejante a un corazón o de forma irregular, alcanza los 10 a 30 cm de longitud con un peso de entre 1 a 5 kg, con cáscara de color verde oscuro que posee varias espinas pequeñas, suaves y carnosas. Cuando el fruto está maduro la cáscara es de color verde mate y adquiere una consistencia blanda con apariencia verticulada (Jiménez et al., 2017).

#### **A. Clasificación taxonómica**

De acuerdo a Mc Bride 1962 citado por Durand (2015), se clásica según la tabla adjunta.

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica de la guanábana*

<b>Taxonomía</b>	
Orden	Vanales
Familia	Annonáceas
Género	Annona
Especie	<i>Annona muricata</i> Linnaeus C.
Nombre vulgar	Guanábana

Fuente: Durand (2015)

**B. Cosecha y poscosecha de guanábana**

La maduración de las frutas es un proceso de creación y degradación de compuestos dentro del vegetal, que afectan directamente la calidad nutricional, sensorial y su vida útil de la fruta, se cosecha cuando alcanza su madurez fisiológica: máximo tamaño, cambio de color verde oscuro a verde claro mate. Fruta climatérica, con alta respiración y producción de etileno, durante la poscosecha es indispensable tomar en cuenta las condiciones de temperatura, humedad relativa, almacenamiento y empaque para incrementar su vida útil (Cortez, 2020).

**C. Pulpa de guanábana, composición nutricional**

La pulpa es un producto pastoso, no diluido, no concentrado, no fermentado, obtenido por desintegración y tamizado de la fracción comestible de las frutas frescas, sanas, maduras y limpias; el rendimiento varía en función al tipo de fruta, cultivar, estado de desarrollo o índice de madurez (Márquez, 2009).

Las características organolépticas que presentan las pulpas de guanábana es aroma: intenso y característico a la de la fruta madura y sana, color: intenso y

homogéneo, puede presentar un ligero cambio de color, por los procesos naturales de oxidación de la fruta, sabor: característico e intenso de guanábana madura y sana, libre de cualquier sabor extraño, apariencia: uniforme, libre de materiales extraños, admitiéndose una separación de fases y la presencia mínima de trozos, partículas oscuras propias de la guanábana (Franco et al., 2014). La pulpa de guanábana muestra cierto contenido de minerales como fósforo, hierro, sodio y vitaminas como A, B, C y niacina (Rosero, 2012).

**Tabla 2**

*Composición química de la pulpa de guanábana.*

<b>Parámetro</b>	<b>Contenido</b>
Ph	3.97
Acidez	0.87
Solidos solubles totales	14.10
Índice de maduración (SST/acidez)	16.21
*Cenizas (%)	0.60
*Humedad (%)	83.10
*Proteína (%)	1.0
Grasa (%)	0.4
*Fibra cruda (%)	1.1
*Carbohidratos (%)	14.9
*Vitamina C (mg)	26
*Calcio (mg)	24
*Fósforo (mg)	28
*Hierro (mg)	0.5
*Vitamina A (U.I.)	5
*Tiamina (mg)	0.07
*Rivoflavina (mg)	0.05
*Niacina (mg)	0.9

Fuente: León et al. (2016). \* Durand (2015).

## **2.2.2. Antioxidantes**

Los antioxidantes son compuestos químicos que las células utilizan para neutralizar a los radicales libres, los radicales libres son moléculas altamente inestables, y aunque son elementos fundamentales en el metabolismo, también constituyen un riesgo ya que poseen alto poder reactivo y para estabilizarse oxidan biomoléculas como proteínas, lípidos, polisacáridos y ácidos nucleicos; proceso que termina por dañar la función de moléculas y la célula misma, lo que conduce al envejecimiento prematuro, muerte celular e incluso contribuye a la aparición de algunas enfermedades crónico degenerativas como cardiopatías, diabetes y cáncer (Vallejo et al., 2017).

### **A. Clasificación de los antioxidantes**

Según Barahona (2013), se clasifican en:

#### **Según su función**

Primarios: Previenen la formación de nuevos radicales libres, convirtiéndolos en moléculas menos perjudiciales antes de que puedan reaccionar o evitando la formación de radicales libres a partir de otras moléculas, ejemplo: superóxido dismutasa (SOD) que convierte  $O_2$  en peróxido de hidrogeno; glutatión peroxidasa ( $GP_x$ ) convierte el peróxido de hidrogeno y los peróxidos lipídicos en moléculas inofensivas antes de que formen radicales libres; y proteínas de unión a metales (Ferritina, Ceruloplasmina), limitan la disponibilidad de Fe necesaria para formar el radical OH.

Secundarios: Capturan los radicales libres, evitando la reacción en cadena. Por ejemplo: Vitamina E, vitamina C, ácido úrico, albúmina.

Terciarios: Reparar las biomoleculas dañadas por los radicales libres.

### Según su sitio de acción

Las enzimas intracelulares que son responsables del atrapamiento de radicales libres producidas in situ como resultados del metabolismo celular. Las sustancias antioxidantes extracelulares están ampliamente distribuidas en el reino vegetal y pueden desempeñar un papel en la prevención de la aterosclerosis, teóricamente, porque protegen a las lipoproteínas de la oxidación en el líquido extracelular.

**Tabla 3**

*Clasificación de antioxidantes según su sitio de acción*

<b>Intracelular</b>	<b>Membrana</b>	<b>Extracelular</b>
Superoxido dismutasa	Vitamina E	Ceruloplasmina
Catalasa	Betacarotenos	Tranferinas
Peroxidasa	Ubiquinol-10	Lactoferinas
DT-deafarasa	--	Albúminas
Proteínas que ligan metales	--	Vitamina C
Sistemas proteolíticos	--	Ácido úrico
Vitamina C	--	Vitamina E

Fuente: Barahona (2013).

### Según su origen

En endógenos, fabricados por la propia célula y exógenos, que ingresan en el organismo a través de la dieta o de suplementos con formulaciones antioxidantes.

**Tabla 4***Clasificación de antioxidantes según su sitio de origen*

<b>Exógenos</b>	<b>Endógenos</b>	<b>Cofactores</b>
Vitamina E	Glutación	Cobre
Vitamina C	Coenzima Q	Zinc
Betacaroteno	Ácido fólico	Manganeso
Flavonoides	Enzima: catalasa peróxido dismutasa	Hierro

Fuente: Barahona (2013).

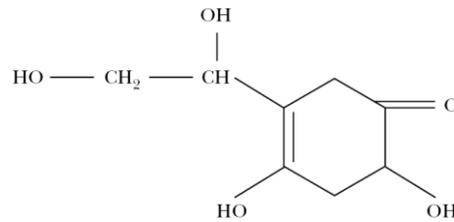
**B. La vitamina C**

La vitamina C o ácido L-ascórbico (AA), es hidrosoluble, actúa como cofactor en diversas reacciones enzimáticas que tienen lugar en el organismo. Es sintetizada internamente por casi todos los organismos de los animales y plantas, excepto el hombre, por lo que es un nutriente esencial. El hombre carece de la enzima L-gulonolactona oxidasa debido a un defecto genético, esta enzima cataliza la etapa terminal de la síntesis de ácido ascórbico que convierte la glucosa en ácido ascórbico, por lo que debe adquirirlo a través de la alimentación. La vitamina C es un compuesto inestable, debido a la facilidad con la que se oxida e hidroliza, se descompone con facilidad en el procesamiento y conservación de los alimentos, por lo que se utiliza como indicador de la pérdida vitamínica de un alimento durante su procesado y almacenamiento; el calor y los cationes metálicos degradan la vitamina C (Fang, 2017).

**C. Estructura de la vitamina C**

El ácido L – ascórbico (ácido 2,3-enediol gutónico o 2-oxo-L-treo-hexono-1,4-lactona-2,3- enediol), es un compuesto químicamente sencillo, presenta una estructura atípica, su fórmula empírica es  $C_6H_8O_6$ . Es un derivado lactónico del ácido hexurónico y se corresponde con una forma oxidada de la

glucosa. En concreto es una cetolactona de seis átomos de carbono que muestra un anillo de lactona de cinco miembros y un grupo enediol bifuncional con un grupo carbonilo adyacente. El grupo enediol es esencial para su actividad biológica (Barahora, 2013).



**Figura 1**

*Estructura de la vitamina C*

Fuente: Valdés (2006)

#### **D. Aporte dietario de vitamina C**

A medida que el consumo de ácido ascórbico se incrementa, su excreción intacta también, en un estudio se inyectó a individuos sanos 100 mg, 200 mg y 500 – 1000 mg, excretando por vía urinaria el 25, 50 y 100 % de la dosis inyectada, no observándose cambios en el nivel de ácido oxálico eliminado; el requerimiento según grupo etario se muestra en la siguiente tabla (Miranda, 2011).

**Tabla 5****Requerimiento de vitamina C según grupo etario**

<b>Grupo etario</b>	<b>Vitamina C (mg)</b>
Infantes de 0 – 6 meses	40
Infantes de 7 – 12 meses	50
Niños 1 – 3 años	15
Niños 4 – 8 años	25
Hombres de 9 – 13 años	45
Hombres de 14 – 18 años	75
Hombres de 19 – 70 años	90
Mujeres de 9 – 13 años	45
Mujeres de 14 – 18 años	65
Mujeres de 19 – 70 años	75
Embarazo 14 – 18 años	80
Embarazo 19 a 50 años	85
Lactancia 14 – 18 años	115
Lactancia 19 – 50 años	120

Fuente: Miranda (2011).

La vitamina C es un antioxidante biológico que protege al organismo del estrés oxidativo provocado por las especies reactivas del oxígeno, es esencial para la síntesis del colágeno, en concreto actúa como coenzima en la síntesis del procolágeno favoreciendo la hidroxilación de los residuos de prolina y lisina; es importante para el mantenimiento del tejido conjuntivo normal, para la curación de heridas y para la formación del hueso, ya que el tejido óseo contiene una matriz orgánica con colágeno. También interviene en la síntesis de lípidos, proteínas, norepinefrina, serotonina, en el metabolismo de tirosina y fenilalanina, es ampliamente utilizado en el tratamiento de ciertas enfermedades, como el escorbuto, el resfriado común, la anemia, los trastornos hemorrágicos, trastornos

de la cicatrización de heridas e infertilidad. Además, previene las cataratas y glaucoma (Fang, 2017).

### **2.2.3. Conservación de pulpas de frutas**

#### **A. Definición de pulpa**

Arteaga (2015) indica que la pulpa (puré) de frutas es un producto carnoso o comestible de la fruta susceptible de fermentación, adquiridos por procesos tecnológicos como: tamizado, triturado o desmenuzado, sin eliminar el jugo, a partir de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras, o a partir de frutas conservadas por medios físicos.

#### **B. Características de las frutas para obtención de pulpas**

Iriarte (2019) indica que entre las características de las frutas a utilizar en el procesamiento para la obtención de pulpas son:

**Estado óptimo de madurez:** Es muy importante para la calidad del producto final y eficiencia del proceso; la madurez biológica que corresponde al desarrollo de la fruta permite obtener una materia prima con las mejores características de tamaño y textura para el procesamiento industrial.

**Sabor, color y aroma:** Son los que dan las características sensoriales específicas de cada producto y deben ser estables en cuanto sea posible a los tratamientos del procesamiento. Las frutas que no han alcanzado la madurez fisiológica son deficientes en estas propiedades y producen colores pardos en los productos finales; las frutas muy maduras no son muy adecuadas debido a que son modificadas por las reacciones metabólicas y la hidrólisis enzimática de las pectinas.

**Buen balance azúcar / ácido:** El proceso de maduración supone un descenso de la acidez debido a que los ácidos orgánicos son fuente de energía para el proceso de respiración. La sacarosa y los azúcares reductores aumentan debido a la hidrólisis del almidón. La relación entre la producción de azúcares y la acidez es un índice de la madurez.

**Contenido de pectina adecuado:** Las frutas en estado óptimo de madurez contienen suficiente pectina natural para dar un producto final satisfactorio. Las frutas sobre maduras pierden total o parcialmente estos constituyentes a causa de la acción enzimática.

**Estado físico:** Las frutas deben estar desprovistas de toda clase de contaminaciones microbiológicas, parásitos e insectos y residuos de plaguicidas. Además, no deben tener golpes o magulladuras.

### **C. Uso de refrigeración en la conservación de pulpas**

A temperaturas superiores a 0 °C como la refrigeración no se produce el desarrollo de microorganismos, frena su crecimiento y retrasa las reacciones de descomposición, aunque si se eleva la temperatura se pierde esta condición y empieza la multiplicación de gérmenes; esta técnica de conservación es a corto plazo, manteniendo un estricto control de la temperatura de entre 2 y 5 °C en frigoríficos industriales entre 8 y 12 °C en frigoríficos domésticos y así conservar la calidad del producto; la vida útil está en función a la naturaleza del alimento y el envase que se utiliza para su protección (Arteaga, 2015).

### **D. Uso de congelación en la conservación**

De Michelis (s.f.) indica que la congelación representa para muchos alimentos el mejor método de conservación a largo plazo, pues asocia los efectos favorables de las bajas temperaturas a los de transformación de agua líquida en

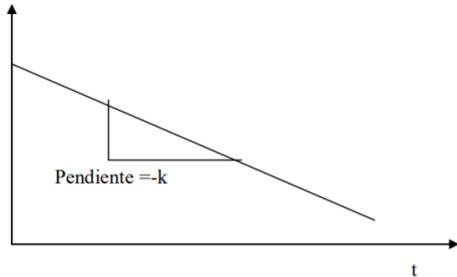
agua sólida (hielo), es decir, actúan conjuntamente la disminución de la temperatura y la disminución de la actividad acuosa ( $A_w$ ). Las características principales del método es que ningún microorganismo puede desarrollarse a temperaturas inferiores a  $-10\text{ }^\circ\text{C}$ , por lo tanto, el usual almacenamiento de los productos congelados a  $-18$  o  $-25\text{ }^\circ\text{C}$  impide toda actividad microbiana, pero, no significa que los microorganismos mueren, sino que no pueden alimentarse y desarrollarse; además la velocidad de la mayoría de las reacciones químicas queda notablemente reducida. La única que evoluciona más rápidamente es la de oxidación de grasas o lípidos y finalmente la formación de cristales de hielo y su aumento de volumen tiene el inconveniente de originar un deterioro mecánico de la estructura del tejido con pérdida de textura, jugos, etc. Los tiempos de conservación de alimentos congelados dependen de la composición del alimento y la temperatura de almacenamiento.

#### **2.2.4. Cinética en los alimentos**

Mendoza et al. (2016) indica que los cambios en la calidad de los alimentos son reportados en la literatura mediante modelos cinéticos de degradación de orden cero y de primer orden, el estudio de la cinética de degradación de la vitamina C ayuda a entender el comportamiento de un determinado producto y sus componentes, lo cual permite predecir las mejores condiciones de almacenamiento, el tiempo de vida media y la vida útil de dicho producto. El comportamiento de los nutrientes en el momento de almacenamiento y exposición del producto, se rigen a una cinética de degradación de la vitamina C, al igual que la degradación de otras vitaminas. Si el comportamiento fuese de un modelo cinético de orden cero, la concentración como función del tiempo podría expresarse por medio de la ecuación:

$$[C] = [C]_0 - n K. T \dots\dots\dots (\text{ecuación 1})$$

Dónde: n es orden de reacción 0, K es la constante de cinética, T es la temperatura y C<sub>0</sub>, C son las concentraciones inicial y final.



**Figura 2**

*Ajuste a línea recta de la reacción de orden cero, concentración Vs tiempo*

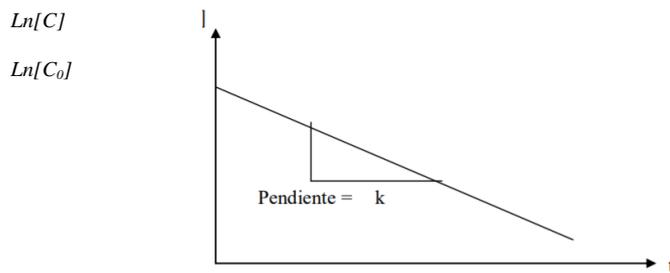
Representando [C] en función del tiempo se obtendrá una recta pendiente -k  
 Si por el contrario siguen una cinética de reacción de primer orden (n=1), como, por ejemplo, la degradación de vitaminas, produciendo una disminución en el valor nutricional del alimento, responden a una ecuación diferencial siguiente:

$$- \frac{1}{n} \frac{d[C]}{dt} = K [C]$$

$$[C] = [C]_0 e^{-nkt} \dots\dots\dots (\text{ecuación 2})$$

Dónde: n es orden de reacción 1, k es la constante de cinética, T es la temperatura y C<sub>0</sub>, C son las concentraciones inicial y final.

Representando Ln[C] en función del tiempo se obtendrá una recta pendiente -k.



**Figura 3**

*Ajuste a línea recta de la reacción de orden cero, concentración Vs tiempo*

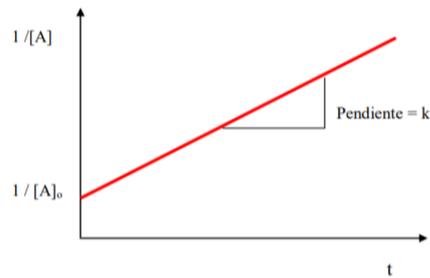
Según Boekel y Tijskens (2001) las reacciones de segundo orden ( $n = 2$ ), no son tan frecuente en los sistemas alimentarios, debido a la naturaleza biomolecular de las reacciones, la expresión de la ecuación de segundo orden es la siguiente:

$$\frac{d[C]}{dt} = -k[C]^2$$

$$\frac{1}{[C]} = \frac{1}{[C]_0} + n.k.T. \dots\dots\dots \text{(ecuación 3)}$$

Dónde:  $n$  es orden de reacción 2,  $k$  es la constante de cinética,  $T$  es la temperatura y  $C_0$ ,  $C$  son las concentraciones inicial y final.

Al representar  $1/[C]$  frente al tiempo si la reacción es de segundo orden respecto a  $C$  dará una recta de pendiente  $k$  ( $M^{-1} t^{-1}$ ) y ordenada en el origen  $1/[A]_0$ .



**Figura 4**

*Ajuste a línea recta de la reacción de orden dos,  $1/[C]$  Vs tiempo*

El signo negativo de la constante de degradación es debido a que a medida que transcurre el tiempo la vitamina C se va degradando y los valores se hacen cada vez menores. El alto valor del coeficiente de determinación  $R^2$  en ambos casos es decir en el producto envasado en botella de vidrio y Tetra Pak indica no solo el buen ajuste de los datos sino también que el 99,6 %; 99,95 % de las variaciones en el sistema pueden ser explicadas por el transcurso del tiempo, mientras que el resto se deben a la variabilidad natural entre muestras y al error experimental (Labuza, 1984).

Una vez que los valores de  $k$  se estiman, se aplica la ecuación de Arrhenius empleada para describir la dependencia de la temperatura en la constante de velocidad y para estimar la energía de activación ( $E_a$  de la reacción) (Moya, 2018).

$$k = A \exp(-E_a/RT)$$

$k$  es la constante de velocidad.  $E_a$  es la energía de activación,  $R$  es la constante de los gases  $T$  la temperatura absoluta.  $A$  es el factor de frecuencia, se puede suponer constante con la temperatura. Tomando logaritmos en la ecuación de Arrhenius:

$$\ln k = \ln A - E_a/RT$$

Esta ecuación nos permite determinar la  $E_a$  conociendo  $k$  a dos temperaturas.

$$\ln (k_1/k_2) = E_a/R (1/T_2 - 1/T_1) \dots\dots\dots \text{(ecuación 4)}$$

así como determinar  $k$  a una temperatura si conocemos  $E_a$  y  $k$  a otra temperatura.

Por otra parte, la ecuación  $\ln k = \ln A - E_a/RT$  es la ecuación de una recta de pendiente  $-E_a/R$  y ordenada en el origen  $\ln A$ .

