

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



**CAMBIOS FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DURANTE EL**  
**ALMACENAMIENTO DE PLÁTANO INGUIRI (*Musa paradisiaca***  
**L.) EN RODAJAS IMPREGNADAS CON SOLUCIONES**  
**ANTIOXIDANTES EMPACADOS AL VACIO**

**TESIS**

Para optar el título de:

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR:

**PANIORA GARCIA, LILIA ERLINDA**

**Tingo María – Perú**

**2022**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Tingo María  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Carretera Central Km. 1.21. Teléfono (062) 561385 Apartado

Postal 156 Tingo María E.mail; [fiia@unas.edu.pe](mailto:fiia@unas.edu.pe)

---

*"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia".*

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 002-2021**

Los Miembros del Jurado que suscriben la presenta Acta, reunidos en acto público en forma virtual a las 17:00 horas del día 15 de junio del 2021, en el equipo: Sustentación de Tesis de Pregrado FIIA UNAS, en la Plataforma Microsoft Teams, para calificar la tesis presentada por la Bach. **PANIORA GARCÍA LILIA ERLINDA**, titulada:

**CAMBIOS FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DURANTE EL  
ALMACENAMIENTO DE PLÁTANO INGUIRI (*Musa paradisiaca* L.) EN  
RODAJAS IMPREGNADAS CON SOLUCIONES ANTIOXIDANTES  
EMPACADOS AL VACIO**

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADA** con el calificativo de **BUENO**; en consecuencia, la sustentante, queda apta para obtener el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**, de conformidad con el artículo 45º numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso "k" y 135 inciso "f" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 15 de junio del  
2021

Ing. M. Sc. Alfredo Abelardo Carmona Ruiz  
Presidente

M. Sc. Nancy Nery Contreras Gutiérrez  
Miembro

Dr. Jaime Eduardo Basilio Atencio  
Miembro

Ing. M. Sc. Luz Milagros Follegati Romero  
Asesor

M. Sc. Victor Elvis Condori Rondan  
Asesor

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



**CAMBIOS FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DURANTE EL**  
**ALMACENAMIENTO DE PLÁTANO INGUIRI (*Musa paradisiaca* L.) EN**  
**RODAJAS IMPREGNADAS CON SOLUCIONES ANTIOXIDANTES**  
**EMPACADOS AL VACIO**

Autora : Lilia Erlinda Paniora Garcia

Asesores : Ing. Follegatti Romero Luz Milagros  
: Ing. Víctor Condori Roldan

Programa de investigación : Ingenieria alimentos

Línea de investigación : Ingenieria alimentos

Eje temático alimentarios : Propiedades termofisicas y reologicas

Lugar de ejecución : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Duración : 6 meses

Financiamiento : Propio

**Tingo Maria – Peru**

**2021**



## VICERRECTORA DE INVESTIGACION

### OFICINA DE INVESTIGACION

#### UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

#### REGISTRO DE TESIS PARA OBTENCION DEL TITULO UNIVERSITARIO

##### 1. DATOS GENERALES DE PREPAGO

Universidad : Universidad Nacional agraria de la selva

Facultad : Facultad de ingeniería en industrias alimentarias

Titulo de la tesis : CAMBIOS FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE PLÁTANO INGUIRI (*Musa paradisiaca* L.) EN RODAJAS IMPREGNADAS CON SOLUCIONES ANTIOXIDANTES EMPACADOS AL VACIO”

Autor : Paniora Garcia, Lilia Erlinda

Asesores de Tesis : Ing. Follegatti Romero Luz Milagros  
: Ing. Víctor Condori Roldan

Programa de investigación : Ingenieria alimentos

Línea de investigación : Ingenieria alimentos

Eje temático alimentarios : Propirdades termofisicas y reologicas

Lugar de ejecución : Laboratorio FIIA – UNAS

Duracion : Fecha de Inicio : 06/08/2019  
: Fecha de termino : 19/03/2020

Financiamiento : FEDU S/ 0.00  
: PROPIO S/ 6348.20  
: otros S/ 0.00

Bach. Lilia Erlinda Paniora Garcia  
Tesisista

TINGO MARIA – PERÚ

2021

Ing. M. Sc. Luz Milagros Follegatti Romero  
Asesor

## **DEDICATORIA**

### **A Dios todo poderoso:**

Por darme la vida, inteligencia, fuerza, por brindarme su infinito amor y ser mi guía en cada momento.

### **A mis queridos padres:**

Paniora Chate; Roberto y Garcia Sicha; Teodora por brindarme su amor y su gran apoyo moral en todo momento, por su cariño, consejos, comprensión, y gracias por su ayuda en los momentos difíciles y confiar en mi durante todos los años de mi vida.

### **A mis hermanos:**

Irene, Ever, Hubert, Maribel, Robert, Fray, Omar y Yersin gracias por estar siempre presentes, acompañándome en cada paso de mi vida.

### **A mi compañero:**

Niño Apolinario Jordi quien ha sido mi mano derecha durante todo este tiempo; te agradezco mucho tu ayuda, por echarme una mano cuando siempre lo necesité, por aportar considerablemente en mi proyecto. Te agradezco no solo por la ayuda brindada, sino por los bellos momentos que compartimos junto a nuestra princesa Adaliah Aileen.

## **AGRADECIMIENTO**

- A DIOS por darme la vida y sabiduría para seguir adelante cada día.
- A mis padres Roberto Paniora Chate y Teodora García Sicha, por su esfuerzo y sacrificio, cuidarme y darme todo lo que estuvo a su alcance.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por brindarme la oportunidad de realizarme como profesional.
- A la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, a todos mis profesores por su apoyo incondicional durante toda mi formación superior.
- A mis asesores la Ing. Follegatti Romero Luz Milagros e ing. Víctor Condori por todo el apoyo, paciencia, enseñanza y dedicación a la investigación.
- A los miembros de jurado: Ing. Alfredo Carmona Ruíz, Ing. Jaime Basilio Atencio; Q.F. Nancy Contreras Gutiérrez, gracias por su amistad y los consejos durante la elaboración y culminación de la investigación.
- A la ing. Yolando Ramirez Trujillo por su gran apoyo y conocimiento.
- A mi compañero, Niño Apolinario Jordi, por su esfuerzo y sacrificio diario, y poder haber culminado esta tesis con éxito, y por darme todo lo que estuvo a su alcance y poder disfrutar del privilegio de ser agradecida, ser grato con esa persona que se preocupó por mí en cada momento y que siempre quiso lo mejor para mí.
- A mi segunda familia Teogenes y Norma gracias por su acogida, paciencia y comprensión estoy eternamente agradecida.
- A toda mi familia, hermanos y amigos especialmente a María, Alida, Xiomy, Yersin y a todos (as) que colaboraron, gracias por su ayuda que de alguna u otra forma son parte fundamental de mi triunfo

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Aspectos generales de plátano verde .....	3
2.1.1. Plátano verde ( <i>Musa paradisiaca</i> L.) .....	3
2.1.2. Generalidades d la fruta .....	3
2.2. Clasificación taxonómica.....	5
2.3. Clasificación de los Antioxidantes .....	6
2.3.1. Ácido cítrico.....	6
2.3.2. Acido ascórbico .....	7
2.3.3. Metabisulfito de sodio.....	8
2.4. Tratamiento para industrializar los alimentos .....	8
2.4.1. Eliminación del oxígeno.....	8
2.4.2. Pardeamiento enzimático .....	8
2.4.3. Empacado al vacío.....	9
2.5. Almacenamiento y empaado .....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
3.1. Lugar de ejecución.....	11
3.2. Materia prima.....	11
3.3. Método de análisis .....	12
3.4. Equipos, materiales de laboratorios y reactivos .....	11
3.4.1. Equipos .....	11
3.4.2. Materiales.....	12
3.4.3. Reactivos y solventes.....	12
3.4.4. Evaluación fisicoquímica .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.4.5. Evaluación sensorial.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.4.6. Evaluación microbiológica .....	13
3.5. Metodología experimental.....	13
3.5.1. Obtención de rodajas de plátano verde fresco.....	13