Tiempo de vida media ( $t_{1/2}$ ): tiempo que debe transcurrir para que la concentración inicial de un reactivo se reduzca a la mitad de su valor.

$$[C]_{1/2} = \frac{[C]}{2} \dots\dots\dots \text{para reacción de orden cero}$$

$$[C]_{1/2} = \frac{0.693}{K} \dots\dots\dots \text{para reacción de orden uno} \dots\dots \text{(ecuación 5)}$$

### 2.2.5. Envases para alimentos

Un envase es un producto de cualquier naturaleza y material que se utiliza para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar productos; es un sistema diseñado para mantener y asegurar los productos con el fin de poder transportarlos del sitio de producción al consumidor final sin que sufran ningún daño (Sanguineti, 2016). Salguero y Gutiérrez (2019) indica que el envase, empaque y/o embalaje debe proteger la mercancía o la carga de daños mecánicos durante su manipulación para el proceso de venta, pero también del deterioro causado por diferentes ambientes por los que pasará el producto durante su transporte, almacenamiento y/o distribución, dentro de esta función se deben tener en cuenta factores como:

- Resistencia
- Cierre
- Inviolabilidad
- Versatilidad
- Compatibilidad
- Comunicación
- Universalidad
- Ergonomía
- Dispensación
- Hermeticidad

#### **A. Envases de polietileno**

El Polietileno es un polímero sintético termoplástico que se obtiene por polimerización del etileno. Es un material parcialmente cristalino y parcialmente amorfo, de color blanquecino y translucido. Los diversos tipos de Polietileno que se encuentran en el mercado son el resultado de las diferentes condiciones de operación, llevadas a cabo en la reacción de polimerización (Roca, 2005).

Pérez (2015) indica que el Polietileno de alta densidad, es un polímero con estructura lineal y muy pocas ramificaciones, caracteriza por:

- Excelente resistencia térmica y química.
- Muy buena resistencia al impacto.
- Es sólido, incoloro, translúcido, casi opaco.
- Muy buena procesabilidad, es decir, se puede procesar por los métodos de conformado empleado para los termoplásticos, como inyección y extrusión.
- Es flexible, aún a bajas temperaturas.
- Es tenaz.

- Es más rígido que el polietileno de baja densidad.
- Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.
- Es muy ligero.
- Su densidad se encuentra en el entorno de 0.940 - 0.970 g/cm<sup>3</sup>.
- No es atacado por los ácidos, resistente al agua a 100 °C y a la mayoría de los disolventes ordinarios.

La diferencia entre un Polietileno de alta densidad transparente con un opaco se debe al cambio en el índice de refracción (ejemplo hielo turbio que es agua congelada con muchas burbujas de aire) que dispersa y refleja la luz, dando como resultado una apariencia turbia. La nieve es diferente en cuanto a claridad que un cubo de hielo por que los cristales de nieve tienen una forma irregular con aire entre ellos. Eso es mucha refracción y reflexión, lo que llamamos *dispersión subfacial*. La mayoría de los plásticos como el polietileno son naturalmente transparentes, pero muchas veces se fabrican en láminas para darles más resistencias, el proceso de formación de estas láminas introduce muchos huecos y defectos que les dan una apariencia turbia. Algunos plásticos tienen diferentes materiales mezclados en una matriz apretada (Molina y Otto, 2020).

## **B. Envases de polipropileno**

Son bolsas compuestas de un polímero – plástico - el polipropileno, el cual es más ligero y presenta menor densidad que el polietileno; es decir es un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, producto gaseoso de la refinación del petróleo este proceso de polimerización ocurre siempre en presencia de un catalizador, bajo un cuidadoso control de temperatura y presión (García, 2017).

Entre los tipos y propiedades de los envases flexibles de polipropileno tenemos:

**Polipropileno fundido (CPP):** Bueno en sellabilidad térmica, excelente en resistencia al aceite y frágil a bajas temperaturas. Como material laminado al OPP se utiliza en la industria panadera y de los snacks. Es el mejor material para laminados esterilizables tipo “Retort Pouch”.

**Polipropileno orientado (OPP):** Excelente en transparencia y como material a prueba de humedad. Se usa mucho en la industria de los snacks y productos de panadería ya sea laminado o revestido, como sustituto de la celulosa regenerada (celofán) se le conoce también como BOPP.

**Polipropileno revestido con PVDC (KOP):** Denominado BOPP saranizado. El revestimiento de PVDC (saran) otorga alta barrera contra los gases y la humedad, muy utilizado para productos sensibles al oxígeno (Gallo, 2016).

**Tabla 6***Propiedades de los envases de polipropileno*

<b>Propiedades</b>	<b>PP fundido</b>	<b>PP orientado</b>	<b>PP revestido con PVDC</b>
Transparencia	Bueno	Malo	Malo
Brillo	Bueno	Malo	Malo
Fuerza	Bueno	Malo	Malo
Elongación	Malo	Ordinario	Ordinario
Fuerza rasgado	Malo	Excelente	Excelente
Barrera a humedad	Bueno	Excelente	Excelente
Barrera a gases	Malo	Malo	Malo
Resistencia aceite	Excelente	Excelente	Excelente
Resistencia al calor	Bueno	Bueno	Bueno
Sellabilidad térmica	Excelente	Excelente	Excelente
Antiestática (electr)	Excelente	Excelente	Excelente
Resistencia al frio	Excelente	Bueno	Bueno
Deslizamiento	Ordinario	Bueno	Bueno
Rigidez	Ordinario	Bueno	Bueno
Para impresión	Ordinario	Bueno	Bueno
Maquinabilidad	Bueno	Bueno	Bueno

Fuente: Gallo (2016).

**2.3. Definición de términos básicos**

- Vitamina C: llamada también ácido ascórbico, es un compuesto soluble en agua, es sintetizado por vegetales a partir de la glucosa y de la galactosa; los seres humanos al no poseer la enzima L-gulonolactona oxidasa que participa en su biosíntesis, la tienen que ingerir por medio de la dieta alimenticia.
- Cinética: Del griego kinesis, significa movimiento. La cinética química es el estudio de las velocidades de las reacciones químicas y de los mecanismos mediante los que tienen lugar. La cinética química introduce la variable

tiempo en el estudio de las reacciones químicas y estudia el camino que siguen los reactivos para convertirse en productos (Quillimamani, 2019).

- Orden de reacción: En alimentos los cambios siguen por lo general reacciones de orden cero, en especial para reacciones de formación cuando la cantidad de producto formado es solo una fracción pequeña, o para reacciones de descomposición donde solo una pequeña cantidad de producto se forma a partir de un reactante.
- Reacción de primer orden: La mayoría de las reacciones implicadas en el procesamiento y almacenamiento de los alimentos siguen una cinética de reacción de primer orden ( $n=1$ ), como, por ejemplo, la degradación de vitaminas, produciendo una disminución en el valor nutricional del alimento, o la degradación de antocianinas durante el almacenamiento de alimentos coloreados, produciendo una pérdida en la apariencia del mismo.
- Energía de activación ( $E_a$ ): La energía de activación de una reacción química se relaciona estrechamente con su velocidad. Específicamente, mientras mayor sea la energía de activación, más lenta será la reacción química. Cuanto mayor es la temperatura, mayor será el número de moléculas en estado activado, la energía de activación se calcula con la Ecuación de Arrhenius, esta energía requerida por mol necesarios para que exista movimiento entre las moléculas (Atarés, 2009).
- Congelación: Método de conservación de los alimentos, se basa en el efecto que produce sobre los microorganismos, principales responsables del deterioro de los alimentos, impide su la multiplicación (aunque puede que no lleguen a morir), paralizando así el efecto de deterioro sobre los alimentos, además, reduce al mínimo la actividad química y enzimática, que también

participa en el deterioro de los alimentos (oxidaciones, enranciamientos, etc).

El proceso de congelación no destruye los nutrientes.

- **Empaque:** Los envases destinados a contener alimentos congelados tienen por misión fundamental proteger al producto del medio externo, resguardando sus características de sabor, aroma y calidad. Entre las diversas estructuras utilizadas para contener alimentos congelados tenemos al polietileno de alta y baja densidad; poliéster; polipropilenos, que buscan otorgar una condición especial de protección al alimento a envasar (Araya, 2007).

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Existe variabilidad en la cinética de degradación de la vitamina C de pulpa de guanábana (*Annona muricata*), almacenado en diferentes tipos de bolsas y temperatura.

### **2.4.2. Hipótesis específica**

Las características de degradación de la vitamina C de pulpa de guanábana almacenado a temperatura congelación y de refrigeración, permite determinar la tendencia cinética del producto.

El tipo de bolsa influye en la velocidad de degradación de la vitamina C de pulpa de guanábana, almacenado a temperatura congelación y de refrigeración.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variables independientes**

- **Factor A:** Tipos de envases

A1= Polietileno de alta densidad transparente

A2= Polietileno de alta densidad opaco

A3= Polipropileno bi laminado

▪ **Factor B:** Condición de almacenamiento de la pulpa de guanábana

B1= refrigerado

B2= congelado

### 2.5.2. Variables dependientes

- Contenido de vitamina C
- Cinética de degradación de vitamina C
- Características fisicoquímicas de la pulpa
- Características microbiológicas de la pulpa

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 7

*Operacionalización de variables e indicadores*

<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>
<b>Independiente</b>	
- Tipo de envases	Polietileno de alta densidad transparente, Polietileno de alta densidad opaco y Polipropileno bilaminado
- Condición de almacenamiento de la pulpa de guanábana	Refrigeración y congelación
<b>Dependiente</b>	
Contenido de antioxidante	Vitamina C
Características sensoriales	Cinética de degradación de vitamina C Escala hedónica de 7 puntos, en los

---

	atributos a color, aroma y sabor.
Características fisicoquímicas	Humedad, proteína, grasa, fibra, cenizas y carbohidratos
Análisis microbiológico	Aerobios Mesófilos, Escherichia Coli, Salmonella y Listeria monocytogenes

---

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Experimental y aplicativo

#### **3.2. Nivel de investigación**

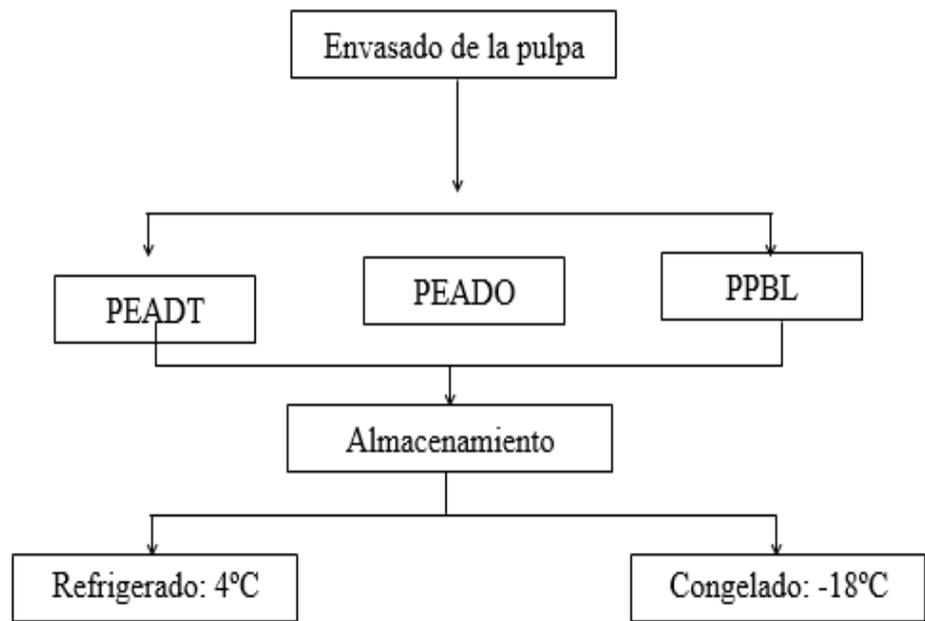
Explicativa

#### **3.3. Métodos de investigación**

Experimental. La fruta fue lavado y limpiado, posteriormente pelado, pulpeado y refinado, para ser envasado y almacenados de acuerdo a los tratamientos, para ser controlados y evaluados sobre la tendencia de la vitamina C en cada tratamiento, luego procesados los datos recogidos.

#### **3.4. Diseño de investigación**

La pulpa de guanábana pasteurizada se envasó en tres diferentes tipos de envases y almacenada a dos condiciones de temperatura, el diseño de la investigación es el siguiente:



**Figura 5**

*Diseño experimental de la investigación*

**PEADT:** polietileno de alta densidad transparente

**PEADO:** polietileno de alta densidad opaco

**PPBL:** Polipropileno bilaminado

**Tabla 8***Distribución de los tratamientos*

<b>FACTOR A</b> <b>Tipo de envase</b>	<b>FACTOR B</b> <b>Condición de almacenamiento</b>	<b>Tratamientos</b>
<b>A1:</b> Polietileno de alta densidad transparente	<b>B1:</b> 4 °C	<b>T1</b>
	<b>B2:</b> - 18°C	<b>T2</b>
<b>A2:</b> Polietileno de alta densidad opaco	<b>B1:</b> 4 °C	<b>T3</b>
	<b>B2:</b> - 18°C	<b>T4</b>
<b>A3:</b> polipropileno bi laminado	<b>B1:</b> 4 °C	<b>T5</b>
	<b>B2:</b> - 18°C	<b>T6</b>

Fuente: Elaboración propia.

**3.5. Población y muestra****3.5.1. Población**

Frutos de guanábana proveniente del centro poblado zona Patria, anexo de Alto Bayos, distrito de Perené, provincia de Chanchamayo, región Junín.

**3.5.2. Muestra**

kg de frutas de guanábana, con madurez fisiológica comercial.

### **3.6. Técnicas e instrumento de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

Se utilizaron los laboratorios de análisis de alimentos, de control de calidad, se manejaron documentos de investigación, bibliografías, internet; los datos de la evaluación experimental se recogieron en fichas de proceso y análisis.

#### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

- Espectrofotómetro UV, marca UNICA UVIZOS con rangos de longitud de onda de 200-1100 nm, modelo UNICO 1100 R.S
- Brixómetro, marca ATAGO de 0 - 85°Bx
- pHmetro digital, marca Hanna rango de 0 – 14
- Cocina eléctrica de dos hornillas
- Balanza analítica modelo, ADAM 250 L
- Termómetro – 50 a 150°C
- Licuadora industrial
- licuadora, de 3 velocidades, marca OSTERIZER de 1lt.
- Tubos de ensayos
- Gradillas para tubos de ensayos
- Cubetas para espectrofotómetro
- Bombillas de succión
- Probetas de 10 y 100 ml
- Fiolas de 500 ml
- Pipetas de 10 ml y 1 ml
- Papel absorbente
- Vasos de precipitación de 250 ml, 100 ml.

- Cuchillos de acero inoxidable
- Jarras medidoras de 1 lt.
- Recipientes de acero inoxidable
- Tabla de picar de plástico
- Titulador automático, bureta de 25 ml
- Cucharones
- Colador de metal
- Vasos de precipitación de diferentes capacidades
- Refrigeradora marca Coldex capacidad 292 lt.
- Selladora de mesa de 30 cm.

### **Reactivos**

- Hidróxido de sodio al 0.1 N
- Fenolftaleína alcohólica al 1%
- Ácido oxálico al 4%
- Ácido ascórbico al 0.1%
- 2,6 Diclorofenolindofenol (DFIF) al 0.012%
- Agua destilada

### **Insumos**

- Bolsas de polietileno de alta densidad, transparente
- Bolsas de polietileno de alta densidad, opaco
- Bolsas de polipropileno bilaminado

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

La selección de las técnicas de análisis utilizados fue ponderada de acuerdo a las publicaciones científicas en bases de datos, textos de área de

alimentos, análisis oficiales como la AOAC y artículos científicos reportados por diversos autores.

La validación y confiabilidad de los instrumentos empleados en la investigación, está sujeto a los laboratorios acreditados a los que fueron enviadas las muestras para sus análisis, y a las fichas técnicas de confiabilidad de los equipos de los laboratorios de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

### 3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

#### 3.8.1. Técnicas de procesamiento de datos

Para obtener los datos de la investigación se trabajó siguiendo cada una de las operaciones del diagrama de flujo que se muestra a continuación.



Figura 6

*Diagrama de flujo para obtención de la pulpa de guanábana*

## Descripción del proceso

- **Recepción y selección:** Las frutas de guanábanas, se revisaron y se seleccionaron las que presentaron características organolépticas definidas como color verde oscuro sin brillo, firmes al tacto, sanas, maduras y se eliminaron las frutas con indicios de heridas abiertas, pudrición, con golpes y las verdes.
- **Lavado:** El lavado se realizó con la finalidad de eliminar cualquier partícula extraña que pueda estar adherida a la cascara de la fruta, se lavó con una solución de 150 ppm de hipoclorito de sodio, luego se enjuagó con agua potable.
- **Pelado:** Con cuchillo de acero inoxidable, se separó la cáscara de la pulpa.
- **Despepitado:** Se realizó manualmente separando las pepas de la pulpa de la fruta.
- **Pulpeado:** Se realizó usando una licuadora industrial.
- **Tamizado:** Para obtener una pulpa fina, se separó el bagazo (fibra presente) usando un colador de metal fino.
- **Pasteurizado:** La pulpa se pasteurizó a una temperatura de 85 °C por espacio de 3 minutos, para inactivar la enzima peroxidasa, bajar la carga microbiana y favorecer la conservación de la pulpa.
- **Envasado:** Se realizó de acuerdo a lo indicado en la figura 5 del diseño experimental de la investigación:
  - ✓ T1: pulpa envasada en bolsas de polietileno de alta densidad transparente, almacenado a 4°C.
  - ✓ T2: pulpa envasada en bolsas de polietileno de alta densidad transparente, almacenado a - 18°C.

- ✓ T3: pulpa envasada en bolsas de polietileno de alta densidad opaco, almacenado a 4°C.
  - ✓ T4: pulpa envasada en bolsas de polietileno de alta densidad opaco, almacenado a -18°C.
  - ✓ T5: pulpa envasada en bolsas de polipropileno bilamainado, almacenado a 4°C.
  - ✓ T6: pulpa envasada en bolsas de polipropileno bilamainado, almacenado a -18°C
- **Almacenado:** De acuerdo a la temperatura en estudio por un periodo de 60 días, realizándose los análisis de vitamina C cada 3 días, y al finalizar se realizó un análisis sensorial para determinar el mejor tratamiento.

### 3.8.2. Análisis de datos

#### A. Análisis fisicoquímico de la materia prima

- pH: Método potenciómetro, lectura directa con el pHmetro.
- Acidez titulable, expresada en % de ácido cítrico, por titulación en NaOH. (Pearson, 1993).
- Sólidos solubles (°Brix). Lectura directa medida con el brixómetro.
- Índice de madurez. Relación °Brix/Acidez
- Vitamina C. Calculada por el método de determinación espectrofotométrica 2,6- diclorofenolindofenol (2,6 DFIF). (AOAC, 2005).

Reactivos:

- Preparar una solución de ácido oxálico al 0.4 % (4 g. del ácido en volumen de 1000 ml. de agua destilada.)

- Soluciones estándar (madre) de ácido ascórbico al 0.1 % (pesar 100 mg. de ácido ascórbico y trasladar a volumen de 100 ml. empleando la solución de ácido Oxálico al 0.4 %).
- Estándares de trabajo (ET): Tomar 1, 2, 3, 4 y 5 ml. de la solución madre de ácido ascórbico y trasladar a volumen de 100 ml. usando la solución de ácido oxálico al 0.4 %. Estas soluciones numeradas del 1 al 5 contendrán 1, 2, 3, 4 y 5 mg. de ácido ascórbico por 100 ml. respectivamente.
- Solución coloreada: (12 mg. de 2,6 DFIF disolver y llevar a 1000 ml. de volumen con agua destilada, hirviendo. Almacenar en botella de color oscura y en refrigeración.

Preparación de la Curva Estándar:

- Tomar 4 tubos de ensayo, enumerarlas I al IV, agregar lo siguiente:

I: 10 ml. de agua destilada

II: 1 ml. de ácido oxálico al 0.4%

III: 1 ml. de estándar de trabajo (ET) N° 1 + 9 ml. de agua

IV: 1 ml. del estándar de trabajo (ET) N° 1 + 9 ml de solución coloreada.

Realizar las lecturas de la absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 520 nm de la siguiente manera:

- Ajustar a cero la Absorbancia usando I y el filtro seleccionado.
- Al tubo II añadir 9 ml. del colorante e inmediatamente después de 15 segundos, leer la absorbancia (L1)
- Ajustar a cero la absorbancia usando la solución del tubo III

- Al tubo IV añadir 9 ml. del colorante y exactamente después de 15 segundos, leer la absorbancia (L2).

- Repetir el paso 3

- Para cada estándar de trabajo (ET) registrar los correspondientes valores de L1 y L2. Construir la curva estándar con las concentraciones de ácido ascórbico (mg / 100 ml) en la abscisa y la ordenada la absorbancia, (L1 - L2).