3.6. Diseño experimental .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.7. Análisis estadístico .....	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
4.1. Evaluación fisicoquímica de la materia prima.....	20
4.2. Evaluación fisicoquímica a los 5 días de almacenamiento .....	21
4.2.1. Evaluación sensorial del plátano verde después de 5 días de almacenamiento .....	32
4.3. Evaluación sensorial y microbiológica de los mejores tratamientos durante almacenamiento .....	42
4.4. Análisis microbiológico del mejor tratamiento.....	49
4.5. Flujograma definitivo para almacenar plátano verde variedad Inguiri en rodajas empacado al vacío con antioxidante. ....	51
V. CONCLUSIONES.....	52
VI. RECOMENDACIONES .....	53
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS .....	54
VIII. ANEXOS .....	61

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Composición química del plátano .....	5
Cuadro 2. Composición químico proximal del plátano verde .....	20
Cuadro 3. Humedad en almacenamiento por 5 días de almacenamiento. ....	22
Cuadro 4. Optimización de respuesta de la humedad con valor óptimo de 55,9385 %.....	23
Cuadro 5. pH en almacenamiento de 5 días de almacenamiento .....	24
Cuadro 6. Optimización de respuesta del pH con valor óptimo de 6,3403. ....	25
Cuadro 7. Acidez titulable en almacenamiento de 5 días de almacenamiento .	27
Cuadro 8. Optimización de respuesta acidez titulable con valor óptimo de 0,2014%.....	28
Cuadro 9. Textura en almacenamiento de 5 días de almacenamiento .....	30
Cuadro 10. Optimización de la textura con valor óptimo de 6,8458 kgf/cm2. ...	31
Cuadro 11. Evaluación del atributo sabor durante 5 días de almacenamiento.	33
Cuadro 12. Optimización del atributo sabor con valor óptimo de 4,77 .....	33
Cuadro 13. Evaluación del atributo olor durante 5 días almacenamiento .....	35
Cuadro 14. Optimización del atributo olor con valor óptimo de 4,77.....	35
Cuadro 15. Evaluación del atributo color durante 5 días almacenamiento .....	37
Cuadro 16. Optimización del atributo color con valor óptimo de 4,93.....	38
Cuadro 17. Evaluación del atributo apariencia general durante 5 días almacenamiento.....	40
Cuadro 18. Optimización del atributo apariencia general con valor óptimo de 4,72 .....	41

Cuadro 19. Evaluación del atributo sabor durante almacenamiento.....	43
Cuadro 20. Optimización del atributo sabor con valor óptimo 4,75.....	43
Cuadro 21. Evaluación del atributo color durante almacenamiento.....	45
Cuadro 22. Optimización del atributo sabor con valor óptimo 4,76.....	46
Cuadro 23. Evaluación del atributo de textura durante almacenamiento.....	48
Cuadro 24. Optimización del atributo textura con valor óptimo 4,7635. ....	48
Cuadro 25. Evaluación microbiológica .....	50

## INDICE DE FIGURA

### Página

Figura 1. Obtención de plátano verde en rodajas.....	15
Figura 2. Diseño experimental para la evaluación fisicoquímica de plátano variedad Inguiri en 5 días de almacenamiento.....	16
Figura 3. Diseño experimental para la evaluación sensorial del plátano en rodajas impregnadas de mezclas de antioxidantes en almacenamiento hasta los 30 días.....	17
Figura 4. Efectos principales para humedad de los tratamientos .....	23
Figura 5. Efectos del empaçado, espesor y tipo de antioxidante para pH en 5 días de almacenamiento .....	26
Figura 6. Efectos del empaçado, espesor y tipo de antioxidante para acidez titulable en 5 días de almacenamiento .....	28
Figura 7. Efectos del empaçado, espesor y tipo de antioxidante en textura en 5 días de almacenamiento. ....	31
Figura 8. Efectos del empaçado, espesor y tipo de antioxidante en sabor en 5 días de almacenamiento. ....	34
Figura 9. Efectos del empaçado, espesor y tipo de antioxidante para el atributo olor en 5 días de almacenamiento.....	36
Figura 10. Efectos del empaçado, espesor y tipo de antioxidante para el atributo color en 5 días de almacenamiento.....	39
Figura 11. Efectos del empaçado, espesor y tipo de antioxidante para el atributo apariencia general en 5 días de almacenamiento. ....	41

Figura 12. Efectos de tiempo y tipo de antioxidante en el sabor durante almacenamiento.....	44
Figura 13. Efectos principales para color del plátano verde variedad Inguiri durante el almacenamiento .....	46
Figura 14. Efectos principales para textura del plátano verde variedad Inguiri durante el almacenamiento. ....	49
Figura 15. Flujograma definitivo para almacenar plátano verde variedad Inguiri en rodajas empacada al vacío con antioxidante. ....	51

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, teniendo como objetivos: evaluar las características fisicoquímicas del plátano verde de la variedad Inguiri y los cambios fisicoquímicos (humedad, pH, acidez titulable) y sensoriales (textura, sabor, olor, color, apariencia general) que se producen en el almacenamiento. La materia prima fue almacenada utilizando empaques con diferentes espesores, impregnadas con soluciones antioxidantes al vacío y a la atmósfera y se almacenaron en refrigeración por 5 días y se realizó la evaluación sensorial a los 30 días de almacenamiento cada 5 días y luego se realizó el análisis microbiológico del mejor tratamiento. La materia prima presentó las siguientes características fisicoquímicas: Humedad 56,81%, proteínas 0,97%, grasa 0,18%, ceniza 0,79%, fibra 0,58, carbohidratos 40,67%, pH 5,90 y acidez 0,20%; a los 5 días de almacenamiento, los tratamientos que presentaron las mejores características fisicoquímicas fueron: T2 (empacado al vacío, espesor 10 mm, antioxidante de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico, 0,2 g bisulfito de sodio) y T3 (empacado al vacío, espesor 10 mm, antioxidante de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico, 0,5 g bisulfito). El tratamiento T2 presentó también mejores características sensoriales a los 5 días de almacenamiento y T3 a los 30 días de almacenamiento, los resultados del análisis microbiológico del mejor tratamiento (T3) estuvieron por debajo de los límites máximos permitidos por las normas de inocuidad.

**Palabras claves:** Musa, Musa paradisíaca, empacado al vacío.

## ABSTRACT

The present research was carried out in the Universidad Nacional Agraria de la Selva's laboratories, with the objective being: to evaluate the physicochemical characteristics of the Inguiri variety of green bananas, and the physicochemical (moisture, pH, titratable acidity) and sensory (texture, flavor, smell, color, general appearance) changes which are produced during storage. The raw material was stored using different thicknesses of packaging, soaking with different antioxidant solutions when vacuum sealing and in the atmosphere, and storing in refrigeration for five days. A sensory evaluation was done at thirty days of storage, every five days, and later a microbiological analysis was done of the best treatment. The raw material presented the following physicochemical characteristics: 56.81% moisture, 0.97% proteins, 0.18% fat, 0.79% ash, 0.58% fiber, 40.67% carbohydrates, 5.90 pH, and 0.20% acidity. At five days of storage, the treatments which presented the best physicochemical characteristics were: T2 (vacuum sealed; 10 mm thickness; antioxidant of 0.1 g of ascorbic acid, 0.2 g of citric acid, and 0.2 g of sodium bisulfite) and T3 (vacuum sealed; 10 mm thickness; antioxidant of 0.1 g of ascorbic acid, 0.2 g of citric acid, and 0.5 g bisulfite). Treatment T2 also presented the best sensory characteristics at five days of storage, and T3 at thirty days of storage. The results for the microbiological analysis of the best treatment (T3) were below the maximum allowable limits for the innocuity norms.