Método: Preparación de la Muestra.

- Pesar 50 g de muestra fresca con 350 ml. de una solución de ácido oxálico al 0.4 % en una licuadora por 3 min. y luego filtrar.

- Establecer L1 como se describió anteriormente.

- En el tubo III poner 1 ml. de filtrado (muestra) mas 9 ml de agua ajustar al cero la absorbancia.

- Luego en el tubo IV poner 1 ml. de filtrado (muestra) mas 9 ml de colorante y anotar la absorbancia L2 pasado 15 segundos.

- Calcular (L1 - L2) y hallar la concentración de ácido ascórbico a partir de la curva estándar.

## **B. Rendimiento**

Por peso con balanza analítica

## **C. Análisis fisicoquímico de la pulpa pasteurizada**

- pH: Método potenciómetro, lectura directa con el pHmetro.

- Acidez titulable, por titulación en NaOH. (Pearson, 1993).

- Sólidos solubles. Lectura directa con el brixómetro.

- Rendimiento. Por peso con balanza analítica.

- Humedad. FAO Food and nutrition paper Vol.14/7 Pág. 205- 198. (1986). CenaSAC (2021).
- Proteína. FAO Food and nutrition paper Vol.14/7 Pág. 221- 223. (1986). CenaSAC (2021).
- Ceniza. FAO Food and nutrition paper Vol.14/7 Pág. 228. (1986). CenaSAC (2021).
- Grasa. FAO Food and nutrition paper Vol.14/7 Pág. 212. (1986). CenaSAC (2021).
- Fibra. AOAC 926.09. CenaSAC (2021).
- Carbohidratos. Calculo por diferencia.
- Vitamina C. AOAC 985.33. CenaSAC (2021).

#### **D. Análisis en el producto durante el almacenamiento**

Conservación durante 60 días de vida en anaquel, cada 3 días se evaluó:

- pH, sólidos solubles (°Brix), contenido de vitamina C, por el método de determinación espectrofotométrica (descrito anteriormente).
- Cinética de degradación de la vitamina C

Con los datos del contenido de vitamina C durante el almacenamiento en función al tiempo (cada 3 días) se utilizaron las ecuaciones siguientes:

Para la expresión de cinética de orden cero, ecuación 1, valor de la constante de velocidad, figura 2.

Para la expresión de cinética de orden uno, ecuación 2, valor de la constante de velocidad, figura 3.

Para la determinación de la Energía de activación, ecuación 4.

Para la determinación de tiempo de vida media, ecuación 5.

### **E. Evaluación sensorial para determinar el tratamiento óptimo**

Luego de transcurrido los 60 días de almacenamiento, las muestras se sometieron a una evaluación sensorial para evaluar: color, olor, sabor; se utilizó una escala hedónica de 7 puntos contando con panelistas semi entrenados (Anzaldúa, 1994), se utiliza el análisis de varianza, de existir significancia se emplea la prueba de comparación de Tukey a nivel de 5%.

### **F. Análisis del contenido nutricional y microbiológico en el tratamiento óptimo**

- Humedad, Proteína, Ceniza, Grasa, Fibra y Carbohidratos. Calculo por diferencia. CenaSAC (2021).
- Vitamina C. AOAC 985.33. CenaSAC (2021).
- Aerobios Mesófilos: mediante el método ICMSF -2000. CenaSAC (2021).
- Numeración de *Escherichia coli*: mediante el método ICMSF -1978. CenaSAC (2021).
- Detección de *Salmonella*: mediante el método sugerido por Pearson (1978). CenaSAC (2021).
- Detección de *Listeria monocytogenes*: mediante el método BAM/FDA:1995. CenaSAC (2021).

### **3.9. Tratamiento estadístico**

Para determinar la cinética de degradación de la vitamina C se empleará:

- a. Regresión lineal:  $y = a + b(x)$
- b. Cinética:  $\ln C = \ln C_0 - Kt$

- Para la expresión de cinética de orden cero, ecuación 1, valor de la constante de velocidad, figura 2.
- Para la expresión de cinética de orden uno, ecuación 2, valor de la constante de velocidad, figura 3

Mediante la evaluación sensorial, para establecer el mejor tratamiento, se empleó el diseño de bloques completo al azar (DBCA), haciendo bloque la respuesta de 20 panelistas semi entrenados, conformado por egresados y alumnos de la carrera de Industrias alimentarias del IX y X semestre, las evaluaciones se realizaron en la mañana de 9.30 a 11.30 am.; se trabajó con 6 tratamientos en estudio, en tres atributos: Color, olor y sabor. Se realizó el ANVA y si resultaba significativo, se aplicó la prueba de comparación de promedios de Tukey; el modelo matemático empleado fue:

$$Y_{ij} = U + P_i + A_j + B_k + (AB)_{jk} + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable dependiente o respuesta individual

$U$  = Media general

$P_i$  = Efecto de panelistas

$A_i$  = Efecto del tipo de envase

$B_j$  = Efecto de la temperatura de almacenamiento

$(AB)_{jk}$  = Efecto de la interacción de los factores A y B

$E_{ij}$  = Error experimental

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

Al tratarse de una investigación en el cual se manipula materias primas tradicionales como es la pulpa de guanábana, utilizadas comúnmente para el procesamiento, comercialización y consumo humano; no está sujeto restricciones de tipo ético aplicado a la manipulación de personas o animales en experimentación.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

Luego de la selección, lavado y pulpeado, se hizo el análisis fisicoquímico a la pulpa de guanábana, posteriormente se pasteurizó, determinándose el contenido de vitamina C inicial, se envasaron en tres tipos de bolsas como el polietileno de alta densidad – transparente, polietileno de alta densidad – opaco y polipropileno bilaminado, se almacenó a dos temperaturas diferentes: en refrigeración a 4°C y congelación a -18°C, evaluándose cada 3 días durante 60 días la variación de vitamina C, los grados Brix, pH, y la cinética de degradación de la vitamina C; finalmente se realizó el análisis sensorial de la pulpa congelada evaluándose los atributos de: color, olor y sabor; realizándose al mejor tratamiento el análisis químico proximal y el microbiológico, en el laboratorio CenaSAC de Huancayo.

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. En la materia prima

#### A. Análisis fisicoquímico de la materia prima

A la pulpa de guanábana antes de la pasteurización se le realizó el análisis fisicoquímico; los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 9**

*Características fisicoquímicas de la pulpa de guanábana sin pasteurizar*

Características	Resultados
Ph	3.9
Acidez titulable (%)(Expresado en ácido cítrico)	0.85
Sólidos solubles (°Brix)	15.00
Índice de madurez	16.47
Vitamina C (mg/100g)	21.2

Promedio de 3 repeticiones.

En la tabla 9, se muestra los resultados de los componentes fisicoquímicos de la pulpa de guanábana que son: el pH que indica que es un poco ácida, la acidez titulable guarda relación con el pH encontrado, sólidos solubles (Brix) que indica que la pulpa está madura y dulce, vitamina C que muestra buen contenido de este micronutriente; teniendo en cuenta que estos resultados han sido tomados de la pulpa de guanábana sin someter al tratamiento de pasteurización.

## B. Rendimiento

El porcentaje de rendimiento de pulpa de guanábana tamizada y pasteurizada se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10

*Rendimiento de pulpa a partir de los frutos de guanábana*

Operación	Entra (g)	Continua (g)	Pérdida		Rendimiento (%)
			(g)	(%)	
Recepción	12000.00	0	12000	0	100
Selección	12000.00	11505.60	494.40	4.12	95.88
Lavado	11505.60	11294.40	211.20	1.76	94.12
Pelado	11294.40	10179.60	1114.80	9.29	84.83
Despepitado	10179.60	8042.40	2137.20	17.81	67.02
Pulpeado	8042.40	7953.60	88.80	0.74	66.28
Tamizado	7953.60	7569.60	384.00	3.20	63.08
Pasteurizado	7569.60	7507.20	62.40	0.52	62.56
Envasado	7507.20	7490.40	16.80	0.14	62.42
Almacenado	7490.40	7490.40	0	0	62.42

Promedio de 3 repeticiones

Los frutos se seleccionaron y aunque la mayoría podría considerarse de categoría I (Mayores de 1 Kg de peso, de aspecto sano, se admite hasta una perforación causada por insectos, textura firme con lesiones mínimas en la epidermis que no cubran más del 10% de la superficie de la fruta) algunas estaban inmersas en la categoría II (Mayores de 1 Kg peso, con manchas causadas por insectos, golpe de sol o enfermedad sin que cubra más del 20% del área de la fruta. Se aceptan frutas ligeramente deformadas y hasta con cuatro o cinco perforaciones causadas por insectos) (Cajamarca y Arias, 2019), se pelaron,

despepitaron, pulpeó, se tamizó y finalmente se envasó teniendo un rendimiento final de 62.42%.

### C. Análisis fisicoquímico de la pulpa pasteurizada de guanábana

La pulpa de guanábana luego de tamizarla se pasteurizó para posteriormente almacenarla, los resultados del análisis fisicoquímico de esta pulpa se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 11**

#### **Características fisicoquímicas de la pulpa de guanábana pasteurizada**

<b>Características</b>	<b>Contenido</b>
pH	3.7
Acidez titulable (%) expresado en ácido cítrico	0.86
Sólidos solubles (° Brix)	15.4
*Humedad (%)	83.90
*Proteína (%)	1.02
*Ceniza (%)	0.61
*Grasa (%)	0.20
* Fibra (%)	0.90
* Carbohidratos (%)	13.37
*Vitamina C (mg/100g)	18.90
*Resultados de laboratorio	

La pulpa de guanábana se pasteurizó con la finalidad de almacenar durante 60 días y cada 3 días realizar la evaluación fisicoquímica; observándose que el pH de la pulpa fresca varia con el de la pulpa pasteurizada (de 3.9 a 3.7), la acidez titulable guarda relación con el pH ya que cuando disminuye el pH aumenta la acidez; y finalmente los sólidos solubles aumentaron (de 15 a 15.4), cambios fisicoquímicos ocurridos debido a la concentración de nutrientes durante

el pasteurizado y enfriado. Respecto a los componentes de humedad, proteína, cenizas, grasas, fibra y carbohidratos muestran cantidades apreciables. En relación al contenido de vitamina C en la pulpa pasteurizada se observa que ha disminuido respecto a la pulpa fresca debido al tratamiento térmico recibido.

#### **4.2.2. Análisis durante el almacenamiento**

Cada 3 días por un periodo de 60 días se evaluó en la pulpa de guanábana pasteurizada, pH, grados brix, contenido de vitamina C y se realizó la cinética de degradación de la vitamina C.

##### **A. pH durante el almacenamiento**

El valor del pH, se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 12****Variación del pH durante el periodo de almacenamiento**

T (días)	Potencial de hidrogeno (pH)					
	T1 (4 °C)	T2 (-18 °C)	T3 (4 °C)	T4 (-18 °C)	T5 (4 °C)	T6 (-18 °C)
0	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
3	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
6	3.70	3.70	3.68	3.70	3.69	3.70
9	3.68	3.68	3.68	3.70	3.69	3.70
12	3.66	3.68	3.68	3.69	3.67	3.67
15	3.66	3.65	3.65	3.67	3.67	3.67
18	3.63	3.65	3.65	3.67	3.67	3.67
21	3.63	3.65	3.67	3.67	3.66	3.66
24	3.63	3.64	3.62	3.65	3.67	3.65
27	3.62	3.66	3.60	3.65	3.64	3.65
30	3.60	3.64	3.62	3.65	3.64	3.64
33	3.60	3.61	3.64	3.65	3.64	3.64
36	3.60	3.61	3.62	3.64	3.63	3.64
39	3.58	3.60	3.61	3.64	3.64	3.62
42	3.58	3.59	3.61	3.63	3.61	3.62
45	3.55	3.59	3.61	3.62	3.61	3.62
48	3.55	3.57	3.59	3.62	3.60	3.62
51	3.54	3.57	3.59	3.62	3.60	3.60
54	3.53	3.58	3.59	3.61	3.59	3.60
57	3.53	3.58	3.57	3.61	3.59	3.60
60	3.53	3.58	3.57	3.61	3.57	3.60

T1= PEADT (polietileno de alta densidad transparente) (4 °C), T2 = PEADT (polietileno de alta densidad transparente) (-18 °C), T3= PEADO (polietileno de alta densidad opaco) (4 °C), T4 = PEADO (polietileno de alta densidad opaco) (-18 °C), T5= PPBL (polipropileno bilaminado) (4 °C), T6 = PPBL (polipropileno bilaminado) (-18 °C).

Promedio de 3 repeticiones.

Durante el almacenamiento el valor de pH varió para todos los tratamientos, observándose que cuando la pulpa se conservó en refrigeración a temperatura de 4 °C alcanza los valores más alto de acidez, cuando se almacenó en congelación a temperatura de - 18 °C, el valor de pH cambio, pero en menor intensidad; todos mostraron un pH más ácido.

**B. Sólidos solubles (Brix) durante el almacenamiento**

El valor de los grados Brix durante el almacenamiento, se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 13****Variación de los grados Brix durante el periodo de almacenamiento**

T (días)	Grados Brix (°Bx)					
	T1 (4 °C)	T2 (-18 °C)	T3 (4 °C)	T4 (-18 °C)	T5 (4 °C)	T6 (-18 °C)
0	15.70	15.70	15.70	15.70	15.70	15.70
3	15.70	15.70	15.70	15.70	15.70	15.70
6	15.80	16.00	15.90	16.00	15.90	15.80
9	15.80	16.00	16.20	16.20	15.90	16.00
12	15.90	16.00	16.20	16.20	16.10	16.00
15	15.90	16.20	16.30	16.50	16.10	16.30
18	16.10	16.20	16.40	16.50	16.40	16.30
21	16.10	16.20	16.70	16.90	16.40	16.40
24	16.20	16.40	16.70	16.90	16.60	16.60
27	16.20	16.40	16.80	17.30	16.50	16.60
30	16.50	16.70	16.70	17.30	16.60	17.20
33	16.60	16.70	16.80	17.30	16.70	17.20
36	16.60	16.70	17.00	17.50	17.10	17.40
39	16.70	16.90	17.00	17.80	17.10	17.30
42	16.70	17.10	17.20	17.80	17.20	17.50
45	16.80	17.30	17.30	18.00	17.40	17.90
48	17.00	17.30	17.40	18.00	17.60	18.00
51	17.10	17.60	17.50	18.20	17.80	18.10
54	17.30	17.80	17.70	18.20	17.80	18.10
57	17.40	17.90	17.70	18.20	17.80	18.10
60	17.50	17.90	17.70	18.20	17.80	18.10

T1= PEADT (polietileno de alta densidad transparente) (4 °C), T2 = PEADT (polietileno de alta densidad transparente) (-18 °C), T3= PEADO (polietileno de alta densidad opaco) (4 °C), T4 = PEADO (polietileno de alta densidad opaco) (-18 °C), T5= PPBL (polipropileno bilaminado) (4 °C), T6 = PPBL (polipropileno bilaminado) (-18 °C).

Promedio de 3 repeticiones.

Los sólidos solubles totales aumentaron en todos los tratamientos, la pulpa de guanábana pasteurizadas almacenadas en refrigeración a temperatura de 4 °C se incrementaron en menor proporción a las que se almacenaron a congelación (-18 °C).

**C. Contenido de vitamina C durante el almacenamiento**

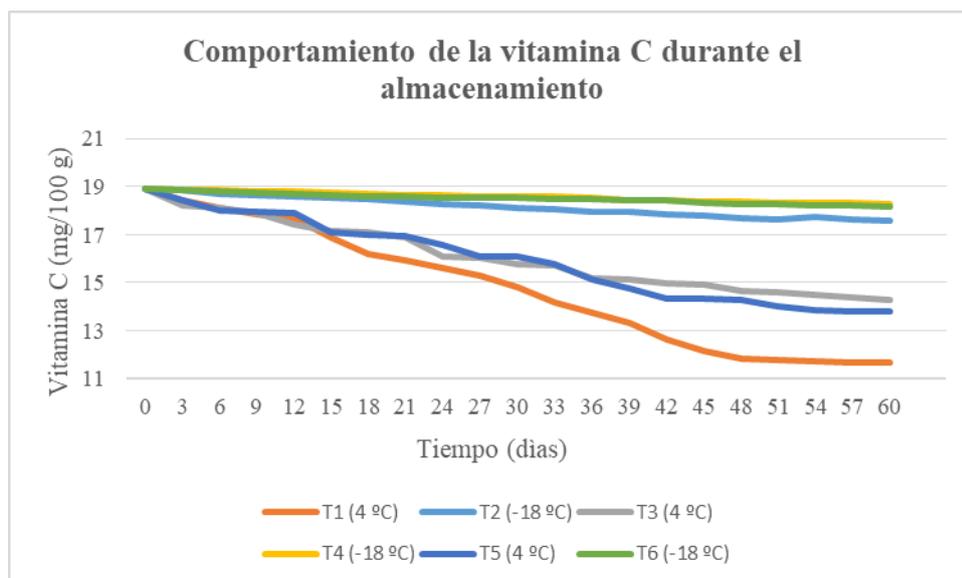
La variación del contenido de vitamina C, se presenta en la siguiente tabla y figura.

**Tabla 14***Variación del contenido de vitamina C (mg/100g) durante el periodo de almacenamiento*

<b>T (días)</b>	<b>T1 (4 °C)</b>	<b>T2 (-18 °C)</b>	<b>T3 (4 °C)</b>	<b>T4 (-18 °C)</b>	<b>T5 (4 °C)</b>	<b>T6 (-18 °C)</b>
0	18.90	18.90	18.90	18.90	18.90	18.90
3	18.43	18.84	18.23	18.88	18.45	18.84
6	18.11	18.68	18.11	18.84	18.00	18.78
9	17.86	18.65	17.88	18.80	17.95	18.75
12	17.66	18.59	17.44	18.79	17.88	18.69
15	16.89	18.52	17.16	18.75	17.11	18.62
18	16.19	18.46	17.08	18.69	17.02	18.60
21	15.91	18.39	16.88	18.66	16.93	18.59
24	15.61	18.25	16.07	18.62	16.58	18.55
27	15.27	18.23	16.03	18.59	16.11	18.53
30	14.81	18.11	15.75	18.58	16.08	18.51
33	14.19	18.07	15.74	18.57	15.77	18.47
36	13.76	17.96	15.17	18.52	15.12	18.46
39	13.34	17.94	15.11	18.44	14.75	18.44
42	12.64	17.83	14.95	18.39	14.35	18.43
45	12.18	17.81	14.91	18.36	14.32	18.31
48	11.81	17.69	14.68	18.35	14.27	18.26
51	11.78	17.65	14.59	18.34	14.02	18.25
54	11.73	17.74	14.47	18.33	13.87	18.24
57	11.69	17.62	14.41	18.32	13.82	18.20
60	11.65	17.58	14.29	18.26	13.80	18.18

T1= PEADT (polietileno de alta densidad transparente) (4 °C), T2 = PEADT (polietileno de alta densidad transparente) (-18 °C), T3= PEADO (polietileno de alta densidad opaco) (4 °C), T4 = PEADO (polietileno de alta densidad opaco) (-18 °C), T5= PPBL (polipropileno bilaminado) (4 °C), T6 = PPBL (polipropileno bilaminado) (-18 °C).

Promedio de 3 repeticiones.



T1= PEADT (polietileno de alta densidad transparente) (4 °C), T2 = PEADT (polietileno de alta densidad transparente) (-18 °C), T3= PEADO (polietileno de alta densidad opaco) (4 °C), T4 = PEADO (polietileno de alta densidad opaco) (-18 °C), T5= PPBL (polipropileno bilaminado) (4 °C), T6 = PPBL(polipropileno bilaminado) (-18 °C).

**Figura 7**

*Variación del contenido de vitamina C de la pulpa de guanábana durante el periodo de almacenamiento*

La pulpa de guanábana almacenada a diferentes temperaturas y diferentes empaques mostró en todos los casos un descenso en el contenido de vitamina C, observándose mayor pérdida en los envases almacenados a temperatura de refrigeración (T1, T3 y T6) y menor pérdida los almacenados en congelación (T2, T4 y T6), en el caso de la pulpa almacenada en congelación (-18 °C) el envase T4 presentó menor porcentaje de disminución de 3.38 % (de 18.90 a 18.26 mg de vitamina C/ 100g), y el mayor porcentaje de pérdida fue de 38.36% (de 18.90 a 11.65 mg de vitamina C/ 100g) ocurrido en la pulpa almacenada en refrigeración (4°C) en envase T1; el empleo de temperatura de refrigeración para la conservación de pulpa de guanábana es buena herramienta para reducir el deterioro, sin embargo el empleo de temperatura de congelación representa el mejor método para la conservación de la vitamina C a largo plazo.