**Keywords:** Musa, Musa paradisíaca, vacuum sealed

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo existen cultivos de suma importancia tales como el arroz, el trigo, el maíz y seguidamente el plátano. La importancia del plátano es debido a que genera empleos e ingresos en diversos países, ya que es considerado como producto básico y de exportación, al mismo tiempo es parte fundamental dentro de la dieta diaria para los habitantes en más de ciento treinta países tropicales y subtropicales (MARTINEZ y REY, 2021)

El cultivo del plátano y banano en el Perú, tienen una gran importancia social y económica, por ser uno de los productos fundamentales en la dieta alimentaria del poblador, principalmente del habitante de la Amazonía peruana e incluso en las zonas tropicales del norte peruano, pero su comercialización en forma de fruta afronta el problema de la maduración y sobre maduración no existiendo técnicas para retardar este proceso biológico.

En el plátano que se comercializa actualmente en los mercados es necesario asegurar que su calidad visual y organoléptica no sea alterada además debe asegurarse la calidad fisicoquímica del producto, lo mencionado se podría lograr deteniendo el proceso metabólico al pelar los plátanos y empacarlos, pero sabemos que el plátano tiende a pardearse rápidamente durante la manipulación, operaciones de pelado y rebanado, e incluso en almacenamiento, disminuyendo así considerablemente la calidad comercial de la fruta (DÁVILA et al, 2016) siendo este pardeamiento especialmente atribuido a la oxidación de compuestos fenólicos por acción de la enzima polifenoloxidasas (PFO), la cual cataliza la conversión de fenoles a sus correspondientes quinonas, que son compuestos altamente reactivos que finalmente se polimerizan a melaninas (DÁVILA et al., 2016).

La técnica del plátano pelado empacado se mejora cuando lo empacamos al vacío habiendo previamente impregnado los plátanos con sustancias antioxidante permitidas y en dosis que no son dañinas para el consumidor,

conociendo que la impregnación con antioxidantes empacado al vacío permite incorporar en forma controlada y rápida compuestos externos, en las estructuras porosas de los tejidos del plátano variedad Inguiri, evitando el pardeamiento y la rancidez para una mejor conservación para un mejor almacenamiento y comercialización.

En la zona del Alto Huallaga productoras de plátano no se utiliza la tecnología de manejo y almacenamiento de plátano empacados al vacío con el espesor adecuado e impregnadas con soluciones antioxidantes para evitar el pardeamiento y la rancidez, por ello resulta necesario utilizar esta tecnología y mejorar su conservación.

Por lo tanto, se plantea siguientes objetivos:

- Evaluar las características fisicoquímicas del plátano verde variedad inguiri como materia prima.
- Evaluar los cambios fisicoquímicos y sensoriales del plátano verde variedad inguiri empacado y con soluciones antioxidantes a los 5 y 30 días de almacenamiento.
- Realizar el análisis microbiológico del mejor tratamiento después del almacenamiento.
- Definir el flujograma para la elaboración de plátano verde variedad Inguiri en rodajas empacado al vacío con antioxidantes.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos generales de plátano verde

#### 2.1.1. Plátano verde (*Musa paradisiaca* L.)

Plátano verde fue llegando a diferentes lugares como el Mediterráneo, las canarias y finalmente llegó al continente americano esto sucedió debido a la migración constante en la época. Dada las versiones de diferentes historiadores de talla internacional, el plátano tuvo sus inicios en Cuba, en donde existe un exquisito plato cuyo ingrediente principal es el plátano machacado y mezclado al cual se le conoce como fufú de plátano (FARFAN, 2020).

La expresión “plátano”, se utiliza normalmente para referirse a los bananos que son consumidos como frutas y también cocidos debido a su alto contenido de carbohidratos (DUSSÁN *et al.*, 2017).

La fácil asimilación de los hidratos de carbono en el ámbito de la nutrición es apreciada como un elemento alimenticio altamente energético, al mismo tiempo se debe tener en cuenta que no cuenta con demasiadas proteínas ni lípidos (DUSSÁN *et al.*, 2017).

En el mundo existen cultivos alimenticios de suma importancia tales como el arroz, el trigo, el maíz y seguidamente el plátano. Este último es consumido en mayor cantidad en zonas de cultivo con climas templados donde su sabor, valor nutritivo y la disponibilidad permanente es apreciado en gran manera. Tan solo en el centro y Oeste de África constituye la fuente principal de alimentación de 270 millones de personas (DUSSÁN *et al.*, 2017).

#### 2.1.2. Generalidades de la fruta

El plátano es una planta que se desarrolla óptimamente en las regiones de la selva tropical ya que son humedad y cálidas, la velocidad de

crecimiento de las plantas que registra es excepcional, pero todo ese se desarrolla según a condiciones ecológicas de zonas adecuadas. Entre ellas las más relevantes son a una temperatura de 27 °C, altura entre 0 a 1500 m.s.n.m, la precipitación no debe ser menor a los 1000 mm y un pH de 5 a 7,5. Además de ser una planta monocotiledónea herbácea que se origina a partir de cormos en los que se forman numerosas yemas laterales o hijos, las hojas se distribuyen en forma de hélice cuyas bases rodean el tallo, de manera que dan origen al pseudotallo. La flor del banano crece a través del centro del pseudotallo hasta que alcanza la superficie de la planta (MOZOMBITE, 2019).

BOLAÑOS (2020) indica que el plátano es una planta que produce a cada 8 meses, su desarrollo es mayor en suelos arenosos consta de corno subterráneo (tallo), en el cual nacen las raíces y los pecíolos de las hojas (pseudotallo); en la parte superior del corno está ubicado el meristemo principal la cual produce el racimo. Cuando el racimo emerge viene protegido por hojas modificadas llamadas brácteas generalmente de color rojo y que al desprenderse van descubriendo los grupos florales tanto masculinos como femeninos formándose a partir de estas últimas los frutos partenocarpicos y la bellota.

Según VILLÓN (2018) los plátanos tienen muy importante su valor nutricional, son conocidos por su alto contenido en carbohidratos, potasio y fósforo que se encuentran en mayor cantidad en este alimento, es un mineral importante para controlar el equilibrio de electrolítico del cuerpo humano, también es esencial para la función muscular, la transmisión de impulsos nerviosos, cardíacas y el buen funcionamiento del corazón y los riñones. (Ver Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Composición química del plátano.

<b>Composición química del plátano (%)</b>		
	<b>Verde</b>	<b>Maduro</b>
Agua	69,58	75,12
Almidón	15,37	4,21
Celulosa	7,54	0,92
Sacarosa	9,36	
Glucosa	0,58	5,19
Dextrosa	1,82	1,76
Gomas	0,67	1,6
Tanino	0,06	0,01
Proteínas	2,1	
Ceniza	0,76	0,76

**Fuente:** VASQUEZ y SALAZAR (2005)

VILLÓN (2018) manifiesta que los plátanos tienen muy importante su valor nutricional, son conocidos por su alto contenido en carbohidratos, potasio y fósforo que se encuentra en mayor cantidad en este alimento, es un mineral importante para controlar el equilibrio de electrolítico del cuerpo humano, también es esencial para la función muscular, la transmisión de impulsos nerviosos, cardíacas y el buen funcionamiento del corazón y los riñones.

## **2.2. Clasificación taxonómica**

El nombre de *Musa paradisiaca* Colla fue dado al grupo de los plátanos los cuales se cocinan y consumen cuando todavía están verdes. Según AREVALO (2018), la clasificación taxonómica del plátano verde fresco es la siguiente:

Nombre: *Musa paradisiaca*.

Clase: *Monocotiledónea (herbácea)*.

Orden: *Escitaminales*.

Familia: *Musaceae*.

Género: *Musa*.

Familia: *paradisiaca*.

## 2.3. Clasificación de los Antioxidantes

### 2.3.1. Ácido cítrico

Físicamente es un polvo cristalino blanco que puede presentarse de manera anhidra o como monohidrato, considerado un triácido carboxílico. (BAJAÑA, 2017). El ácido cítrico se utiliza principalmente en la industria alimentaria debido a su agradable sabor ácido y su alta solubilidad en agua., además ayuda a conseguir las siguientes características CORTÉS *et al.* (2011). El ácido cítrico es muy utilizado porque reduce el pardeamiento enzimático, y también es un buen conservante y un tipo de antioxidante que se puede añadir a la industrialización como un aditivo (DUSSÁN *et al.*, 2017).

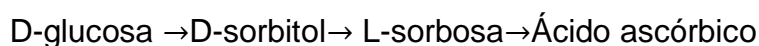
Según CORTÉS *et al.* (2011), se utiliza como saborizante y regulador de pH en bebidas de tipo natural o carbonatadas, se utilizan como:

- Acidulante y regulador de pH en dulces, conservas y caramelos.
- Previene la oxidación de verduras procesadas, en combinación con ácido ascórbico.
- En alimentos congelados detiene el proceso de deterioro del sabor, el color y ayuda a la acción de antioxidantes.
- Previene la oxidación enzimática de frutas y hortalizas enlatadas, resalta su sabor y disminuye el pH.
- Previene la oxidación de aceites y grasas.
- Resalta sabores y se usa como acidulante principalmente en la confitería y repostería.
- Emulsifica y texturiza quesos pasteurizados y procesados cuando se utiliza en forma de sal.
- Disminuye el pH en productos de pesca en presencia de otros antioxidantes o conservantes.
- Modifica la textura de la carne.
- Suele utilizarse como estabilizante en cremas batidas.
- El ácido cítrico además se incorpora al metabolismo, degradándose para producir energía. Es inocuo a las dosis añadidas en un alimento, tiene un IDA (Ingesta Diaria Admitida) si no se cumple con esta puede

causar erosión dental, irritación local e inhibir la reabsorción del calcio (PALADINES, 2017).

### 2.3.2. Acido ascórbico

Según ERAZO *et al.* (2013) ácido ascórbico, o vitamina C, es el aditivo más utilizado en la industrialización europea, donde se le ha asignado el código E 300. Se presenta como un polvo blanco ligeramente amarillento, casi inodoro, y de gusto ácido. El ácido ascórbico utilizado como aditivo alimentario es un producto de síntesis obtenido a partir de derivados de la glucosa, que son fermentados por bacterias acéticas, que puede simplificarse del siguiente modo:



Según SOARES *et al.* (2020) el ácido ascórbico es un ácido orgánico, con propiedades antioxidantes, se utilizan como los aditivos alimenticios para ayudar a preservar los alimentos. La exposición al oxígeno y la luz del sol son los dos factores principales que causan la oxidación de alimentos, por tanto, este actúa reduciendo y neutralizándolos factores que afectan a la oxidación en los alimentos.

Según GUAMANGALLO, (2018) en la industria de los alimentos, el ácido ascórbico es utilizado por dos razones: como suplemento vitamínico y como antioxidante proporcionando protección en la calidad nutricional y sensorial de los alimentos. Este ácido es el más recomendado para evitar o minimizar el pardeamiento enzimático, por su carácter vitamínico inofensivo.

Durante la reacción este compuesto se consume por oxidación, la protección que proporciona es temporal o momentáneo, también pueden aplicarse ácidos orgánicos para controlar el pardeamiento enzimático que disminuye el pH y garantiza la inocuidad microbiológica del alimento (GUAMANGALLO, 2018).

Según CODEX N. 1 - 192:(2013) la dosis permitida de ácido ascórbico en frutas y hortalizas es de 500 mg/kg.

### **2.3.3. Metabisulfito de sodio**

Este antioxidante tiene como fórmula química  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  y tiene un efecto inhibidor competitivo sobre la enzima responsable del pardeamiento enzimático conocida como polifenoloxidasas, debido a que atrapa los grupos sulfhídricos del sitio activo de esta enzima. El metabisulfito de sodio es el principal constituyente del bisulfito de sodio seco comercial, cuyos usos y propiedades son virtualmente idénticos (GUAMÁN, 2016).

Sulfitos (Mezcla de oxígeno y azufre “anhidrido sulfuroso” Sulfitos “El primer método utilizado para evitar el pardeamiento enzimático, fue la adición de sulfitos que actuaban como agentes reductores convirtiendo las O-quinonas en Di - fenoles menos reactivos para prevenir el desarrollo de melaninas” (ERAZO *et al.*, 2013).

De esta manera prevenían el pardeamiento enzimático, pero con investigaciones actuales este método fue descartado para las frutas y vegetales por producir alergia en algunas personas en especial en asmáticos. El Codex Alimentarius en la norma para las confituras, jaleas, mermeladas y puré da el valor máximo permitido 50 mg/kg como  $\text{SO}_2$  residual en el producto final (CODEX N. I – 192: 2013).

## **2.4. Tratamiento para industrializar los alimentos**

### **2.4.1. Eliminación del oxígeno**

Según YUPANGUI (2016), la exclusión o limitación de la influencia del oxígeno del aire al trabajar en sistema de vacío o en atmósfera modificadas representan medidas satisfactorias para mantener el plátano pelado al estado lo más natural posible, especialmente en lo que se refiere a textura y sabor.

### **2.4.2. Pardeamiento enzimático**

El plátano es uno de los productos más cultivado y comercializado en la provincia, pero por tratarse de una fruta muy perecible no ha podido ser aprovechado industrialmente en las temporadas que hay exceso de fruta ya que la fruta es climatérica y su proceso de maduración continua y en este lapso de tiempo puede sufrir alguna magulladura o daños físicos externos que provoquen que la fruta pierda su textura, firmeza y valor nutricional,

ocasionando perjuicios al producto final si lo procesan en este estado de descomposición. “El tejido celular cuando es dañado, puede ser por la manipulación o por daños físicos de la fruta, pierde su estructura y por ende se pone en contacto la enzima y el sustrato, y da inicio las reacciones de pardeamiento” (DUSSÁN et al., 2017).

### **2.4.3. Empacado al vacío**

Según BENAVIDES y VARON (2017) esta técnica consiste en la reducción de oxígeno al empacar un producto alimenticio con una película de polímero extruido, el vacío se consigue con la ayuda de una bomba que trabaja con presiones vacuo-métricas. La película presenta un bajo grado de permeabilidad y alta densidad, dependiendo de las características del producto a empacar, su objetivo es disminuir la perecibilidad y garantizar la inocuidad del alimento. Su diferencia con la técnica de atmósferas modificadas radica, en que esta utiliza inyección de gases inertes como el dióxido de carbono y nitrógeno, los cuales constituyen barreras a los gases del medio circundante, lo que a su vez disminuye las alteraciones organolépticas como el color.