## D. Cinética de degradación de la vitamina C

### Determinación del orden de reacción

Para evaluar la cinética de degradación de la vitamina C se determinó el orden de reacción mediante un análisis de regresión, los datos y las gráficas se muestran en el anexo 2, cuyos resultados se muestran a continuación.

Tabla 15

*Orden de reacción y valor de R<sup>2</sup> para la vitamina C de la pulpa de guanábana almacenada a temperatura de refrigeración 4 °C y congelación -18°C*

Numero de orden	Temperatura	Tratamiento	Ecuación	R <sup>2</sup>
0	4°C	T1	Y=-0.1351X+18.835	0.9800
		T3	Y=-0.0763X+18.378	0.9618
		T5	Y=-0.0906X+18.675	0.9779
	-18 °C	T2	Y=-0.0226X+18.846	0.9837
		T4	Y=-0.0109X+18.900	0.9859
		T6	Y=-0.0114X+18.846	0.9799
1	4°C	T1	Y=-0.0092X+2.9548	0.9818
		T3	Y=-0.0047X+2.9154	0.9714
		T5	Y=-0.0057X+2.9347	0.9808
	-18 °C	T2	Y=-0.0012X+2.9367	0.9849
		T4	Y=-0.0006X+2.9392	0.9861
		T6	Y=-0.0006X+2.9364	0.9804

El orden de degradación de la vitamina C en la pulpa de guanábana almacenada a temperatura de refrigeración y congelación según los resultados presenta un orden uno o de primer orden porque el valor del coeficiente de determinación R<sup>2</sup> que mejor ajuste presenta para T1 con 0.9818 valor mayor al

0.9800 que correspondería a la ecuación de orden cero, T2 con 0.9849 valor mayor al 0.9837, T3 con 0.9714 valor mayor al 0.9618, T4 con 0.9861 valor mayor al 0.9859, T5 con 0.9808 valor mayor que 0.9779 y T6 con 0.9804 valor mayor que 0.9799 respectivamente, observándose el mismo comportamiento en todos los casos. Se realizan estudios de la cinética de degradación de la vitamina C por ser una sustancia que presenta alta inestabilidad en función a las condiciones de procesamiento y además proporciona información sobre su degradación a lo largo de su vida útil (Cabanillas, 2020), por lo que en esta investigación se usó su degradación durante el almacenamiento como un índice de calidad y según los resultados la degradación de la vitamina C es de orden uno.

### **Determinación de los parámetros cinéticos**

La determinación de los parámetros cinéticos como tiempo de vida media y la energía de activación se muestra en las siguientes tablas y en la figura 8.

**Tabla 16**

*Datos cinéticos*

<b>T°C (°K)</b>	<b>K</b>	<b>1/T</b>	<b>Ln K</b>
277	0.0092	0.00361011	-4.6885518
277	0.0047	0.00361011	-5.3601928
277	0.0057	0.00361011	-5.1672891
255	0.0012	0.00392157	-6.7254337
255	0.0006	0.00392157	-7.4185809
255	0.0006	0.00392157	-7.4185809

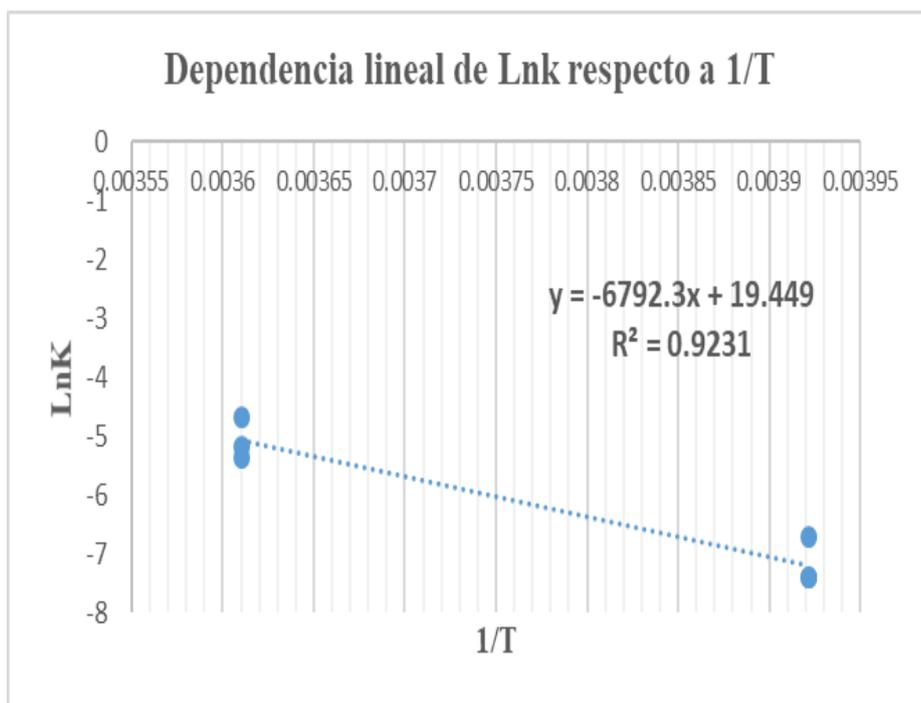


Figura 8.

*Modelo de Arrhenius de degradación de la vitamina C en pulpa de guanábana*

Tabla 17

Parámetros cinéticos de degradación de vitamina C de la pulpa de guanábana almacenada a temperatura de refrigeración y congelación

T°	Tratamiento	Co [ ] inicial (mg/100g)	K <sup>1</sup> (1/día)	t <sup>1/2</sup> Vida media (Ln2/K) (días)	Ea/R	Ea J/mol
4°C	T1	18.90	0.0092	75.34	6792.3	56471.18
	T3		0.0047	147.48		
	T5		0.0057	121.60		
-18 °C	T2		0.0012	577.62		
	T4		0.0006	1155.25		
	T6		0.0006	1155.25		

El valor de  $C_0$  viene a ser la concentración inicial de la vitamina C en la pulpa de guanábana que inicialmente fue de 18.90 mg/100g, los valores de la velocidad de degradación ( $K$ ) para las reacciones de primer orden en todos los tratamientos muestran una disminución respecto al valor obtenido cuando las pulpas se envasaron en bolsas de PEAD transparente y a una temperatura de refrigeración de 4 °C, también se observa que los valores de velocidad de degradación más bajos se obtienen cuando se hace el almacenamiento a congelación a una temperatura de -18 °C. Se aplicó el modelo de Arrhenius a las velocidades de reacción ( $K$ ) con las temperaturas en estudio y se estableció la energía de activación que es de 56471.18 J/mol o 13.55 Kcal/mol, además se observa que la vida media de nuestros productos es bien alta, requiriéndose 75 días (2 meses y medio) cuando se almacena a refrigeración, en envases de PEAD transparente y 1155 días (3 años y 2 meses) cuando se almacenan en envases de PEAD opacos y bilaminados a temperatura de congelación, tiempos que tardarían para que la cantidad de vitamina C se reduzca en la mitad.

#### **4.2.3. Evaluación sensorial para determinar el tratamiento óptimo**

El análisis organoléptico se realizó a las muestras después de un almacenamiento de 60 días, se evaluó el color, olor y sabor de las pulpas de guanábana pasteurizadas envasadas en tres diferentes envases y a dos temperaturas diferentes, para ello se utilizó una escala hedónica de 7 puntos contando con panelistas semi entrenados (Anzaldúa, 1994). A continuación, se muestran los resultados del análisis de varianza y de existir significancia la prueba de comparación de Tukey a nivel de 5%.

##### **A. Atributo color**

En la tabla 18 se muestra los resultados del análisis de varianza respecto al atributo color con el objetivo de determinar el mejor tratamiento respecto al tipo de envase y mejor temperatura de almacenamiento utilizado en la pulpa de guanábana pasteurizada durante el almacenamiento de 60 días

**Tabla 18**

*Análisis de varianza para el atributo color de pulpa de guanábana pasteurizada, envasada en diferentes envases, dos tipos de temperatura y almacenada durante 60 días*

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT<sub>(0.05)</sub></b>	<b>Sig.</b>
Panelistas	19	10.0917	0.5311	0.92	1.70	ns
A: Tipo de envase	2	2.9167	1.4583	2.52	3.09	ns
B: Temperaturas	1	11.4083	11.4083	19.72	3.94	*
AB: Interacción	2	3.2167	1.6083	2.78	3.09	ns
Error	95	54.9583	0.5785			
TOTAL	119	82.5917				

C.V. = 12.98

En la tabla 19 se muestra los resultados de los promedios ordenados según la prueba de comparación de Tukey a nivel 0.05

**Tabla 19**

*Promedios ordenados y significación de tukey a 0.05 en el atributo color*

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios</b>	<b>Significancia</b>
T6	6.40	a
T4	6.35	a
T2	5.75	a
T3	5.70	a b
T1	5.55	b
T5	5.40	b

ALS(t)= 0.71

De acuerdo a los resultados de los promedios ordenados que se muestran en la tabla 19, se puede apreciar que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos T6, T4, T2 y T3 por lo que cualquiera de estos tratamientos tiene buena aceptación respecto al color, pero difieren de los tratamientos T1 y T5.

En la tabla 20 se muestra la comparación de promedios según la prueba de comparación de Tukey a nivel 0.05 en relación al factor B (temperatura de almacenamiento durante 60 días) que manifestó resultados significativos según el ANVA de la tabla 18.

**Tabla 20**

*Comparación de promedios y significación de tukey al 0.05 en el atributo color, en el factor B (Temperatura de almacenamiento).*

<b>Factor B (Temperatura)</b>	<b>Media</b>	<b>Significación</b>
B2 (- 18°C)	6.17	A
B1 ( 4 °C)	5.55	B

ALS(t) = 0.57

Se observa que según la temperatura de almacenamiento obtuvo mayor puntaje en el factor color la pulpa de guanábana pasteurizada almacenada a temperatura de congelación (-18 °C) con una media de 6.17; que difiere estadísticamente con la temperatura de refrigeración (4 °C) con una media de 5.55.

**B. Atributo olor**

En la tabla 21 se muestra los resultados del análisis de varianza respecto al atributo olor con el objetivo de determinar el mejor tratamiento respecto al tipo de

envase y mejor temperatura de almacenamiento utilizado en la pulpa de guanábana pasteurizada durante el almacenamiento de 60 días.

**Tabla 21**

*Análisis de varianza para el atributo olor de pulpa de guanábana pasteurizada, envasada en diferentes envases, dos tipos de temperaturas y almacenada durante 60 días*

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT<sub>(0.05)</sub></b>	<b>Sig.</b>
Panelistas	19	13.6250	0.7171	1.35	1.70	Ns
A: Tipo de envase	2	0.3500	0.1750	0.33	3.09	Ns
B: Temperaturas	1	11.4083	11.4083	21.41	3.94	*
AB: Interacción	2	0.1167	0.0583	0.11	3.09	Ns
Error	95	50.6250	0.5329			
TOTAL	119	76.1250				

C.V. = 12.98

En la tabla 22 se muestra los resultados de los promedios ordenados según la prueba de comparación de Tukey a nivel 0.05.

**Tabla 22**

*Promedios ordenados y significación de tukey a 0.05 en el atributo olor*

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios</b>	<b>Significancia</b>
T4	6.00	a
T6	5.95	a
T2	5.85	a
T5	5.40	a b
T3	5.30	b
T1	5.25	b

ALS(t)= 0.68

De acuerdo a los resultados de los promedios ordenados que se muestran en la tabla 22, se puede apreciar que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos T4, T6, T2 y T5 por lo que cualquiera de estos tratamientos tiene

buena aceptación respecto al olor, pero difieren de los tratamientos T3 y T1. En la tabla 23 se muestra la comparación de promedios según la prueba de comparación de Tukey a nivel 0.05 en relación al factor B (temperatura de almacenamiento durante 60 días) que manifestó resultados significativos según el ANVA de la tabla 21.

**Tabla 23**

*Comparación de promedios y significación de tukey al 0.05 en el atributo olor, en el factor B (Temperatura de almacenamiento).*

<b>Factor B (Temperatura)</b>	<b>Media</b>	<b>Significación</b>
B2 (- 18°C)	5.93	A
B1 ( 4 °C)	5.32	B

ALS(t) = 0.55

Se observa que según la temperatura de almacenamiento obtuvo mayor puntaje en el factor olor la pulpa de guanábana pasteurizada almacenada a temperatura de congelación (-18 °C) con una media de 5.93; que difiere estadísticamente con la temperatura de refrigeración (4 °C) con una media de 5.32.

### **C. Atributo sabor**

En la tabla 24 se muestra los resultados del análisis de varianza respecto al atributo sabor con el objetivo de determinar el mejor tratamiento respecto al tipo de envase y mejor temperatura de almacenamiento utilizado en la pulpa de guanábana pasteurizada durante el almacenamiento de 60 días

**Tabla 24**

*Análisis de varianza para el atributo sabor de pulpa de guanábana pasteurizada, envasada en diferentes envases, dos tipos de temperatura y almacenada durante 60 días*

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT<sub>(0.05)</sub></b>	<b>Sig.</b>
Panelistas	19	17.1583	0.9031	1.46	1.70	Ns
A: Tipo de envase	2	0.8167	0.4083	0.66	3.09	Ns
B: Temperaturas	1	12.6750	12.6750	20.45	3.94	*
AB: Interacción	2	2.4500	1.2250	1.98	3.09	Ns
Error	95	58.8917	0.6199			
TOTAL	119	91.9917				

C.V. = 14.29

En la tabla 25 se muestra los resultados de los promedios ordenados según la prueba de comparación de Tukey a nivel 0.05

**Tabla 25**

*Promedios ordenados y significación de tukey a 0.05 en el atributo sabor*

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios</b>	<b>Significancia</b>
T4	6.15	A
T6	5.70	A
T2	5.65	a b
T1	5.25	a b
T5	5.20	B
T3	5.10	B

ALS(t)= 0.73

De acuerdo a los resultados de los promedios ordenados que se muestran en la tabla 25, se puede apreciar que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos T4, T6, T2 y T1 por lo que cualquiera de estos tratamientos tiene buena aceptación respecto al sabor, pero difieren de los tratamientos T5 y T3.

En la tabla 26 se muestra la comparación de promedios según la prueba de comparación de Tukey a nivel 0.05 en relación al factor B (temperatura de almacenamiento durante 60 días) que manifestó resultados significativos según el ANVA de la tabla 24.

**Tabla 26**

*Comparación de promedios y significación de tukey al 0.05 en el atributo sabor, en el factor B (Temperatura de almacenamiento).*

<b>Factor B (Temperatura)</b>	<b>Media</b>	<b>Significación</b>
B2 (- 18°C)	5.83	A
B1 ( 4 °C)	5.18	B

ALS(t) = 0.60

Se observa que según la temperatura de almacenamiento obtuvo mayor puntaje en el factor sabor la pulpa de guanábana pasteurizada almacenada a temperatura de congelación (-18 °C) con una media de 5.83; que difiere estadísticamente con la temperatura de refrigeración (4 °C) con una media de 5.18.

#### **4.2.4. Análisis del contenido nutricional y microbiológico del tratamiento óptimo**

Teniendo en cuenta que el tratamiento óptimo es la pulpa de guanábana pasteurizada en envase de polietileno de alta densidad opaco y en congelación (T4), se realizaron los análisis de contenido nutricional y control microbiológico.

##### **A. Contenido nutricional de la pulpa de guanábana en envase PEAD opaco y en congelación**

En la tabla 27 se muestra el contenido nutricional de la pulpa de guanábana almacenada durante 60 días en congelación y en envase de polietileno de alta densidad opaco en congelación a temperatura de -18 °C.

**Tabla 27**

*Contenido nutricional de la pulpa de guanábana pasteurizada almacenada durante 60 días en envase de PEAD opaco y en congelación*

<b>Características</b>	<b>Contenido antes de la congelación</b>	<b>Contenido después de 60 días de congelación</b>
Humedad (%)	83.90	84.15
Proteína (%)	1.02	1.03
Ceniza (%)	0.61	0.64
Grasa (%)	0.20	0.20
Fibra (%)	0.90	0.92
Carbohidratos (%)	13.37	13.11

El contenido de humedad de la pulpa de guanábana congelada fue de 84.15% observándose un aumento del 0.29% cuando no se sometía a congelación, el contenido de proteínas es muy similar en ambos casos de 1.03 %, respecto a cenizas aumentó un 4.92% de 0.61 a 0.64%, las grasas se mantuvieron inalterables con 0.20%, y finalmente la fibra aumentó ligeramente en un 2.22 % de 0.90 a 0.92 %.

**B. Análisis microbiológico de la pulpa de guanábana en envase PEAD opaco y en congelación**

En la tabla 28 se presentan los resultados del análisis de aerobios mesofilos, numeración de *Escheriachia coli*, salmonella y *listeria monocytogenes*

de la pulpa de guanábana almacenada durante 60 en envase de polietileno de alta densidad opaco y a temperatura de congelación -18°C.

**Tabla 28**

*Resultados del análisis microbiológico de la pulpa de guanábana pasteurizada, almacenada durante 60 días en envase de PEAD opaco y en congelación*

<b>Análisis microbiológico</b>	<b>Resultados</b>
Aerobios Mesófilos	$1.8 \times 10^2$
Numeración de <i>Escherichia coli</i>	< 10
<i>Salmonella</i>	Ausencia
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia

El resultado del análisis microbiológico de la pulpa de guanábana congelada determinó que el recuento en placas de aerobios mesofilos viables es de 1800 de UFC/g, de enumeración de *Escherichia coli* de <10 NMP/g, respecto a la detección de *Listeria Monocytogenes* y de *Salmonella* s.p. ausencia en ambos análisis al término del almacenamiento de 60 días, demostrándose que la congelación conserva la calidad microbiológica del producto.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

##### **4.3.1. Hipótesis de la investigación**

Hi: Existe variabilidad cinética de degradación de la vitamina C de pulpa de guanábana, almacenado en diferentes tipos de bolsas y temperaturas.

$$Hi: t_1 \neq t_2 \neq t_3 \neq t_4 \neq t_5 \neq t_6 \neq 0$$

## **4.4. Discusión de resultados**

### **4.4.1. Análisis en la materia prima**

#### **Análisis fisicoquímico**

El pH encontrado de la pulpa de guanábana fue de 3.9, resultado similar al encontrado por (León, et al., 2016) de  $3.97 \pm 0.02$  en pulpa de guanaba procedente de Colombia, de igual forma en relación a la acidez titulable la pulpa se encuentra con un valor de 0.85 % expresado en ácido cítrico valor que se encuentra dentro del promedio presentado por (Teran et al., 2019) de 0.17 a 0.86 % en frutos procedentes de México, quien indica que la acidez de la guanábana aumenta durante la maduración debido al catabolismo de almidón y carbohidratos de la pared celular, la transformación de sales acidas a la forma soluble y la baja utilización de ácidos en la respiración. El pH encontrado guarda relación con la acidez obtenida por titulación.

Los sólidos solubles de 14 °Brix se encuentran dentro del rango expuesto por (Teran et al., 2019) de 8.2 a 20.1 °Brix que indica la cantidad de azúcar presente, este valor nos muestra que la pulpa de guanábana presentaba un sabor agradable, además de no ser muy ácido.

La determinación del índice de madurez mediante la relación °Brix y acidez titulable arrojó un valor promedio de 16.47, resultados similares a lo reportado por (León, et al., 2016) de  $16.21 \pm 0.04$ ; parámetro importante que sirve para comercializar el fruto y conocer su nivel de desarrollo y además influye sobre el rendimiento en pulpa de la guanábana (Arrazola et al., 2013).

El contenido de vitamina C en la pulpa de guanábana presento un contenido promedio de 21.2 mg/100g, valor comprendido entre 6.56 y 23.42 mg/100g reportado por (Teran et al., 2019), contenido importante ya que el organismo no lo puede sintetizar, y que depende de la madurez del fruto, el lugar de siembra y la variedad (Clamens et al., 2014).