### **2.4.4. Almacenamiento y empacado**

Según PÉREZ (2014), por ser el plátano un fruto climatérico, este continúa internamente una serie de reacciones y procesos bioquímicos hasta llegar a la maduración. Sí se requiere que el producto se mantenga verde por algunos días, debe cosecharse en el momento oportuno según el mercado de destino, y almacenarse y transportarse en vehículos refrigerados bajo las siguientes condiciones: Temperatura de 4 a 10 °C y Humedad Relativa de 85 a 95 %. PÉREZ (2014), enlista las ventajas más importantes del empaque al vacío:

- Mejora el color
- Buena apariencia del producto
- Mejora la textura
- Mejora el olor de los productos
- Alarga la vida de anaquel
- Maximiza las ganancias
- Reduce los costos de transporte 30

- Entre los principales beneficios que se llega a obtener con la utilización del empaçado al vacío tenemos:

- Al ser un envase hermético evitar la pérdida de peso (merma 0%) por pérdida de líquidos.

- Evitar contaminaciones posteriores a la elaboración
- Conserva la higiene desde la elaboración hasta el consumidor final.
- Evitar el “quemado” por congelado.
- Permitir un mejor manejo del stock de las materias primas
- Permite un mejor manejo del stock de los productos terminados.
- Ideal para el envasado y posterior control de porciones.
- Mejor manejo de las horas de trabajo y de los ciclos de producción.
- Ahorro en la distribución sin necesidad de reposiciones frecuentes.
- Reducir las devoluciones.
- Resguardo ante un corte en la cadena de frío.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

La investigación se realizó en los laboratorios de química, análisis de alimento, microbiología de alimentos y control de calidad, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) ubicados en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado en el departamento de Huánuco a una altitud de 660 m.s.n.m 09°17' 08" de Latitud sur, 75° 59' 52" de latitud oeste, con clima tropical húmedo y con una humedad relativa media de 84 % y temperatura media anual de 24 °C.

#### **3.2. Materia prima**

Plátano verde de variedad inguiri fdquirido del centro poblado de Santa Lucia (Tulumayo), distrito Pueblo nuevo, provincia Leoncio prado, región Huánuco.

#### **3.3. Equipos, materiales de laboratorios y reactivos**

##### **3.3.1. Equipos**

Balanza analítica Sartorius modelo M-Powers AZ-214 capacidad 210 g/0,1 mg, Made in USA. Balanza digital Sartorius capacidad 3100 g. Balanza electrónica Germany modelo XY3000-1BF, capacidad máxima 3300 g/0,1 g. Estufa modelo 9140 A- energía eléctrica de 220 por 50/60 Hz, 140 L, T° máx. 220 °C, medidas internas de trabajo 450 x 550 x550 mm, China. Selladora modelo Impulse seater KS. 100–250W A KS. 500-800W fuente 22 V 50 Hz / 60 HZ. México, de pHmetro modelo Toledo MP220, marca Mettler, equipo de empacadora al vacío marca Chield, modelo SB4D.

### 3.3.2. Materiales

Matraz Erlenmeyer de 50 mL, 250 mL, Marca Pyrex; buretas de 50 mL; pipetas volumétricas de 5 mL, 10 mL y 50 mL, marca Brand; Fiola de 50 mL, 100 mL, 250 mL y 500 mL, marca Brand; vasos de precipitación de 50 mL, 100 mL y 250 mL, marca Marienfeld y Boeco; Probetas graduadas de 10 mL, 50 mL, 100mL, 250 mL y 500 mL, marca Bomex; embudos de vidrio, 6 unidades, marca Brand; desecador tapa botón de vidrio, nuevo modelo 200, marca Simax; frascos de vidrio de 100gr, marca Dahi; placas petri – poliestireno – transparente, diámetro 55 mm, altura 14 mm, marca Brand; bagueta de vidrio, 25cm largo por 6 mm. de diámetro, marca Soviquim, Pinzas metálicas, vaso precipitado, desecadoras de vidrio.

### 3.3.3. Reactivos y solventes

Ácido ascórbico ( $C_6H_8O_6$ ); ácido cítrico ( $C_6H_8O_7$ ); metabisulfito ( $Na_2S_2O_5$ ); hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N; fenolftaleína ( $C_{20}H_{14}O_4$ ); agua destilada ( $H_2O_{dd}$ ).

### 3.4. Métodos de análisis

- Determinación de Acidez (Método N.T.C 4623. 1999).
- Determinación de pH (Método A.O.A.C 981.12, 1990).
- Determinación de humedad (Método A.O.A.C 930.04 1997).
- Determinación de textura, a partir de ensayos de punción en un analizador de textura (penetrómetro).
- Determinación de Mohos y Levadura (HERNANDEZ y CABALLERO, 2021) y (CEYLAN *et al.* 2017)
- Recuento de mesófilos aerobios totales (HERNANDEZ y CABALLERO, 2021) y (CEYLAN *et al.* 2017)

### 3.4.1. Análisis sensorial

Mediante pruebas sensoriales de aceptabilidad y preferencia manifestado por el grado de satisfacción con escala hedónica estructurada de cinco puntos según ANZALDÚA-MORALES (1994) y UREÑA *et al.* (1999).

### 3.4.2. Evaluación microbiológica

#### Mohos y levadura

Se pesó 10 g de muestra y 10 mL de agua y luego se añadió a un matraz Erlenmeyer con caldo pectonada con la muestra diluida en el matraz se agrega 1 mL a cada tubo ensayo desde  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$ , luego se siembra a cada placa Sabouraud glucosa 4% para luego llevar a incubar las placas a T° Ambiente 24 – 72 Horas. (ver anexo 1)

#### Recuento de mesófilos aerobios totales

Se pesó 10 g de muestra y se diluyó a 90 ml de caldo manitol, luego se filtró y se hizo diluciones de  $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$  y  $10^6$  1ml. Los dos últimos tubos sirvieron para extraer una muestra de 1ml para inocular en agar plate count e incubar a temperatura de 28 – 30° C por 24 a 48 horas (ver anexo 2).

### 3.5. Metodología experimental

La metodología experimental se dividió en cuatro fases bien definidas que se describe a continuación:

#### 3.5.1. Obtención de rodajas de plátano verde fresco

Se obtuvieron de acuerdo con el Flujograma indicado en la Figura 1 y que se describe a continuación:

- **Muestras y reactivos.** – Plátano verde, ácido cítrico, ácido ascórbico, metabisulfito de sodio y agua destilada.

- **Selección 1.**- Se seleccionaron las frutas sanas, descartando las que presentaron signos de deterioro biológico y mecánico.

- **Prelavado.** - Se lavó con agua corriente, eliminando por completo la suciedad de la fruta.

- **Desinfección.** - Se realizó mediante la inmersión en 10 litros de agua con solución de hipoclorito de sodio a 200 ppm.

- **Enjuague 1.** - Se realizó el enjuague de la fruta, permitiendo eliminar los residuos de la solución.