### **Rendimiento**

El rendimiento de pulpa de guanábana pasteurizada y tamizada es de 62.42%; (Caballero y Paredes, 2017) obtuvieron un rendimiento de 64.6% teniendo en cuenta que solo eliminó cáscara, semillas y otras pérdidas que hacen un total de 35.4%; sin embargo, para poder almacenar la pulpa además de eliminar cáscaras, semillas se tuvo una disminución del rendimiento durante el pulpeado (0.74%), tamizado (3.205), pasteurizado (0.52%) y en el envasado (0.14%). (Teran et al., 2019) indica que los pesos de los frutos influyen en el rendimiento de la pulpa, que la cáscara y semilla tiene en promedio 26.8 % y que ésta varía según la variedad, lugar de sembrío, tiempo de cosecha entre otros en los frutos de guanábana; el rendimiento de pulpa obtenido es el adecuado presentando un porcentaje en cáscara y semillas de 27.10% similar al mostrado por Teran et al., pero menor al declarado por (Caballero y Paredes, 2017) con 33.5% que indican que el rendimiento de la pulpa de guanábana se ve influenciado por diversos factores entre ellos: el escaldado, la recolección de la pulpa, el despulpado, el refinado, este último provoca una disminución de rendimiento debido a la separación de material grueso y duro que esta naturalmente presente en la pulpa inicial. El rendimiento obtenido de 62.42 % se encuentran dentro de los parámetros de 62 - 82% mencionado por Ávila et al. (2012).

## **Análisis fisicoquímico de la pulpa pasteurizada de guanábana**

El potencial de hidrogeno (pH) de la pulpa de guanábana pasteurizada y la acidez titulable es de 3.7 y 0.86 mg/100 g expresado en ácido cítrico respectivamente, valores que se encuentran en el rango de 3.0 – 4.0 y de 0.50 a 1.0 presentado por Franco et al. (2014) en pulpa de guanaba larga vida; el resultado cerca de 4.0 con un porcentaje de acidez bajo le hace sensorialmente agradable al producto al no ser tan ácidos que además de intensificar el sabor es una medida para controlar las poblaciones de microorganismos.

El valor de los sólidos solubles en la pulpa pasteurizada de guanábana es de 15.4 valor que se encuentra dentro del rango presentado por Franco et al. (2014) de 13 a 17 ° Brix. Jiménez et al. (2017) indica que si bien cuando la guanábana es cosecha con la madurez fisiológica adecuada cuenta con 7 °Brix después de tres días estas alcanzan valores de entre 10 a 16 °Brix, estas no deben de tener un Brix por debajo de 9, de acuerdo al resultado arrojado la pulpa de guanábana pasteurizada está dentro de los parámetros indicados, cuenta con un buen porcentaje de azúcar y buen estado de madurez.

La pulpa de guanaba pasteurizada presentó un contenido de humedad de 83.90 %, valor superior al presentado por León et al (2016) con  $81.49 \pm 0.10$  % y ligeramente inferior a lo reportado por Alcántara (2017) con 84.35 %, encontrándose dentro de estos rangos, el contenido de humedad puede deberse a las condiciones de cultivo de los frutos (Caballero y Paredes, 2017).

El contenido de proteínas de 1.2 %, cenizas de 0.61% y grasas de 0.20% son cantidades despreciables, valores que se asemejan a lo reportado por Caballero y Paredes, (2017) proteína de  $1.03 \pm 0.01$ ; grasa no determinado (ND)

y cenizas de  $0.39 \pm 0.01$  en pulpa de guanábana para néctar y León et al. (2016) proteína 1.0 %, cenizas 0.60 % y grasa 0.4 % en pulpa de guanábana procedente de Colombia.

Respecto al contenido de fibra presente en la pulpa es de 0.9 %, contenido superior al encontrado por (Alcántara, 2017) con 0.37 %, pero inferior a lo reportado por (Caballero y Paredes, 2017) con 2.01. El resultado obtenido difiere a lo reportado por ambos autores debido a que la pulpa de guanábana después de pulparse se tamizó eliminando partículas y trabajar con una masa homogénea.

El contenido de vitamina C de las muestras de pulpa de guanábana pasteurizada fue de 18.90 mg/100g, este valor es inferior al mencionado por Alcántara (2017) quien encontró el valor de 22,42 mg/100g, pero parecido a lo reportado por Caballero y Paredes (2017) con valores de  $21.87 \pm 0.20$  mg/100g. El proceso de pasteurizado de la pulpa se realizó a 85 °C por espacio de 3 minutos con la finalidad de inactivar la enzima polifenoloxidasas POD y evitar el cambio de color de la pulpa; Villareal et al. (2013) indica que la pasteurización es un proceso que sirve para estabilizar productos porque tienen la capacidad de destruir microorganismos e inactivar enzimas y usando una temperatura de pasteurización de 85 °C por 3 minutos en pulpa de mango costeño logro inactivar la polifenol oxidasa y prolongar su vida útil; por lo que se puede concluir que el parámetro utilizado durante el pasteurizado fue el adecuado, con la finalidad de producir una pulpa segura y sin cambios de color, teniendo en cuenta que la resistencia térmica de la polifenol oxidasa es de 70 °C (Quiñonez, 2005) y el contenido de vitamina C presente en la pulpa pasteurizada que disminuyó de 21.2

a 18.90 mg/100 g, se debe a que este componente es termolabil pero lo que se logró es tener un producto seguro y de calidad.

#### **4.4.2. Análisis durante el almacenamiento**

##### **Variación del pH durante el almacenamiento**

Los valores de pH disminuyeron de 3.70 a 3.53, que, según la escala de pH en una recta que va de 0 a 14, en la parte izquierda de ésta, los valores de 0 a 6 nos indican la acidez, y cuanto más se aleja del valor neutro, el 7, aumenta la intensidad (Méndez, 2010); por lo que la pulpa envasada a la temperatura de refrigeración de 4°C alcanzaron los valores más bajos de 3.53 en T1 y 3.57 en T3 y T5 respectivamente, consiguiendo valores menos ácidos en la pulpa almacenada a temperatura de congelación de -18°C como de 3.58, 3.61 y 3.60 en T2, T4 y T6 respectivamente. Comportamiento similar observado por Quiñonez (2005) en pulpa de arazá que almacenó a temperatura ambiente, refrigeración y congelación con un valor inicial de 2.56 y disminuyó a 2.20, 2.36 y 2.36 respectivamente, de igual forma Zambrano et al. (2008) indica que la pulpa de mango durante el almacenamiento a temperatura de 0 °C la acidez cambio a más acida, así, de 0.301 g/100 g en el primer día llegó a 0.435 a los 120 días; los valores reportados en esta investigación se encuentran dentro de los rangos que presenta una pulpa de guanábana congelada, como lo indica Franco et al. (2014) que es de 3.0 a 4.0%.

##### **Variación de sólidos solubles durante el almacenamiento**

La medición de los sólidos solubles totales realizado durante los 60 días de almacenamiento de la pulpa de guanábana pasteurizada tuvo un aumento significativo, teniendo como valores más bajos los obtenidos durante el periodo de refrigeración y los más altos durante el periodo de congelación, el valor más

bajo obtenido es de 17.50 y el más alto 18.20 partiendo todos de un valor de 15.70 ° Brix. Ello coincide con lo reportado por Price et al. (2017) quien explica que durante el almacenamiento en frío los frutos pierden peso lo que produce un incremento en su concentración de azúcares y que en pulpa de arándanos almacenada a 4 °C aumentó de 10.37 a 14.37 y de 17.10 a 23.27 y las almacenadas a -18 °C se incremento de 10.37 a 13.33 y de 17.10 a 19.73 en aquellas provenientes de Huacho y Ancash respectivamente, igual comportamiento observó (Ledezma, 2013) en jugo de naranja congelada que aumento de 10.28 a 11.45 °Brix además indica que un aumento en el contenido de sólidos solubles en un producto se puede dar a causa de la solubilización de los componentes de la fruta durante el almacenamiento. El cambio presentado nos resulta importante en términos de calidad del producto final tomando en cuenta que para este parámetro se presenta un límite mínimo aceptable que es de 13 ° Brix (Franco et al., 2014 y Etatech, 2018).

### **Variación del contenido de vitamina C durante el almacenamiento**

La pérdida de vitamina C en la pulpa de guanábana según tratamiento es de 38.36% en T1, 24.39% en T3 y 26.98 % en T5 a temperatura de refrigeración y 6.98 % en T2, 3.38 % en T4, y 3.80 % en T6 a temperatura de congelación, el mejor envase y temperatura para conservar mejor la pérdida de la vitamina C se da a -18 °C usando envase de PEAD opaco (T4), el proceso de pérdida de Vitamina C concuerda con lo señalado por Díaz (2018) quien envasando pulpa de aguaje en bolsas de polietileno a temperatura de congelación reporta que ésta va disminuyendo según el periodo de almacenamiento de 1.86 a 1.30 mg/100 g, Domínguez et al (2018) almacenando pulpa de guayaba en bolsas de polipropileno reporta pérdida de vitamina C de 383.67 a 236. 67 mg/100 g

cuando almacenó a refrigeración y a 367.5 cuando almacenó a congelación, comportamiento observado durante la investigación, resultando mejor el almacenamiento a congelación que en refrigeración, concordando con lo mencionado Mendoza (2016) por que indica que la estabilidad de la vitamina C aumenta a medida que disminuye la temperatura siendo máxima temperaturas inferiores a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Los mejores resultados se obtuvieron usando el PEAD oscuro y el PPBL, ambos envases exhiben una barrera de oxígeno baja, pero el PEAD presenta mejores características que el PPBL ya que resiste mejor las bajas temperaturas, es más elástico y flexible, resiste a la abrasión, al impacto y al desgaste y tiene buen contenido cristalino, en PPBL tiene muy baja resistencia al impacto a bajas temperaturas, pero cuenta con un color blanco translucido (Canahua y Rojas, 2017), el envase de PEAD opaco, es decir no translucido exhibe una buena protección química; Méndez et al (2018) señala que el factor que caracteriza la permanencia activa de un producto se ve afectado por la permeación del envase ya que esta puede llevar a la pérdida o ganancia de oxígeno, vapor de agua, sabor, color, textura y valores nutritivos, contando con estas características el PEAD, además siendo la vitamina C un micronutriente hidrosoluble, inestable al calor, la luz y el oxígeno es ideal conservarlos en envases tapados, evitar la luz y altas temperaturas (Lillo, 2021); por lo que el uso del envase de PEAD opaco ha evitado en gran medida la pérdida de vitamina C que aunado con el almacenaje a temperatura de congelación ha prolongado su contenido en el producto disminuyendo la actividad de las enzimas y de microorganismos responsables de deterioro del producto.

## **Cinética de degradación de vitamina C durante el almacenamiento**

### **Orden de reacción**

Realizando la cinética de degradación de la vitamina C en la pulpa de guanábana almacenada a diferentes temperaturas y diferentes envases se observa que sigue una cinética de primer orden ya que el valor de  $R^2$  con valores más altos cercanos a 1 son los que indican un mejor ajuste lineal, Quillimamani (2019) indica que la degradación de la vitamina C normalmente se ajusta a una cinética de orden cero o de primer orden; Asto (2019) señala que en zumo de pera concentrada almacenada a bajas temperaturas la cinética de orden cero como de primer orden describen mejor la cinética de degradación; Mendoza et al (2015) manifiesta que la cinética de degradación del ácido ascórbico sigue una cinética de primer orden; Cabanillas (2020) en pulpa de pitahaya indica que la degradación de la vitamina C según sus coeficientes de determinación  $R^2$  sugieren el modelo de primer orden y que las reacciones de primer orden son las más frecuentes en los alimentos y entre las reacciones implicadas en el procesamiento y almacenamiento se incluye la degradación de la vitamina C, por lo que el modelo de primer orden representa favorablemente la reacción de degradación de la vitamina C en la pulpa de guanábana almacenada a diferentes temperaturas.

### **Parámetros cinéticos**

La degradación de la vitamina C en la pulpa de guanábana sigue una cinética de primer orden; la constante de velocidad cinética (K) disminuye conforme se baja la temperatura de almacenamiento siendo a 4°C 0.0092, 0.0057 y 0.0047 día<sup>-1</sup> y a -18°C es de 0.0012 y 0.0006 día<sup>-1</sup>, observándose que usando temperaturas más bajas disminuye la velocidad de degradación de la vitamina C;

Toledo (2001) indica que el signo menos (-) que se presente en la velocidad de reacción se debe a que los reactantes disminuyen con el tiempo, Quillimamani (2019), indican que la degradación de ácido ascórbico en pulpa de tumbo (*Passiflora mollissima* b) es proporcional a la temperatura y, que la velocidad de reacción puede escribirse como el producto de un término dependiente de la temperatura por otro dependiente de la composición, Angulo y Cruz (2016) indica que para determinar los parámetros cinéticos es necesario realizar el seguimiento de la variable de interés durante el tiempo de almacenamiento a diferentes condiciones de temperatura, lo que se hizo en esta investigación, siendo nuestra variable de interés la degradación o pérdida de vitamina C durante su almacenamiento a dos diferentes temperaturas. Ordoñez y Yoshioka (2012) en pulpa de mango pasteurizada indican que K se incrementó al aumentar la temperatura, el mango es rico en vitamina C como lo señala Rubiano-Charry (2019) con un contenido de  $32.45 \pm 1.05$  mg/100g. Cabanillas (2020) en pulpa de pitahaya encontró la misma tendencia que a medida que la temperatura aumenta el parámetro cinético K también aumenta, Lim et al. (2004) señala que una disminución en la temperatura, generalmente disminuye la tasa de las reacciones químicas responsables del deterioro de los alimentos, asociando estos resultados, es lo que ocurre en nuestra investigación que se observa que conforme la temperatura de almacenamiento disminuye el valor de K también disminuye, hay menor velocidad de reacción, es decir existe una relación directa entre ambos parámetros, lográndose de esta manera extender la vida útil de la pulpa de guanábana conservada en congelación.

Con los valores de la velocidad de reacción convertidos en logaritmos neperianos ( $\ln K$ ) y convirtiendo la temperatura de grados Celsius a la inversa de

Kelvin ( $1/T$ ) se graficó la curva para la obtención de la línea recta y determinar el valor de la energía de activación mediante la pendiente de la recta, la energía de activación ( $E_a$ ) obtenida de la ecuación de Arrhenius es 56.471 KJ/mol o 13.55 Kcal/mol. La energía de activación de una reacción química está relacionada con su velocidad, mientras mayor sea la energía de activación, más lenta será la reacción química (Quillimamani, 2019). Según el estudio realizado por Giannakourou y Taouki (2003) en vegetales almacenadas en temperaturas de  $-3$  a  $-20^{\circ}\text{C}$  la energía de activación oscilo entre 98 y 112 KJ/mol, descubriendo que la menor reacción química la tuvo la okra con  $E_a$  de 112 KJ/mol y la mayor las hojas de espinaca con  $E_a$  de 98 KJ/mol; Cabanillas (2020) en pulpa de pitahaya muestra una  $E_a$  de 70.4168 KJ/mol; el valor de  $E_a$  en la nuestra investigación es de 56.471 KJ/mol encontrándose dentro de los rangos mostrados; por lo que al tener nuestro producto una alta  $E_a$  tiene una velocidad de reacción de baja porque viene a ser la energía mínima necesaria para que una reacción tenga lugar y se forme un complejo activado.

El tiempo de vida media promedio fue de 75 a 121 días para la pulpa almacenada a refrigeración  $4^{\circ}\text{C}$  y de 577.62 a 1155.25 días durante el almacenamiento a congelación  $-18^{\circ}\text{C}$ , observándose que aumenta la vida media según se baje la temperatura, Riera y Gómez (2019) en pulpa de frutas muestra una vida media de 2.032 horas a  $28^{\circ}\text{C}$  y de 9.850 horas a  $8^{\circ}\text{C}$  en jugo de pitahaya. La vida media de una reacción ( $t_{1/2}$ ) es el tiempo que se requiere para que la concentración inicial del compuesto se reduzca a la mitad de su valor original y si presenta una reacción rápida tiene un producto una vida media breve (Mendoza at el, 2016); por lo que disminuyendo la temperatura de almacenamiento de la pulpa de guanábana la reducción de la Vitamina C se hace más lenta, lográndose

además aumentar su vida útil con el uso de los empaques de PEAD opaco y del PP bilaminado (T2, T4 y T6) en aproximadamente 3 años y 2 meses.

En general los valores cinéticos encontrados nos indican que con el almacenamiento en congelación se logra aumentar la vida útil de la pulpa de guanábana, minimizando el deterioro utilizando envases y almacenaje adecuados, Villacís (2015) indica que uno de los retos de la ingeniería de alimentos es mantener la calidad de los productos alimenticios por largos periodos de tiempo.

#### **4.4.3. Evaluación sensorial y determinación de tratamiento óptimo**

##### **Atributo color**

Según el análisis de varianza respecto al atributo color se observa que existe diferencia estadísticamente significativa respecto a la temperatura usada durante el almacenamiento, determinándose que la temperatura de congelación es la que conserva mejor el color de la pulpa de guanábana pasteurizada, los mejores tratamientos son el T6, T4, T2 que corresponde al almacenamiento a congelación (-18 °C) y el T3 a refrigeración; encontrándose diferencia con los tratamientos T1 y T5 que estuvieron almacenadas a la temperatura de refrigeración (4 °C).

El color se determina en muchos casos como parámetro de calidad, ya que puede utilizarse para producir contenido de pigmentos, evaluar el contenido de humedad, identificar material no deseado, indicar del grado de procesamiento, grado de maduración y como parámetro de clasificación (Ledezma, 2013). Según los resultados de la evaluación sensorial respecto al atributo color no se encontraron diferencias respecto al tipo de envase que se utilizó para el almacenamiento pero si para el factor temperatura, siendo mejor el almacenamiento a temperatura de -18°C, con una media de 6.17 a diferencia del

almacenamiento a refrigeración con un promedio de 5.55; los promedios ordenados indican que los tratamientos T6 y T4 calificativos por encima de seis que según la escala hedónica utilizada corresponde a un calificativo de me gusta moderadamente.

#### **A. Atributo olor**

Según el análisis de varianza respecto al atributo olor se observa que existe diferencia estadísticamente significativa respecto a la temperatura usada durante el almacenamiento, determinándose que la temperatura de congelación es la que conserva mejor el color de la pulpa de guanábana pasteurizada, los mejores tratamientos son el T4, T6, T2 y el T5; y se encontraron diferencia con los tratamientos T3 y T1 que estuvieron almacenadas a la temperatura de refrigeración (4 °C).

Farfán (2018) señala que el flavor, está determinada por el olor y el sabor, y que además el color y la textura del fruto pueden modificar el juicio subjetivo de su flavor. Sin embargo, el aroma es por sí solo el atributo más importante que contribuye con el flavor característico y está referido a los componentes volátiles. Según los resultados de la evaluación sensorial respecto al atributo olor no se encontraron diferencias respecto al tipo de envase que se utilizó para el almacenamiento, pero si para el factor temperatura, siendo mejor el almacenamiento a temperatura de -18°C, con una media de 5.93 a diferencia del almacenamiento a refrigeración con un promedio de 5.32, los promedios ordenados indican que los tratamientos T4 y T6 calificativos por encima de cinco que según la escala hedónica utilizada corresponde a un calificativo de me gusta ligeramente.

## **B. Atributo sabor**

Según el análisis de varianza respecto al atributo sabor se observa que existe diferencia estadísticamente significativa respecto a la temperatura usada durante el almacenamiento, determinándose que la temperatura de congelación es la que conserva mejor el sabor de la pulpa de guanábana pasteurizada.

Zeta (2018) señala que los ácidos orgánicos presentes en las frutas son los que contribuyen con el sabor de estas, creando un balance con los azúcares presentes en la pulpa y Dussán et al. (2017) indica que el sabor es una variable relacionada con el olor, por lo tanto, si el olor es desagradable el sabor se tornará desagradable. Según los resultados de la evaluación sensorial respecto al atributo sabor no se encontraron diferencias respecto al tipo de envase que se utilizó para el almacenamiento, pero si para el factor temperatura, siendo mejor el almacenamiento a temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ , con una media de 5.83 a diferencia del almacenamiento a refrigeración con un promedio de 5.18; los promedios ordenados indican que los tratamientos T4 y T6 con calificativos por encima de cinco que según la escala hedónica utilizada corresponde a un calificativo de me gusta ligeramente.