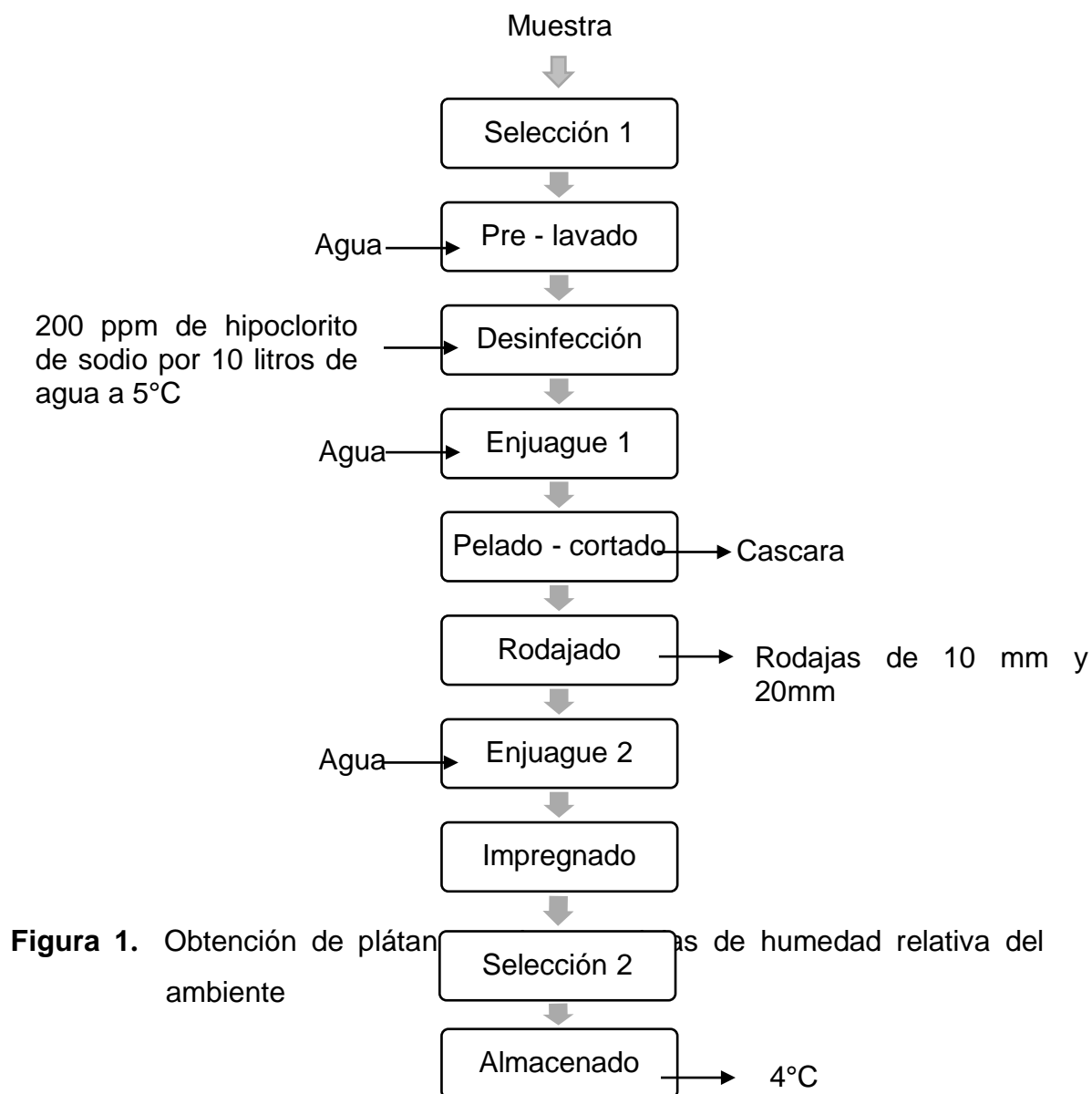
- **Pelado y cortado.** - Se procedió al pelado del fruto y el corte de los péndulos y partes defectuosas

- **Rodajeados.** - Se rodajearon un espesor de 10 y 20 mm
- **Enjuague 2.**- Se realizó para eliminar algunas partículas que se encuentra en rodajas de plátano.
- **Impregnado.** - Se impregnaron con soluciones antioxidantes.
- **Selección 2.**- Se seleccionaron las rodajas de buen estado.
- **Envasado.** - Algunos trozos fueron empacados a vacío y otros sin vacío en bolsas polietileno.
- **Almacenado.** - Se almacenaron a temperaturas de 4°C y 10° C para ser evaluados cada 5 días por 30 días.

### 3.5.2. Evaluación sensorial

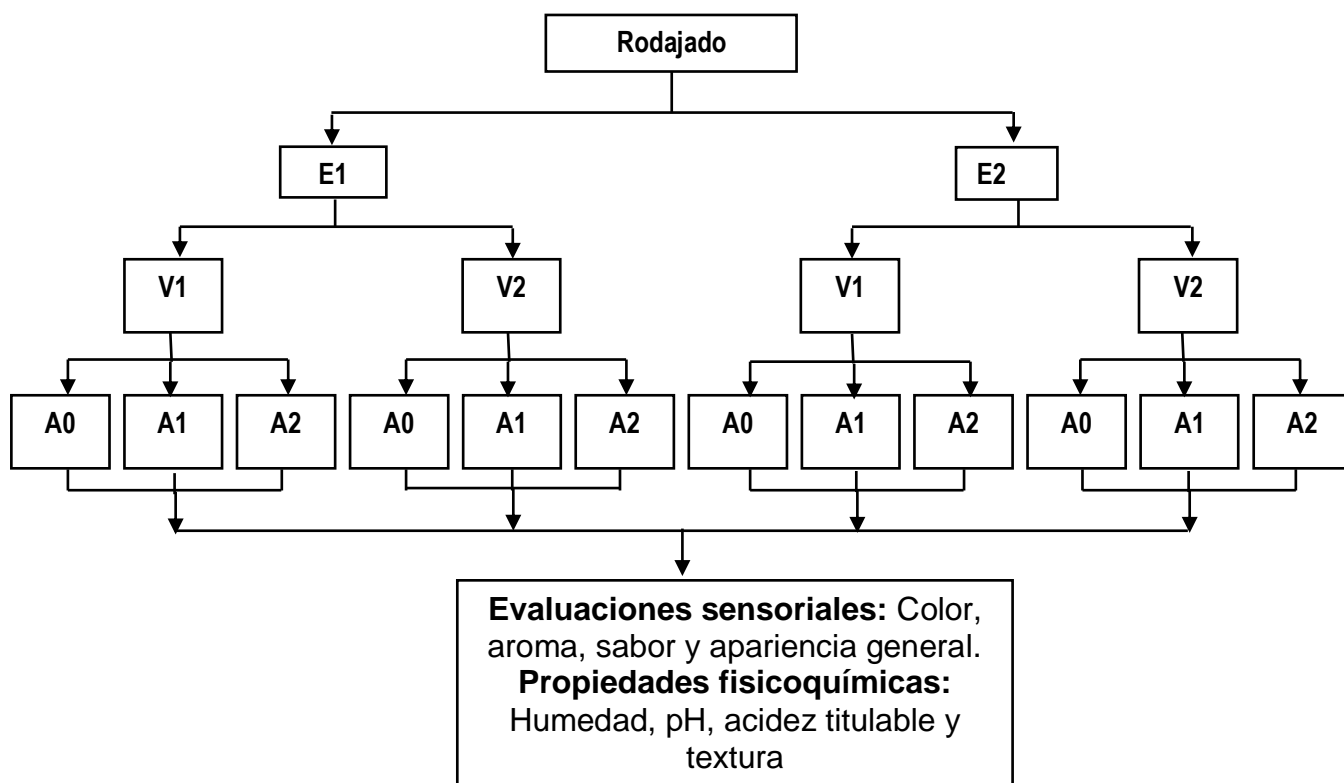
El análisis sensorial fue realizado a todas las formulaciones incluido el tratamiento patrón o testigo. Los plátanos fritos fueron evaluados por 15 panelistas semi entrenados en los atributos: color, aroma, sabor y apariencia general.