En general, las características sensoriales se mantuvieron relativamente estables y aceptables para la pulpa de guanábana pasteurizada conservada en tres tipos de envases, y usando dos temperaturas de almacenamiento de 4 y  $-18^{\circ}\text{C}$ , y analizando los resultados de la evaluación sensorial, estadísticamente los mejores tratamientos son los que se almacenaron a congelación y respecto a los envases el mejor es el polietileno de alta densidad opaco, seguido del polipropileno bilaminado, por lo que se puede concluir que el mejor tratamiento es el T4 que

contiene la pulpa de guanábana pasteurizada en un envase de polietileno de alta densidad opaco y en congelación.

#### **4.4.4. Composición nutricional y microbiológico del tratamiento óptimo**

##### **Composición nutricional del tratamiento óptimo**

Respecto al contenido nutricional de la pulpa de guanábana después 60 días de almacenamiento en congelación no produjo cambios importantes en los componentes nutricionales sin embargo se observa que la humedad aumentó de 83.90 a 84.15% y disminuyó del contenido de carbohidratos de 13.37 a 13.11; Gámez y García (2012) observaron el mismo comportamiento en pulpa congelada de maracuyá (*Passiflora quadrangularis* L.) que lo atribuyeron al proceso lento de congelación y se habría formado cristales de hielo que producen la perforación de membranas celulares que afectan la calidad del producto congelado, lo que pudo suceder en nuestro caso; al respecto Herrera (2016) indica que durante la congelación lenta hay primeramente formación de hielo extracelular, el vapor de agua de las membranas se condensa y luego se transforma en hielo; como los cristales de hielo formados, extracelulares, tienen una presión de vapor inferior a la del agua contenida en las células, la diferencia de presión hace que el agua salga de la célula y se deposite sobre los cristales de hielo por lo que cuanto más lenta es la congelación, tanto mayor es la oportunidad para la emigración del agua, lo que lleva consigo una contracción de la célula y un descenso en el punto de congelación del protoplasma, cada vez más rico en sustancias disueltas por la pérdida de agua y que la congelación lenta se da por ejemplo en un congelador doméstico con aire inmóvil a -18 °C. En general la congelación tuvo un insignificante efecto sobre la variación del contenido nutricional de la pulpa de guanábana, ya que influyó también el uso de empaque que ayudo a mantener su

calidad y todos los valores están dentro del rango descrito por Caballero y Paredes (2017).

### **Análisis microbiológico del tratamiento óptimo**

Vila (2017) en la ficha técnica de pulpa de guanábana congelada indica que dentro de las características microbiológicas que debe presentar el producto según la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V 01 Perú es para aerobios mesófilos viables  $< 3000$  ufc/g y nuestro producto presentó una cantidad de 1800 ufc/g, valor por debajo del permitido, respecto a *Escherichia Coli* la norma indica  $< 10$  ufc/g y nuestro producto cumple con este parámetro ya que muestra un contenido  $< 10$ , estando dentro del límite aceptable, en relación a la presencia de salmonella y de *Listeria monocytogenes* indica que debe ser negativo y ausencia respectivamente, los resultados obtenidos de nuestro producto indica para ambos casos ausencia de estos microorganismos, todos los resultados mostrados están por debajo y cumplen con la norma, por lo que microbiológicamente está dentro del nivel aceptable.

Durante el almacenamiento de congelación la pulpa de guanábana presento alta estabilidad microbiológica; McKenna (2012) indica que, en alimentos congelados, los cambios microbiológicos se detienen aproximadamente a  $-10$  °C, por lo que no se aprecia un mecanismo de deterioro significativo, Ledezma (2013) señala que el almacenamiento en congelación de jugos de frutas es un medio efectivo para prevenir el deterioro por levaduras pues éstas disminuyen progresivamente durante el almacenamiento a partir de los 0°C, y en general la congelación es causa de muerte de la población microbiana de un 10 a 60%, porcentaje que aumenta si se aumenta el tiempo de congelación; por lo que

es posible que nuestro producto tenga una vida útil superior a los 60 días siempre en cuando no se den fluctuaciones de la temperatura durante el almacenamiento y la comercialización.

## CONCLUSIONES

Existe cinética de degradación de la vitamina C en pulpa de guanábana conservada en diferentes tipos de empaque y a diferentes temperaturas de frío, siendo mayor la degradación en las muestras conservadas en refrigeración y empacadas en bolsas transparentes, a comparación a las muestras almacenadas en bolsa de polietileno de alta densidad opaco y en congelación, donde la degradación es menor. El contenido de vitamina C de la pulpa de guanábana almacenada a temperatura de congelación  $-18^{\circ}\text{C}$  muestran una cinética de primer orden, los valores de la constante K (velocidad de degradación) indican que son menores a medida que la temperatura de almacenamiento es menor, en el T4 su valor fue de  $0.0006 \text{ días}^{-1}$  y el valor de la energía de activación encontrada es de  $56.471 \text{ KJ/mol}$  con una vida media de 3 años dos meses.

El contenido de vitamina C en pulpa de guanábana pasteurizada fue de  $18.9 \text{ mg/100g}$ , luego de 60 días de almacenamiento, la pérdida fue menor cuando se utilizó temperaturas de congelación presentando en T2  $17.58$ , en T4  $18.26$  y T6  $18.18 \text{ mg/100 g}$  respectivamente, observándose menor pérdida cuando se utiliza polietileno de alta densidad opaco a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

La transparencia de las bolsas empleados influye en la degradación de la vitamina C, las bolsas opacas conservan mejor la estabilidad de esta vitamina en la pulpa de guanábana, cuyo valor final fue de  $18.26 \text{ mg/100 g}$  de vitamina C, habiéndose perdido  $3.38\%$  de esta vitamina durante el almacenamiento a congelación. Sin embargo, el tipo de bolsa utilizada no afecto en la composición

nutricional de la pulpa de guanábana almacenada por 60 días, el T4 (-18°C) presenta 84.15 % de humedad, 1.03% de proteína, 0.64% de cenizas, 0.20% de grasa, y 0.92% de fibra, microbiológicamente los valores encontrados están por debajo de los parámetros indicados por NTS N° 071.

## **RECOMENDACIONES**

Evaluar la cinética de la vitamina C en otros tipos de pulpas de frutas de la región y de otros micronutrientes importantes.

Realizar un estudio de crecimiento de mercado a corto y mediano plazo de plantas procesadoras de pulpas de frutas.

Implementar un laboratorio de alimentos con instrumentos y equipos para medir propiedades térmicas y componentes activos de las diferentes variedades de guanábana y de otros los alimentos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. (2005). Official Method 967.21 Ascorbic Acid in Vitamin Preparations and Juices. 18
- Alcántara, C. (2017). *Conservación de la pulpa de guanábana (Annona muricata) utilizando tres tipos de empaques y tres concentraciones de preservante*. (Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto). <http://hdl.handle.net/11458/2856>
- Angulo, D., Cruz, D. (2016). Evaluación de dos tipos de envases en la conservación de la vitamina C en un néctar de guayaba (*Psidium guajava*) pasteurizado por microondas. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/52](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/52)
- Anzaldúa, M. A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. España: Acribia.
- Araya, R. (2007). Envases para alimentos congelados. Revista negocios globales. <http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=1170&tip=11&xit=envases-para-alimentos-congelados>
- Arrazola-Patenina, G., Barrera-Violeth, J. Villalva—Cadavid, M. (2013). Determinación física y bromatológica de la guanábana cimarrona (*Annona glabra* L.) del departamento de Córdoba. Orinoquia. Universidad de los Llanos. Vol. 17. N° 2. <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v17n2/v17n2a02.pdf>
- Arteaga, S. (2015). *Determinación de tres métodos de conservación en la calidad y la vida útil de la pulpa de aguacate (Persea gratissima gaerth)*. (Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí). <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/47>.

- Asto, E. (2019). *Cinética de deterioro de la capacidad antioxidante, vitamina C y azúcares reductores de pulpa de chirimoya (Annona Cherimola)*. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo). <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14155>
- Atarés, L. (2009). Problemas básicos de Cinética Química: ley de Arrhenius. *Universidad Politécnica de Valencia*. <http://hdl.handle.net/10251/6753>
- Ávila de Hernández, R., Pérez de Camacaro, M., Giménez, A., & Caraballo, E. H. (2012). La guanábana: Una materia prima saludable para la industria de alimentos y bebidas. *REDIP. UNEXPO. VRB.*, 2(2), 1–9.
- Barahona, A. (2013). *Evaluación de la actividad antioxidante y valor nutraceuico de las hojas y frutos de la guanábana (Annona muricata)*. (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2453/1/56T00321.pdf>
- Boekel, V., Tijssens, M. (2001). Kinetic modelling. <https://doi.org/10.1533/9781855736375.1.35>
- Caballero, E., Paredes, L. (2017). *Formulación y evaluación de néctar a base de guanábana (Annona muricata) y quinua (Chenopodium quinoa) edulcorada con stevia (Stevia rebaudiana)*. (Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa). <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3055>.
- Cabanillas, E. (2020). Estudio de la cinética de degradación de vitamina C y color de pulpa de pitahaya (hylocereaus monacanthus) pasteurizada. (Tesis de grado, Universidad Señor de Sipan). <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6950>
- Cajamarca, X., Arias, G. (2019). *Análisis de las características organolépticas de la Guanábana y la Chirimoya para la aplicación de técnicas y modos de cocción en*

- recetas de sal y dulce*. (Tesis de grado, Universidad de Cuenca).  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31862>
- Canahua, D., Rojas, R. (2017). Construcción y evaluación de un equipo de medición de permeabilidad al oxígeno para envases flexibles. (Tesis de grado, Universidad Nacional del altiplano). <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5060>
- CenaSAC. (2021). Certificaciones nacionales de alimentos SAC. Informes de ensayo. Huancayo.
- Chiroque Mendoza, D. (2017). *Degradación térmica de vitamina c en pulpa de mango (Mangifera indica L.) variedad Haden y predicción microbiológica de vida útil mediante modelo de Gompertz*. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura). <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1038>
- Clamens, C., Chacín, J., Hernández, C. Guerrero, R., García, M. (2014). Evaluación del contenido de fenoles y vitamina C del fruto de *Annona muricata* L (Guanábana) en diferentes estadios de crecimiento. *Boletín del centro de investigaciones biológicas*, Vol. 14 N° 1. Pp. 39 -47.
- Correa, J., Ortiz, D., Larrahondo, J., Sánchez, M., Pachón, H. (2012). Actividad antioxidante en guanábana (*Annona muricata* L.): una revisión bibliográfica. *Boletín latinoamericano y del caribe de plantas medicinales y aromáticas*. Vol. 11 (2): 111-126. <https://www.redalyc.org/pdf/856/85622734002.pdf>
- Cortez, Z. (2020). *Caracterización Fenotípica de la Planta y Organoléptica del Fruto de Guanábana (Annona muricata L.) en la Estación Litoral Sur del INIAP*. (Tesis de grado, Universidad de Guayaquil). <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/50294/1/Cortez%20Aroca%20Zulay%20Jes%C3%BAs.pdf>

- De Michelis, Antonio. (s.f.). Congelación de frutas, hortalizas, hongos, carnes y masas. Procedimientos hogareños y comerciales a pequeña escala. Ediciones Inta. Colección divulgación. comunicación técnica N° 85. Área desarrollo rural. ISSN 1667-4014. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_cartilla\\_congelacion.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_congelacion.pdf)
- Díaz, R. (2018). Evaluación de compuestos bioactivos en pulpa atomizada y pulpa congelada de *Mauritiella aculeata* (Kunth) Burret “aguaje”. (Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). <https://hdl.handle.net/20.500.12672/9413>
- Domínguez-Guadarrama, A., Cruz-Rojas, C., Ventura-Cruz, S., Rivas-Castro, S., Cruz-Vásquez, C. (2018). Variación nutrimental y funcional de pulpa de Guayaba en respuesta a diferentes temperaturas de almacenamiento. *Revista Iberoamericana de tecnología postcosecha*, Vol. 19, núm. 1.
- Durand, M. (2015). *Evaluación de la capacidad antioxidante en pulpa fresca y pulpa pasteurizada de guanábana (Annona Muricata L.) producida en la provincia de Chanchamayo*. (Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú). <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1944/Durand%20Placencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dussán-Sarria, S., Ramírez-Yela, J., Hleap-Zapata, J. (2017). Conservación de mango mínimamente procesado usando un recubrimiento comestible a base de aceite de aguacate. *Información tecnológica*, Vol. 28, N° 3. La Serena. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000300008>
- Etatech. (2018). Ficha técnica. Producto terminado, pulpa de guanábana. Código FTPT-006. Colombia. <https://etatechsas.co/fichas-tecnicas/#modal13>

- Fang, Z. (2017). *Métodos analíticos para la determinación de vitamina C en alimentos*. (Trabajo de grado, Universidad Complutense). <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/ZHONGWEI%20FANG.pdf>
- Farfán, L. (2018). *Efecto del pelado semiautomatizado sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de pulpa de chirimoya (Annona cherimola M.)*. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3338/farfan-rodriguez-lucero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Franco, M., Benites, V., Gaviria, D. (2014). Ficha técnica, pulpa de guanábana congelada. Formato empresa SAS. <https://irp-cdn.multiscreensite.com/b4fb73a9/files/uploaded/FICHA%20TECNICA%20PULPA%20DE%20GUANABANA%20CONGELADA.pdf>
- Franco, M. Benítez, V. Gaviria, D. (2014). Ficha técnica: Pulpa de guanábana larga vida. Formato de la empresa SAS. <https://irp-cdn.multiscreensite.com/b4fb73a9/files/uploaded/FICHA%20TECNICA%20PULPA%20DE%20GUANABANA%20LARGA%20VIDA.pdf>
- Gallo, M. (2016). Envasado flexible de productos pesqueros congelados. *Instituto tecnológico pesquero del Perú*. <http://www.oannes.org.pe/upload/201609221502052127073701.pdf>
- Gámez-Villazana, J., García-Rujano, T. (2012). Efecto de la congelación sobre algunas características físicas y químicas en la pulpa de la parcha real (*Passiflora quadrangularis* L.). *Bioagro*. Vol. 24, núm. 1. 61 – 64. <https://www.redalyc.org/pdf/857/85723518010.pdf>

- García - Galán, S. (2017). Huella ambiental de tres tipos de bolsas de compra. (trabajo de grado, Escuela técnica superior de ingenieros de minas y energía). [http://oa.upm.es/47353/1/TFG\\_Soledad\\_Salvador\\_Garcia\\_Galan.pdf](http://oa.upm.es/47353/1/TFG_Soledad_Salvador_Garcia_Galan.pdf)
- Giannakourou, MC., Taouki, P. S. (2003). Modelado cinético de la pérdida de vitamina C en vegetales verdes congelados en condiciones de almacenamiento variables. Elsevier. Química de alimentos. Vol. 83, N° 1. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00033-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00033-5)
- Herrera, C. (2016). Evaluación de la cinética de congelación de zumo de mango a diferentes concentraciones de las variedades chato de Ica y Haden. (Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú). <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4374>
- Iriarte, D. (2019). *Avances en tecnología de producción y conservación de pulpas de frutas*. (Monografía, Universidad Nacional abierta y a distancia- UNAD). <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/27033>
- Jiménez-Zurita, J., Balois, R., Alia, I., Juárez, P., Jiménez, E., Sumaya, M., Bello, J. (2017). Tópicos del manejo poscosecha del fruto de guanábana (*Annona muricata* L.). Revista mexicana de ciencias agrícolas vol. 8 (5). <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i5.115>
- Labuza, T. (1984). Application of chemical kinetics to deterioration of foods. *Journal of Chemical Education*, 61, 348 -358.
- Ledezma, D. (2013). *Estimación de la vida útil de pulpa congelada de naranja Citrus sinensis producida por una industria costarricense*. (tesis de grado, Universidad de Costa Rica). <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2584/1/33757.pdf>

- León-Méndez, G., Granados, C., Osorio, M. (2016). Caracterización de la pulpa de *Annona Muricata* L. cultivada en el Norte del Departamento de Bolívar – Colombia. *Revista cubana de plantas medicinales*; 21 (4).  
<http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v21n4/pla12416.pdf>
- Lillo, P. (2021). ¿cuánto tarda en perderse la vitamina c de los zumos y frutas? Blong de nutrición. <https://planmediterraneo.com/cuanto-tarda-perderse-la-vitamina-c-los-zumos-frutas/>
- Lim, M., McFetri DGE, J., Liesebach, J. (2004). Frozen food components and chemical reactions. Handbook of frozen foods. Marcel Dekker. New York.
- Márquez, C. (2009). *Caracterización fisiológica, físico-química, reológica, nutraceútica, estructural y sensorial de la guanábana (Annona muricata L. cv. Elita)*. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín).  
<https://core.ac.uk/download/pdf/11052171.pdf>
- McKenna, B. (2012). Shelf life prediction of frozen food. In *SUN D.W.* Ed. Handbook. 2da. Edición. CRC Press. Florida.
- Méndez, A., Cedillo, R., Concepción, M. (2018). Introducción sobre propiedades de barrera del PET, parte 1. *Plastics Technology México*. <https://www.pt-mexico.com/articulos/introducci%C3%B3n-sobre-propiedades-de-barrera-parte-1->
- Méndez, A. (2010). Escala del pH. Blong La guía.  
<https://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/escala-del-ph>
- Mendoza-Corvis, F., Arteaga, M., Pérez, O. (2016). Comportamiento de la vitamina C en un producto a base de lactosuero y pulpa de mango variedad Magdalena River (*Mangífera Indica* L.) durante el secado por aspersión. *Revista Chilena de nutrición*. Vol. 43 (2). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000200008>

- Mendoza-Corvis, F., Hernández, E., Ruiz, L. (2015). Efecto del escaldado sobre el color y cinética de degradación térmica de la vitamina C de la pulpa de mango de Hilacha (*Mangifera indica* var magdalena river). *Información tecnológica*, Vol 26, N° 3. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000300003>
- Miranda, I. (2011). Vitamina C. *Revisión en nutrición clínica* (Renut). 5 (15): 782-787. [https://www.iidenut.org/pdf\\_revista\\_tec\\_libre/Renut%2015/RENUT%202011%20TEC\\_15\\_782-787.pdf](https://www.iidenut.org/pdf_revista_tec_libre/Renut%2015/RENUT%202011%20TEC_15_782-787.pdf)
- Molina, I., Otto, B. (2020). ¿Qué hace que algunos plásticos sean transparentes, otros translúcidos y otros opacos? Consultado el 25/05/2021. <https://es.quora.com/Qu%C3%A9-hace-que-algunos-pl%C3%A1sticos-sean-transparentes-otros-transl%C3%BAcidos-y-otros-opacos>
- Moya Cansino, A. (2018). *Efecto del tratamiento térmico en la cinética de deterioro de la vitamina c y color en pulpa de tuna (Opuntia boldinghii) de variedad blanca y morada*". (Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa). <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3170/48630.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ordoñez-Santos, L., Yoshioka-Tamayo, L. (2012). Cinética de degradación térmica de vitamina C en pulpa de mango (*Mangifera indica* L). *Viate*, Vol 19, núm. 1. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914019>
- Ordoñez-Santos, L., Ospina, M., Rodríguez, D. (2013). Cinética de degradación térmica de vitamina C en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 10, núm. 2, pp. 44-51. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69529816006.pdf>
- Pearson, D. (1993). *Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos*. 2° reimpresión. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza – ESPAÑA. 323pp.