Para la selección de las mejores formulaciones se realizaron pruebas sensoriales de aceptabilidad y preferencia manifestado por el grado de satisfacción, para el cual se utilizó una escala hedónica de cinco puntos (Anexo 1). Se entregaron a los panelistas las muestras codificadas con números aleatorios de tres cifras, solicitándoles que luego de su primera impresión respondan cuánto le agrada o desagrade el producto. Las respuestas se anotaron en una ficha de acuerdo con una escala numérica. La calificación fue por cada atributo (sabor, olor, color y apariencia general).



### 3.6. Diseño experimental

En la Figura 2, se muestra el esquema del diseño experimental con los diferentes tratamientos y evaluaciones que se hizo en el presente trabajo de investigación.



**Figura 2.** Diseño experimental para la evaluación fisicoquímica de plátano variedad Inguiri en 5 días de almacenamiento.

Donde:

E1: 10 mm Espesor

E2: 20 mm Espesor

V<sub>1</sub>: Empacado al vacío

V<sub>2</sub>: Empacado a la presión atmosférica

A0: sin antioxidante

A1: 0,1g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio

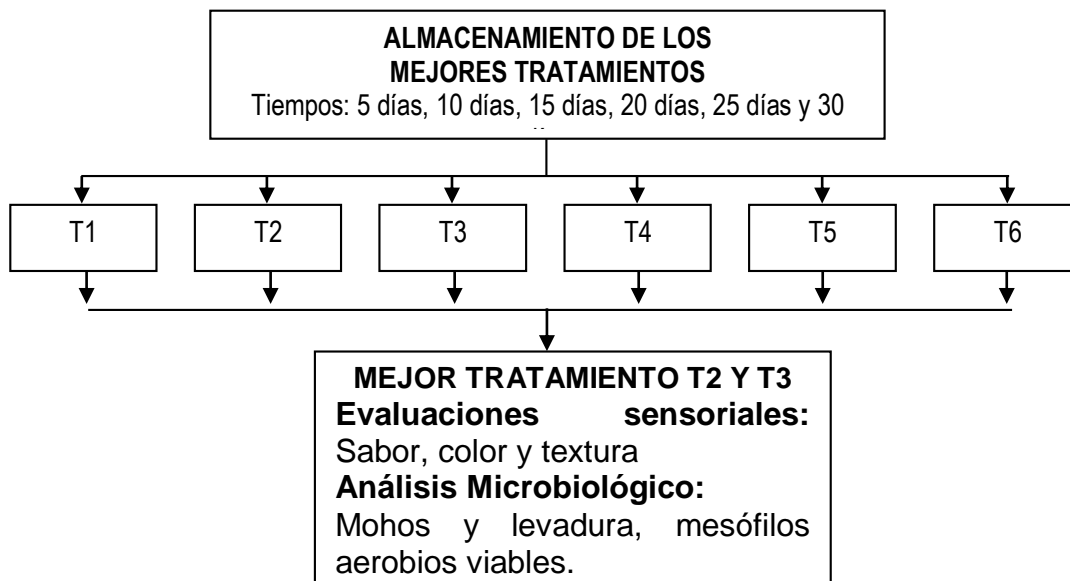
A2: 0,1g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio

En la Figura 3 se tiene el diseño experimental para el almacenamiento y los análisis del mejor tratamiento, donde:

$T1 = 5 \text{ Días}$   $T2 = 10 \text{ Días}$

$T3 = 15 \text{ Días}$   $T4 = 20 \text{ Días}$

$T5 = 25 \text{ Días}$   $T6 = 30 \text{ Días}$



**Figura 3.** Diseño experimental para la evaluación sensorial del plátano en rodajas impregnadas de mezclas de antioxidantes en almacenamiento hasta los 30 días.

### 3.7. Análisis estadístico

Los resultados de los diseños experimentales fueron evaluados estadísticamente empleando para el aceptabilidad y almacenamiento desde los 5 días análisis de superficie de respuesta, con un ANVA completo al azar con arreglo factorial de  $2^3$  con tres repeticiones, cuyo modelo matemático, con tres repeticiones donde se determinó el análisis de varianza, el coeficiente de correlación, optimización de la respuesta y las pruebas de múltiples rangos donde se visualizó las diferencias estadísticas usando la prueba de diferencia de Tukey con  $p \leq 0,05$ . (DAZA 2010), se utilizó la siguiente ecuación:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + (A*B)_{ij} + (A*C)_{ik} + (B*C)_{jk} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Resultado de la evaluación.

$\mu$  = Efecto medio de las evaluaciones.

$A_i$  = Efecto del i-ésimo tipo de empaçado

$B_j$  = Efecto del j-ésimo dimensión de espesor

$C_k$  = Efecto del j-ésimo tipo de Antioxidante

$E_{ijk}$  = Error experimental.

Para el almacenamiento se hizo un diseño bloques completo al azar, mediante arreglo factorial multinivel de  $6 \times 2$  con tres repeticiones donde se obtuvo el ANVA, los coeficientes de regresión, la optimización de la respuesta y las pruebas de múltiples rangos donde se visualizó las diferencias estadísticas, usando la prueba de diferencia de Tukey con  $p \leq 0,05$ . (DAZA 2010) se utilizó la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (A*B)_{ij} + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Resultado de la evaluación.

$\mu$  = Efecto medio de las evaluaciones.

$A_i$  = Efecto del i-ésimo tiempo de almacenamiento

$B_j$  = Efecto del jésimo tipo de antioxidante

$E_{ij}$  = Error experimental

El análisis estadístico se realizó mediante el software  
STATGRAHICS CENTRION XVII

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Evaluación fisicoquímica de la materia prima

En el Cuadro 2 se indican los valores de la caracterización fisicoquímica del plátano verde.

**Cuadro 2.** Composición químico proximal del plátano verde

Componentes	% Base húmeda
Humedad	56,81 ± 0,026
Proteínas	0,97 ± 0,020
Grasa	0,18 ± 0,017
Ceniza	0,79 ± 0,026
Fibra	0,58 ± 0,020
Carbohidratos	40,67 ± 0,030
pH	5,90 ± 0,100
Acidez	0,20 ± 0,017

Plátanos recién cosechados, aún verdes, contienen hasta un 80% de almidón. A medida que va madurando, el almidón se va convirtiendo en azúcar. En plátanos muy maduros puede llegar a contener tan solo un 1% de almidón, siendo el resto azúcares. El contenido de carbohidrato es predominante en el fruto verde, esta se encuentra entre 78,9% y 85.9%, muy superior a 40,67%. Es decir que los plátanos verdes recién recogidos tienen mayor a 80% de almidón que es un carbohidrato complejo bueno para la dieta y para plátanos maduros más azúcar y menos almidón (DADZIE y ORCHARD, 1997).

El contenido de grasa que se obtuvo fue de 0.18% dentro del rango encontrados de 0,2% - 0,6% es posible que algunos factores relacionados con el cultivo de esta fruta, tales como la época de cosecha, el tipo de suelo, y el grado de madurez, entre otros, hayan influido en las diferencias encontradas (LOÚ,

2016).