- Pérez, V. (2015). *Caracterización de materiales termoplásticos: polietileno*. (Proyecto fin de grado, Universidad de Sevilla). <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/60367/fichero/Caracterizaci%C3%B3n+de+materiales+termopl%C3%A1sticos+polietileno.pdf>
- Price, D., Luque, E., Meza, B. (2017). *Efecto del refrigerado y congelado en el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante de arándanos (*Vaccinium corymbosum*, variedad "biloxi") cultivados en diferentes microclimas de Perú*. (Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas). <http://hdl.handle.net/10757/621099>
- Quillimamani, S. (2019). *Evaluación de la cinética de degradación térmica de la vitamina C en la pulpa de tumbo (*Passiflora mollissima* b.)*. ([Thttps://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1893/Sandra\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=yes](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1893/Sandra_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=yes)) (Tesis de grado, Universidad Peruana Unión).
- Quiñonez, M. (2005). *Diseño del proceso de obtención y estudio de estabilidad de la pulpa refinada de Arazá*. (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral). <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4295/1/6815.pdf>
- Riera, M., Gómez, Y. (2019). *Influencia de las condiciones de almacenamiento en la degradación de vitamina C*. *Publicaciones en ciencias y tecnología*. Vol. 13, Nº 2. [https://revistas.uclave.org/index.php/pcyt/article/view/storage\\_conditions/1631](https://revistas.uclave.org/index.php/pcyt/article/view/storage_conditions/1631)
- Rivera, C. (2019). *Influencia del pH y la presencia de antioxidantes en la cinética de degradación de la Vitamina C en Jarabe*. (Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador). <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18525/1/T-UCE-0008-CQU-116.pdf>

- Roca, I. (2005). Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD). (trabajo de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala). [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0639\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0639_Q.pdf)
- Rosero, M. (2012). *Desarrollo de una jalea de guanábana (Annona muricata L.) con polidextrosa*. (Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito). <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3638/1/102450.pdf>
- Rubiano-Charry, K., Ciro-Velásquez, H., Aristizabal-Torres, I. (2019). Aprovechamiento de los subproductos del mango, como fuente de compuestos bioactivos, para la elaboración de rollos comestibles. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 22(2):e1078. <http://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1078>
- Salguero, S., Gutiérrez, A. (2019). Sistema de empaque, envase, embalaje y etiquetas. Cámara de comercio de Bogotá. Guía práctica. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14382/Gu%C3%ADa%20Pr%C3%A1ctica%20Sistema%20de%20Empaque%20Envase%20Embalaje%20y%20>
- Sanguineti, I. (2016). Envases y embalajes para exportación. Seminario. Prom Peru. <http://export.promperu.gob.pe/Miercoles/Portal/MME/descargar.aspx?archivo=D43A38E3-972D-41CF-9D2F-7828A98225A0.PDF>
- Terán-Eraza, B., Alia-Tejacal, I., Balois-Morales, R., Juárez-López, P., López-Guzmán, G. Pérez-Arias, G., Núñez-Colín, C. (2019). Caracterización física, química y morfológica de frutos de guanábana (*Annona muricata* L.). *Agrociencia*. <https://www.researchgate.net/publication/337785118>.
- Toledo, R. (2001). *Fundamentals of food process engineering*. 2da. Edición. Springer.
- Valdés, F. (2006). Vitamina C. Revisión. *Rev. Actas Dermo – sifilográficas*. Vol. 97. Num 9. DOI: 10.1016/S0001-7310(06)73466-4

- Vallejo-Zamudio, E., Rojas-Velázquez, A., Torres-Bugarín, O. (2017). Una poderosa herramienta en la medicina preventiva: los antioxidantes. *Medigraphic*. Vol. 12, Núm. 3. P 104 -111. Revisión - Opinión.
- Vila, J. (2017). Ficha técnica: Guanábana 1 kg. Especificaciones técnicas del producto. Fondo el Sauce. S.R.L. <https://es.scribd.com/document/357031505/Ficha-Tecnica-Guanabana-1kg>
- Villacís, J. (2015). *Determinación de la cinética de degradación de ácido ascórbico en zumo de naranja (citrus sinensis var. valencia) sometida a calentamiento y radiación ultravioleta para su aplicación en procesos tecnológicos*. (Tesis de grado, Universidad de Ambato). <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/9356>
- Villagrán, M., Muñoz, M., Díaz, F., Troncoso, C. Celis, C., Mardones, L. (2019). Una mirada actual de la vitamina C en salud y enfermedad. *Revista Chilena de nutrición*. Vol. 46. (6): 800-808. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v46n6/0717-7518-rchnut-46-06-0800.pdf>
- Villareal, Y., Mejía, D., Osorio, O., Felipe, A. (2013). Efecto de pasteurización sobre características sensoriales y contenido de vitamina C en jugos de frutas. *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial*. Vol. 11 n° 2. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612013000200008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000200008)
- Zambrano, J., Valera, A., Maffei, M., Materano, W., Quintero, I. (2008). Efecto del escaldado y la adición de preservativos sobre la calidad de la pulpa de mango tipo “bocado” almacenado bajo refrigeración. *Agronomía tropical*. Vol 58, n° 3.

Zeta, D. (2018). *Obtención y caracterización de licor a partir de la papaya (Carica papaya L.) y maracuyá (Passiflora edulis form. Flavicarpa)*. (Tesis de grado, Universidad de Piura).

<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1391/IND-ZET-TIN-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **ANEXOS**

### Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos

Apellidos y nombres.....

Fecha: .....

Producto: Pulpa de guanábana envasado en diferentes tipos de bolsas, conservado en refrigeración y congelación.

Evalúe cada una de las seis muestras y coloque el puntaje de acuerdo al atributo que mejor describa su opinión. Use la calificación siguiente:

Calificativo	Puntaje
Me gusta mucho	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta ligeramente	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta ligeramente	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

Atributo	451	823	394	276	484	936
Color						
Olor						
Sabor						

Observaciones y/o comentarios .....

.....

Gracias...

## Procedimiento de validez y confiabilidad

### HOJA DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO I. DATOS GENERALES

**Apellidos y Nombres del Informante:** Ing. DAMIAN VILLANUEVA PEDRO JHONY

**Cargo o Institución donde labora:** JEFE DE LOGISTICA Y CONTROL DE CALIDAD EN ALIMENTOS

**Nombre del Instrumento de Evaluación:** Tesis para optar el título de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**Autores del instrumento:** MALDONADO ZUASNABAR Yerson José y VALVERDE ALIAGA Anghela Gabriela

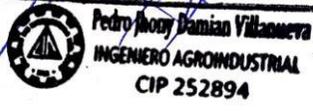
**Título:** Cinética de degradación de vitamina C en pulpa de guanábana (*Annona muricata*), en diferentes tipos de empaques, en refrigeración y congelación.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente				Regular				Bueno				Muy bueno				Excelente			
		0 - 20				21 - 40				41 - 60				61 - 80				81 - 100			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100





<p>Huánuco, 21 diciembre de 2022</p>	<p>76560562</p>	 	<p>921098313</p>
<p><b>Lugar y fecha</b></p>	<p><b>N° DNI</b></p>	<p><b>Firma del experto</b></p>	<p><b>N° Celular</b></p>

**Procedimiento de validez y confiabilidad**  
**HOJA DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

**Apellidos y Nombres del Informante:** Ing. GABY YASMIN MANTERO ZAVALA

**Cargo o Institución donde labora:** JEFA DE CONTROL DE CALIDAD EN ALIMENTOS

**Nombre del Instrumento de Evaluación:** Tesis para optar el título de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**Autores del instrumento:** MALDONADO ZUASNABAR Yerson José y VALVERDE ALIAGA Anghela Gabriela

**Título:** Cinética de degradación de vitamina C en pulpa de guanábana (*Annona muricata*), en diferentes tipos de empaques, en refrigeración y congelación.

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente				Regular				Bueno				Muy bueno				Excelente			
		0 - 20				21 - 40				41 - 60				61 - 80				81 - 100			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. TITULO	Hace referencia al problema																	x			

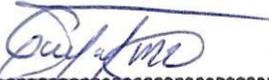


7. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de la gestión educativa																			x				
8. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos.																				x			
9. COHERENCIA	Entre los indicadores y las dimensiones																					x		
10. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				x			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

Es importante la tesis realizada, ya que nos da una idea de conservación de pulpa de guanábana a largo plazo conservando sus componentes nutricionales de la pulpa en congelación.

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 87 %**

<p>Huánuco, 22 diciembre de 2022</p>	<p>74214159</p>	  <p>Gaby Yasmin Mantero Zavala INGENIERO AGROINDUSTRIAL CIP. 256522</p>	<p>992114193</p>
<p><b>Lugar y fecha</b></p>	<p><b>N° DNI</b></p>	<p><b>Firma del experto</b></p>	<p><b>N° Celular</b></p>

**Procedimiento de validez y confiabilidad**  
**HOJA DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

**Apellidos y Nombres del Informante:** Ing. GEANINNE RIOS GARCIA

**Cargo o Institución donde labora:** DOCENTE DE BIOQUIMICA, BIOTECNOLOGIA, PROCESOS ALIMENTARIOS Y PROYECTOS – UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN – UNHEVAL - HUANUCO

**Nombre del Instrumento de Evaluación:** Tesis para optar el título de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**Autores del instrumento:** MALDONADO ZUASNABAR Yerson José y VALVERDE ALIAGA Anghela Gabriela

**Título:** Cinética de degradación de vitamina C en pulpa de guanábana (*Annona muricata*), en diferentes tipos de empaques, en refrigeración y congelación.

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente				Regular				Bueno				Muy bueno				Excelente			
		0 - 20				21 – 40				41 - 60				61 - 80				81 - 100			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. TITULO	Hace referencia al problema mencionado en las variables																		x		

2. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado																				x		
3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables																					x	
4. ACTUALIDAD	Está acorde a los cambios en la Administración Moderna																						x

5. ORGANIZACIÓN	Existe una organización Lógica																				x	
6. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																					x
7. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de la																					x

	gestión educativa																			
8. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos.																			X
9. COHERENCIA	Entre los indicadores y las dimensiones																			X
10. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																			X

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

El trabajo de investigación realizado es de suma importancia en el campo de la industria alimentario, porque ayuda en alargar la vida útil de la guanábana, para poder contar con materia prima fresca y de buena calidad cuando la fruta este fuera de estación y la cadena de derivados de esta fruta no se vea afectada.

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 96,50 %**

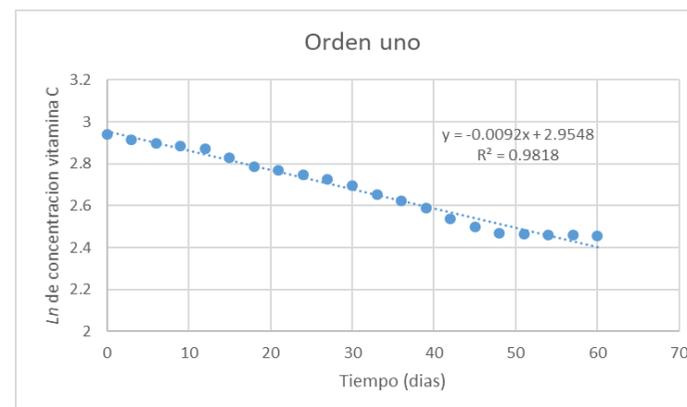
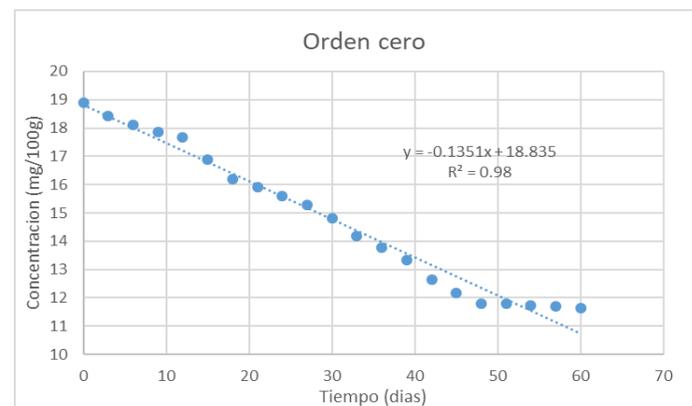
<b>Huánuco, 21 diciembre de 2022</b>	<b>40233758</b>	 <b>Geanine Ríos García</b> ING. INDUSTRIAS ALIMENTARIAS CIP 134812	<b>953957810</b>
<b>Lugar y fecha</b>	<b>N° DNI</b>	<b>Firma del experto</b>	<b>N° Celular</b>

## Anexo 2.

Cálculos para la determinación de orden de reacción de cada uno de los tratamientos

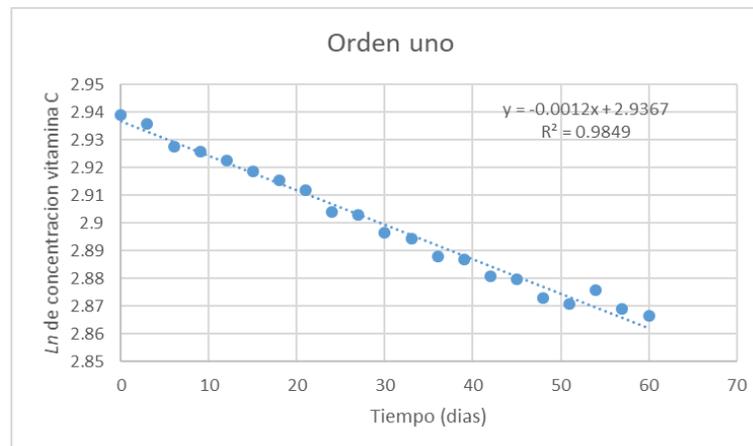
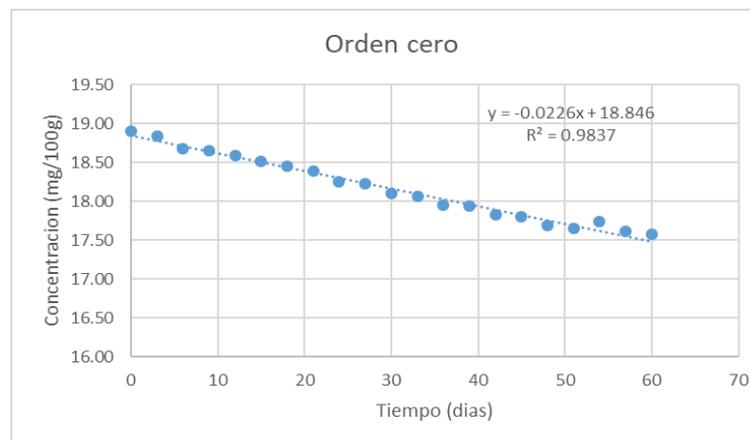
T1: Polietileno de alta densidad transparente – refrigeración 4°C.

T (días)	Vit C	Ln Vit C	1/ vit C
0	18.9	2.93916192	0.05291005
3	18.43	2.91397977	0.05425936
6	18.11	2.89646427	0.05521811
9	17.86	2.88256358	0.05599104
12	17.66	2.8713022	0.05662514
15	16.89	2.82672173	0.05920663
18	16.19	2.78439377	0.06176652
21	15.91	2.76694784	0.06285355
24	15.61	2.74791173	0.0640615
27	15.27	2.72589012	0.06548788
30	14.81	2.69530263	0.06752194
33	14.19	2.65253749	0.07047216
36	13.76	2.62176583	0.07267442
39	13.34	2.59076704	0.07496252
42	12.64	2.53686639	0.07911392
45	12.18	2.49979526	0.08210181
48	11.81	2.46894663	0.08467401
51	11.78	2.46640318	0.08488964
54	11.73	2.46214966	0.08525149
57	11.69	2.45873378	0.0855432
60	11.65	2.45530618	0.08583691



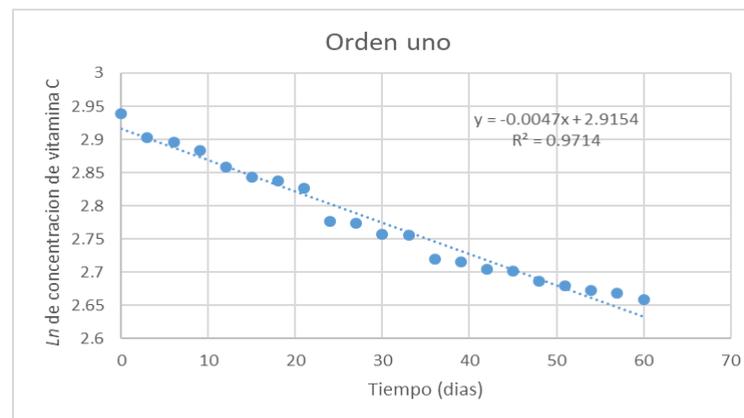
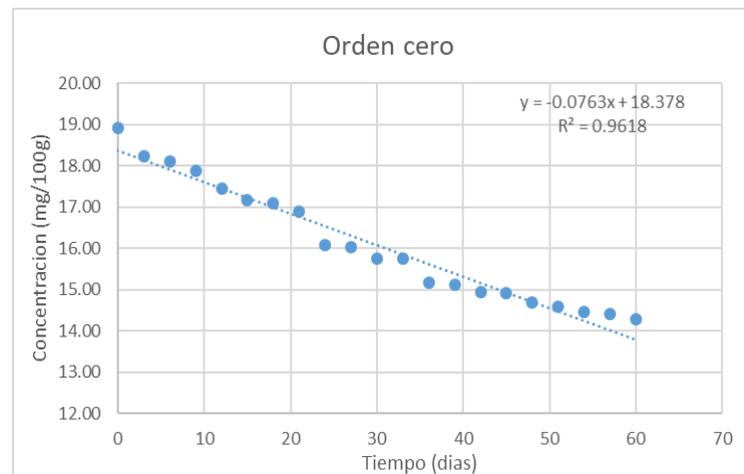
## T2: Polietileno de alta densidad transparente – congelación -18°C.

T (días)	Vit C	Ln Vit C	1/vit C
0	18.90	2.93916192	0.05291005
3	18.84	2.93598227	0.05307856
6	18.68	2.92745343	0.05353319
9	18.65	2.92584615	0.0536193
12	18.59	2.9226238	0.05379236
15	18.52	2.91885123	0.05399568
18	18.46	2.91560623	0.05417118
21	18.39	2.91180704	0.05437738
24	18.25	2.90416508	0.05479452
27	18.23	2.90306859	0.05485464
30	18.11	2.89646427	0.05521811
33	18.07	2.8942531	0.05534034
36	17.96	2.88814706	0.05567929
39	17.94	2.88703286	0.05574136
42	17.83	2.88088243	0.05608525
45	17.81	2.8797601	0.05614823
48	17.69	2.87299951	0.05652911
51	17.65	2.87073578	0.05665722
54	17.74	2.87582198	0.05636979
57	17.62	2.86903462	0.05675369
60	17.58	2.86676189	0.05688282



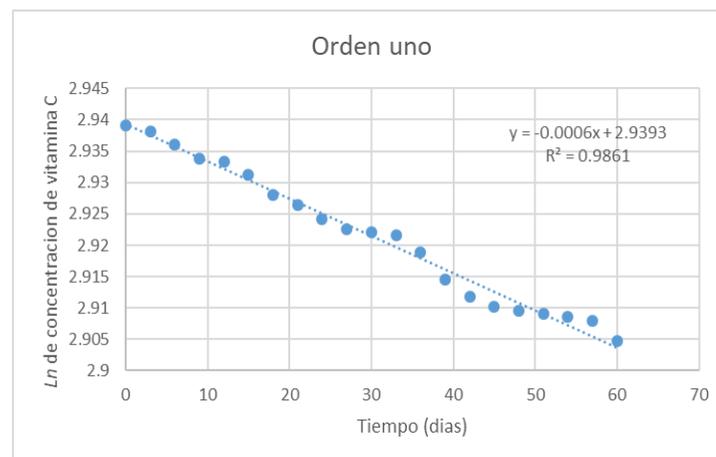
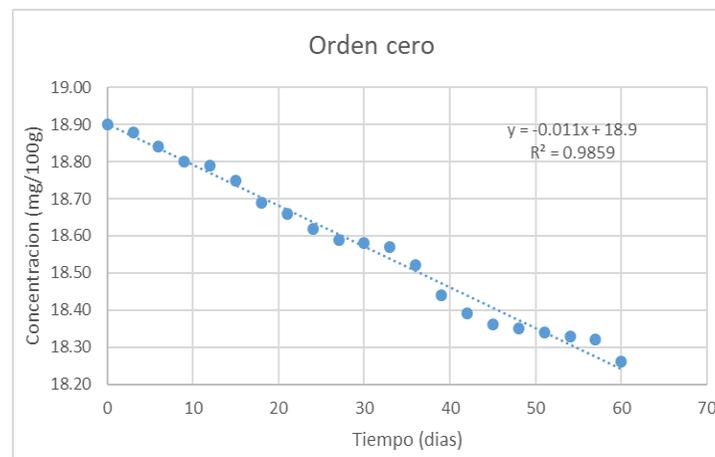
T3: Polietileno de alta densidad opaco – refrigeración 4°C.

T (días)	Vit C	Ln Vit C	1/ vit C
0	18.90	2.93916192	0.05291005
3	18.23	2.90306859	0.05485464
6	18.11	2.89646427	0.05521811
9	17.88	2.88368277	0.05592841
12	17.44	2.85876642	0.05733945
15	17.16	2.84258109	0.05827506
18	17.08	2.83790819	0.05854801
21	16.88	2.82612949	0.05924171
24	16.07	2.77695418	0.06222775
27	16.03	2.77446197	0.06238303
30	15.75	2.75684037	0.06349206
33	15.74	2.75620524	0.0635324
36	15.17	2.71931979	0.06591958
39	15.11	2.71535678	0.06618134
42	14.95	2.7047113	0.06688963
45	14.91	2.70203213	0.06706908
48	14.68	2.68648602	0.06811989
51	14.59	2.68033636	0.0685401
54	14.47	2.67207754	0.0691085
57	14.41	2.66792241	0.06939625
60	14.29	2.65955999	0.06997901



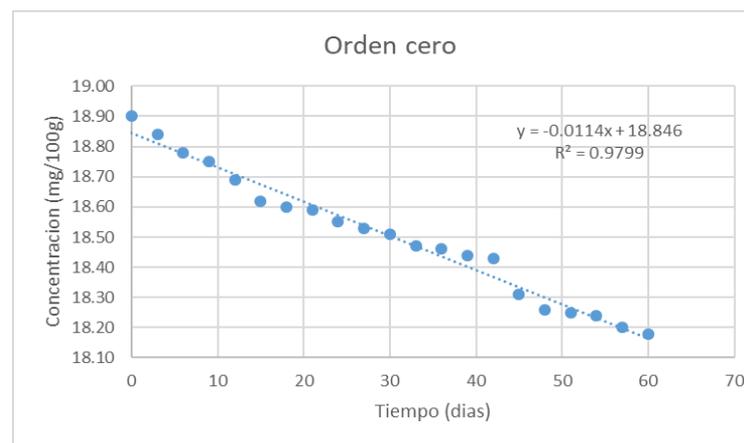
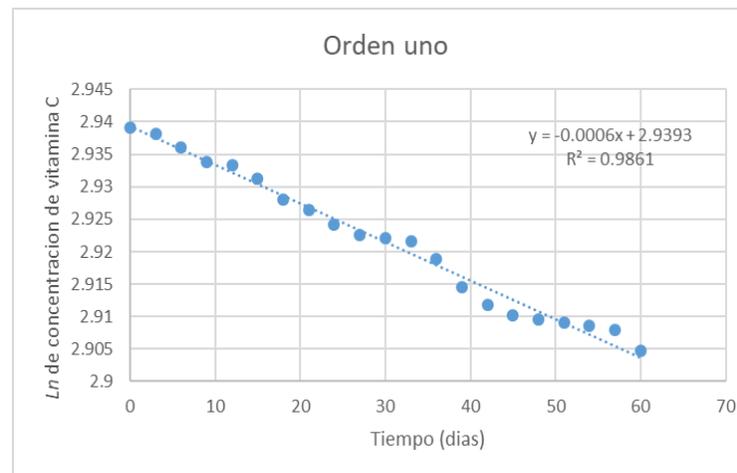
T4: Polietileno de alta densidad opaco – congelación -18°C.

T (días)	Vit C	Ln Vit C	1/ vit C
0	18.90	2.93916192	0.05291005
3	18.88	2.93810316	0.0529661
6	18.84	2.93598227	0.05307856
9	18.80	2.93385687	0.05319149
12	18.79	2.93332481	0.0532198
15	18.75	2.93119375	0.05333333
18	18.69	2.92798862	0.05350455
21	18.66	2.9263822	0.05359057
24	18.62	2.92423627	0.05370569
27	18.59	2.9226238	0.05379236
30	18.58	2.92208573	0.05382131
33	18.57	2.92154738	0.0538503
36	18.52	2.91885123	0.05399568
39	18.44	2.91452222	0.05422993
42	18.39	2.91180704	0.05437738
45	18.36	2.91017439	0.05446623
48	18.35	2.90962957	0.05449591
51	18.34	2.90908447	0.05452563
54	18.33	2.90853906	0.05455537
57	18.32	2.90799336	0.05458515
60	18.26	2.90471288	0.05476451



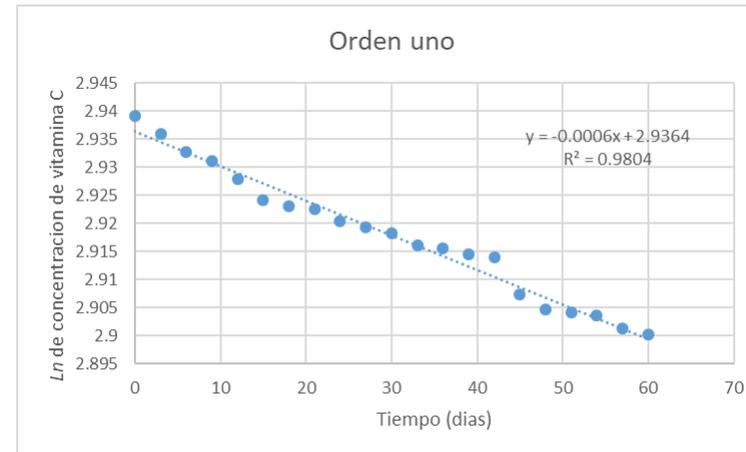
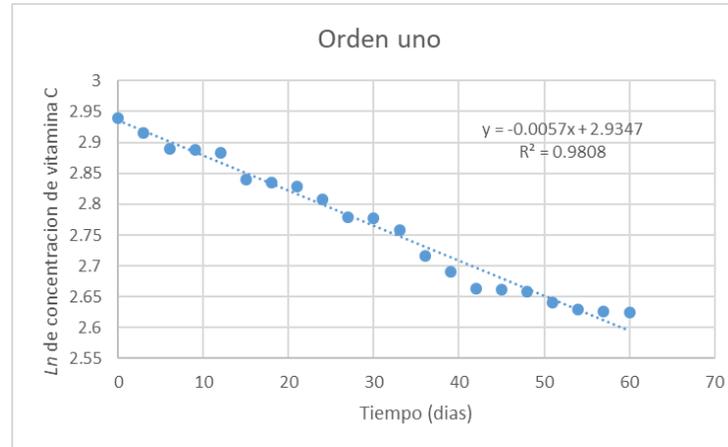
T5: Polipropileno bilaminado– refrigeración 4°C.

T (días)	Vit C	Ln Vit C	1/ vit C
0	18.90	2.93916192	0.05291005
3	18.45	2.91506437	0.05420054
6	18.00	2.89037176	0.05555556
9	17.95	2.88759011	0.05571031
12	17.88	2.88368277	0.05592841
15	17.11	2.83966309	0.05844535
18	17.02	2.83438912	0.05875441
21	16.93	2.8290872	0.05906675
24	16.58	2.80819715	0.06031363
27	16.11	2.7794402	0.06207325
30	16.08	2.77757626	0.06218905
33	15.77	2.7581094	0.06341154
36	15.12	2.71601837	0.06613757
39	14.75	2.69124308	0.06779661
42	14.35	2.66374994	0.06968641
45	14.32	2.66165716	0.0698324
48	14.27	2.65815943	0.07007708
51	14.02	2.64048488	0.07132668
54	13.87	2.62972823	0.07209805
57	13.82	2.62611682	0.0723589
60	13.80	2.62466859	0.07246377



T6: Polipropileno bilaminado– congelación -18°C.

T (días)	Vit C	Ln Vit C	1/ vit C
0	18.90	2.93916192	0.05291005
3	18.84	2.93598227	0.05307856
6	18.78	2.93279247	0.05324814
9	18.75	2.93119375	0.05333333
12	18.69	2.92798862	0.05350455
15	18.62	2.92423627	0.05370569
18	18.60	2.92316158	0.05376344
21	18.59	2.9226238	0.05379236
24	18.55	2.92046979	0.05390836
27	18.53	2.91939104	0.05396654
30	18.51	2.91831113	0.05402485
33	18.47	2.91614779	0.05414185
36	18.46	2.91560623	0.05417118
39	18.44	2.91452222	0.05422993
42	18.43	2.91397977	0.05425936
45	18.31	2.90744736	0.05461496
48	18.26	2.90471288	0.05476451
51	18.25	2.90416508	0.05479452
54	18.24	2.90361698	0.05482456
57	18.20	2.90142159	0.05494505
60	18.18	2.90032209	0.0550055



Anexo 3.

Datos del análisis sensorial

Atributo color

Panelistas	refrigeración			congelación		
	PEADtras	PEADopac	PPbilami	PEAD tras	PEADopac	PPbilami
	T1	T3	T5	T2	T4	T6
1	5	7	7	4	5	6
2	6	5	4	7	6	7
3	5	6	6	6	6	6
4	6	5	5	6	7	7
5	5	6	5	5	6	6
6	6	6	6	6	6	7
7	4	7	3	6	6	6
8	5	5	3	6	7	7
9	6	6	6	6	6	7
10	6	5	5	5	6	6
11	6	6	5	6	7	6
12	6	7	7	7	6	6
13	6	5	7	6	7	5
14	5	5	6	5	7	7
15	5	5	5	6	7	7
16	5	5	5	5	7	7
17	6	6	6	6	6	6
18	6	6	6	5	6	6
19	6	6	6	6	7	7
20	6	5	5	6	6	6
Total Trat.	111	114	108	115	127	128
Promedio	<b>5.55</b>	<b>5.70</b>	<b>5.40</b>	<b>5.75</b>	<b>6.35</b>	<b>6.40</b>

Atributo olor

Panelistas	refrigeración			congelación		
	PEADtras	PEADopac	PPbilami	PEAD tras	PEADopac	PPbilami
	T1	T3	T5	T2	T4	T6
1	6	6	6	7	6	5
2	5	4	6	5	6	6
3	5	5	5	6	6	6
4	4	5	4	5	6	7
5	6	5	5	5	7	6
6	6	6	6	6	5	6
7	5	4	6	7	5	6
8	5	5	4	6	7	6
9	7	7	6	6	5	6
10	6	6	6	7	6	6
11	5	6	6	6	6	6
12	6	7	6	6	6	6
13	4	5	6	4	7	6
14	5	5	5	6	6	5
15	6	6	5	6	5	6
16	5	4	6	5	6	6
17	5	5	5	6	6	6
18	5	5	5	6	6	6
19	3	4	4	6	7	6
20	6	6	6	6	6	6
Total Trat.	105	106	108	117	120	119
Promedio	<b>5.25</b>	<b>5.30</b>	<b>5.40</b>	<b>5.85</b>	<b>6.00</b>	<b>5.95</b>

Atributo sabor

Panelistas	refrigeración			congelación		
	PEADtras	PEADopac	PPbilami	PEAD tras	PEADopac	PPbilami
	T1	T3	T5	T2	T4	T6
1	7	5	7	4	7	6
2	6	5	4	7	5	6
3	5	5	5	6	6	6
4	6	4	4	6	6	5
5	5	5	4	6	6	5
6	6	5	7	5	6	6
7	6	6	6	7	7	5
8	5	4	6	5	7	6
9	5	6	6	5	7	6
10	6	6	6	5	7	6
11	3	6	6	6	5	6
12	5	6	6	6	6	7
13	4	4	4	6	6	5
14	5	5	5	5	5	6
15	5	5	5	6	6	5
16	6	6	4	5	5	5
17	5	5	5	6	6	5
18	4	4	4	6	7	6
19	5	4	4	6	6	6
20	6	6	6	5	7	6
Total Trat.	105	102	104	113	123	114
Promedio	<b>5.25</b>	<b>5.10</b>	<b>5.20</b>	<b>5.65</b>	<b>6.15</b>	<b>5.70</b>

Anexo 4

Resultados de los análisis realizados en el laboratorio CenaSAC

**CENASAC**  
CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS SAC

**INFORME DE ENSAYO Nº 0372-2021**

SOLICITANTE : YERSON JOSE MALDONADO ZUASNABAR  
DIRECCION : LA MERCED - CHANCHAMAYO

**CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS S.A.C. -CENA S.A.C.-INFORMA:**  
HABER ANALIZADO LA SIGUIENTE MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE.

PRODUCTO DECLARADO : PULPA DE GUANABANA  
NUMERO DE SOLICITUD : 0109-2021  
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA : 500 g  
CONDICIONES DE RECEPCION : ENVASADO, EN APARENTE BUEN ESTADO  
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 17 DE MARZO DE 2021  
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 18 DE MARZO DE 2021  
FECHA DE TERMINO DE ENSAYOS : 26 DE MARZO DE 2021

**CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:**  
**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS (100 ml)**

ANÁLISIS	RESULTADO
Humedad	83,90 %
Proteína	1,02 %
Ceniza	0,61 %
Grasa	0,20 %
Carbohidratos	14,27 %
Fibra	0,90 %
Energía total	62,96 Kcal/100g

**ANÁLISIS MICRONUTRIENTES (100 ml)**

ANÁLISIS	RESULTADO
Vitamina C (mg/100ml)	18,90

**METODO DE ENSAYO:**

1. HUMEDAD: FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL.147 PAG. 205-1996
2. PROTEINA: FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL.147 PAG. 221-225-1996
3. CENIZA: FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL.147 PAG. 225-1996
4. GRASA: FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL.147 PAG. 212-1996
5. CARBOHIDRATOS: CALCULO
6. FIBRA: AOAC 962.39
7. VITAMINA C: A.O.A.C. 965.33 (2005)

**CONSIDERACIONES:**

- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CENA S.A.C.
- Este informe de ensayo es válido exclusivamente para los resultados indicados, no pudiendo señalarse implícita o explícitamente a otras consideraciones que no se indican de la muestra, no pudiendo entenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción, ensayo y cantidad recibida.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad, con normas de producto como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a CENA S.A.C. son de responsabilidad del Solicitante.

**HUANCAYO, 26 DE MARZO DE 2021.**

**CENA S.A.C.**  
*[Firma]*  
Ing. Elizabeth Requena  
CENASAC  
CENASAC

Página 1 de 1  
FT-ENS-02/R002016-03-26

Dirección: Jr. Magdalena Nº 120 San Carlos - Huancayo  
E-mail: [cenasaclaboratorio@hotmail.com](mailto:cenasaclaboratorio@hotmail.com) / [cenasaclab@gmail.com](mailto:cenasaclab@gmail.com)  
Telf: 064 - 216693 - Cel.: #976088244 - #980043301  
FB. [cenasaclaboratorio@hotmail.com](mailto:cenasaclaboratorio@hotmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 0712-2021**

**SOLICITANTE :** YERSON JOSE MALDONADO ZUASNABAR  
**DIRECCIÓN :** AV. PERU S/N, PAMPA DEL CARMEN, LA MERCED CHANCHAMAYO

**CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS S.A.C. –CENA S.A.C.-INFORMA:**  
HABER ANALIZADO LA SIGUIENTE MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE.

**PRODUCTO DECLARADO :** PULPA DE GUANABANA CONGELADA POR 60 DIAS  
**NUMERO DE SOLICITUD :** 0232-2021  
**CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA :** 250 g  
**CONDICIONES DE RECEPCION :** ENVASADO, EN APARENTE BUEN ESTADO  
**ENSAYOS SOLICITADOS :** FISICO QUIMICO  
**FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA :** 09 DE JUNIO DE 2021  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS :** 09 DE JUNIO DE 2021  
**FECHA DE TERMINO DE ENSAYOS :** 19 DE JUNIO DE 2021

CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO**

ANÁLISIS	RESULTADO 1	RESULTADO 2
Humedad	84,10 %	84,20 %
Proteína	1,02 %	1,04 %
Ceniza	0,65 %	0,64 %
Grasa	0,20 %	0,20 %
Fibra	0,92 %	0,92 %
Acidez (Excl. Ácido cítrico)	0,79 %	0,78 %
Carbohidratos	13,11 %	13,00 %
Energía total	62,00 Kcal/100 g	61,64 Kcal/100 g
Vitamina C	18,26	19,03

**MÉTODOS DE ENSAYO:**

1. HUMEDAD: PAD FOOD AND NUTRITION PAPER VOL.147 PAG. 206-1988
2. PROTEÍNA: PAD FOOD AND NUTRITION PAPER VOL.147 PAG. 225/224-1988
3. CENIZA: PAD FOOD AND NUTRITION PAPER VOL.147 PAG. 238-1988
4. GRASA: PAD FOOD AND NUTRITION PAPER VOL.147 PAG. 213-1988
5. FIBRA: PAD FOOD AND NUTRITION PAPER VOL.147 PAG. 213-1988
6. CARBOHIDRATOS: CALCULO
7. ENERGÍA TOTAL: CALCULO
8. VITAMINA C: A.O.A.C. 9810 (2005)

**CONDICIONES:**

- 1. Fijada la responsabilidad total o parcial de este informe, con la autorización escrita de CENA S.A.C.
- 2. Este informe de ensayo es válido exclusivamente para los recipientes indicados, no pudiendo referirse en forma alguna a otros recipientes o a otros campos de ensayo que no se indican en la muestra, no pudiendo extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra, que no haya sido sometida en la totalidad, ensayo y cantidad indicada.
- 3. Los resultados de los ensayos se dan en unidades como se especifica de conformidad con normas de producto como se indican en el sistema de unidades de la entidad que lo produce.
- 4. El usuario, los solicitantes de muestras, laboratorio y transporte de la muestra hacia su negocio o CENA S.A.C. son de responsabilidad del solicitante.

HUANCAYO, 19 DE JUNIO DE 2021.



**INFORME DE ENSAYO N° 0713-2021**

**SOLICITANTE :** YERSON JOSE MALDONADO ZUASNABAR  
**DIRECCIÓN :** AV. PERU S/N, PAMPA DEL CARMEN, LA MERCED CHANCHAMAYO

**CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS S.A.C. –CENA S.A.C.-INFORMA:**  
HABER ANALIZADO LA SIGUIENTE MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE.

**PRODUCTO DECLARADO :** PULPA DE GUANABANA CONGELADA POR 60 DIAS  
**NUMERO DE SOLICITUD :** 0232-2021  
**CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA :** 250 g  
**CONDICIONES DE RECEPCION :** ENVASADO, EN APARENTE BUEN ESTADO  
**ENSAYO SOLICITADO :** MICROBIOLÓGICO  
**FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA :** 09 DE JUNIO DE 2021  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO :** 09 DE JUNIO DE 2021  
**FECHA DE TERMINO DE ENSAYO :** 19 DE JUNIO DE 2021

CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO	
		N1	N2
Recuento en placa de Aerobios Mesófilos viables	UFC/g	1,8 x 10 <sup>2</sup>	1,9 x 10 <sup>2</sup>
Enumeración de Escherichia coli	NMP/g	< 10	< 10
Detección de <i>Listeria Monocytogenes</i>	Ausencia /25g	Ausencia	Ausencia
Detección <i>Salmonella</i> sp.	Ausencia /25g	Ausencia	Ausencia

(\*) Recuento realizado en placa

**METODO DE ENSAYO:**

1. RECUESTO DE AEROBIOS MESÓFILOS: ICMSF 2DA. ED. VOL. 1, MÉTODO 1, PAG. 126-128. REIMPRESA EN EL 2000, EDITORIAL ACRIBIA.
2. ENUMERACIÓN DE ESCHERICHIA COLI: ICMSF MICROORGANISMOS DE LOS ALIMENTOS, PARTE II MÉTODOS RECOMENDADOS PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS, MÉTODO 1, PAG. 132-134. 2DA ED. REIMPRESION.
3. DETECCIÓN DE LISTERIA MONOCYTOGENES: BAMFPA: 1965
4. DETECCIÓN SALMONELLA: PEARSON 1979

**CONDICIONES:**

- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CENA S.A.C.
- Este informe de ensayo es válido exclusivamente para los requisitos indicados, no pudiendo serlante impida o explícitamente a otras organizaciones que no se refieren de la muestra, no pudiendo extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción, ensayo y calidad recibida.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad, conformidad de producto como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a CENA S.A.C. son de responsabilidad del Solicitante.

HUANCAYO, 19 DE JUNIO DE 2021.



## Anexo 5

### Fotografías de la investigación



Foto 1. Pelado de la materia prima



Foto 2. Pesado de pulpa para rendimiento



Foto 3. Pulpa de guanábana pasteurizada



Foto 4. Codificando los envases



Foto 5. Envasado de la pulpa según tratamiento



foto 6. Almacenamiento en refrigeración



Foto 7. Almacenamiento en congelación



Foto 8. Preparación de curva estándar de la Vitamina C



Foto 9. Determinación de Vitamina C a los tratamientos en estudio



Foto 10. Análisis fisicoquímico a los tratamientos en estudio



Foto 11. Los tratamientos ubicados en la cabina de degustación



Foto 12. Evaluación sensorial de las muestras en estudio