PONCE (2018) menciona el contenido de fibra que existe una amplia diferencia entre dos variedades de plátano, encontrándose en un rango de 1,6 a 3%, un valor superior a lo encontrado de 0.58%. Menciona además que su ingesta diaria recomendada es de 25 g al día; esto incluye fibra soluble e insoluble.

Proteína es un macronutriente esencial para mantener las funciones saludables de todo sistema encontrando en el plátano verde 1,16 % valor superior a 0,97 % en este estudio (LOÚ, 2016).

El pH encontrado fue de 5,9. PONCE. (2018) menciona que el incremento progresivo del pH está relacionado a la actividad bioquímica del fruto, esto debido a la respiración y la conversión de los azúcares más simples, perdiendo así su acidez y siendo más dulce.

Las cenizas son el contenido de material inorgánico en plátano verde se encontró 0,79% en base húmeda, sin embargo, la referencia muestra que previo a la extracción de almidón es de 1,55% p/p  $\pm$ 0,17% o 10,90% p/p  $\pm$ 0,17% en base seca, un valor aproximado al referencial 8,9% p/p en base seca para el género Musa (QUICENO, 2014).

La acidez titulable fue de 0,20% entre 0,5 % a 1 % en plátano verde fresco, quien afirma que esto se incrementa durante la maduración del fruto, los ácidos orgánicos son respirados o convertidos en azúcares; por lo tanto, se incrementan los niveles de ácidos orgánicos. Además, el incremento de este ácido ocurre aceleradamente en el cambio de verde claro a amarillo intenso, proceso que está altamente relacionado con el sabor que toma el fruto durante la maduración (QUICENO, 2014).

## **4.2. Evaluación fisicoquímica a los 5 días de almacenamiento**

### **4.2.1. Humedad**

En el Anexo 4 y 5 se tiene los datos de humedad y análisis de varianza. En el Cuadro 3, se observa que el empacado al vacío tiene menor humedad (60,28 %) que el empacado a la atmosfera (62,28%), lo que indica que la absorción de agua del medio circundante es mínima por lo tanto es posible su

conservación. Estos valores están dentro de los rangos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE 2014) que establece un rango de humedad para tubérculos procesados es de 50 a 60 %.

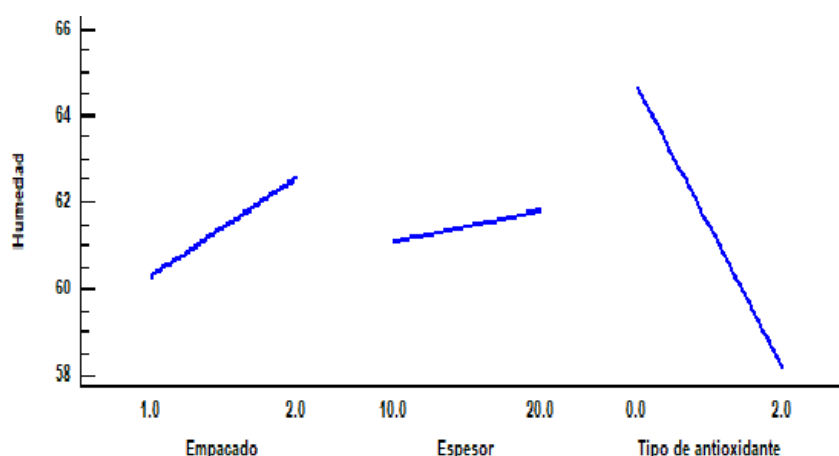
La humedad en el plátano con espesor de 10 mm es igual estadísticamente que el de 20 mm de espesor. En caso de las rodajas impregnadas con antioxidantes la menor humedad obtuvo la mezcla, con 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio (1); sin diferencia significativa con la mezcla 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio (2).

**Cuadro 3.** Humedad en almacenamiento en 5 días de almacenamiento.

TRATAMIENTOS	HUMEDAD (%)
Al Vacío	60,28 <sup>a</sup>
A la atmósfera	62,58 <sup>b</sup>
<b>Espesor</b>	
10 mm	61,06 <sup>a</sup>
20 mm	61,07 <sup>a</sup>
<b>Tipo de antioxidante</b>	
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio	59,18 <sup>a</sup>
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio	59,28 <sup>a</sup>
Sin antioxidante	65,82 <sup>b</sup>

Letras iguales no hay diferencia.

En el estudio del comportamiento de las variables se determinó la optimización de respuesta al minimizar el porcentaje de humedad a 55,94% como se puede observar en el Cuadro 4. Valores óptimos de humedad con 10 mm de espesor, empacado al vacío y mezcla dos (M2) de antioxidantes.



**Figura 4.** Efectos principales para humedad de los tratamientos.

**Cuadro 4.** Optimización de respuesta de la humedad con valor óptimo de 55,94%.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Empacado	1,0	2,0	1,0
Espesor	10,0	20,0	10,0
Tipo de antioxidante	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>2</sub>

1 = Al vacío

10 = Espesor 10 mm

2 = Sin vacío

20 = Espesor 20 mm

M<sub>1</sub> = 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico (1) y 0,2 g bisulfito de sodio

M<sub>2</sub> = 0,2 g bisulfito de sodio y 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio

En la Figura 4, se puede observar que el tipo de antioxidante tiene mayor influencia en el porcentaje de humedad durante el almacenamiento, a continuación, le sigue el tipo de empacado y por último el espesor

Para el porcentaje de humedad se estableció una vinculación entre variables en estudio y sus interacciones mediante una ecuación estudiando la regresión cuyos datos de los coeficientes se presentan a continuación (QUICENO, 2014).

$$\text{Humedad (\%)} = 54,4532 + 6,2864 * A + 0,4448 * B - 3,4254 * C - 0,2602 * A * B - 0,0875 * A * C + 0,0189 * B * C$$

A = empaçado, B= Espesor. C = tipo de antioxidante

#### 4.2.2. pH

En el Anexo 6 y 7 se tiene los resultados de pH y el análisis de varianza donde se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

En el Cuadro 5, se aprecia la diferencia estadística significativa en el tipo de empaçado siendo el que tiene mayor pH el empaçado al vacío y espesor de 10 mm con un valor de 6,03 y 5,94 que se asemeja a cero días de almacenamiento respectivamente con respecto a los tipos de antioxidante no existe diferencia significativa con las mezclas 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio (2) que no varía estadísticamente de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio (1) pero si varían significativamente con el tratamiento sin antioxidante.

**Cuadro 5.** pH en almacenamiento en 5 días de almacenamiento.

TRATAMIENTOS	pH
Al Vacío	6,34 <sup>a</sup>
A la atmósfera	5,68 <sup>b</sup>
<b>Espesor</b>	
10 mm	5,94 <sup>a</sup>
20 mm	5,77 <sup>b</sup>
<b>Mezcla de antioxidante</b>	
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio	6,00 <sup>a</sup>
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio	5,98 <sup>a</sup>
Sin antioxidante	5,59 <sup>b</sup>

Letras iguales no hay diferencia.

En el Cuadro 6 se observa que en la optimización con la factorial multinivel el empaçado el mejor tratamiento resultó el empaçado al vacío, 10 mm de espesor y mezcla de antioxidante de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito (2).

Los valores de pH encontrados están dentro del rango encontrado por (VASQUEZ R et al., 2008), según este autor el intervalo de valores de pH en plátano verde está entre 4,9 a 5,4.

**Cuadro 6.** Optimización de respuesta del pH con valor óptimo de 6,34.

<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Óptimo</b>
Empacado	1,0	2,0	1,0
Espesor	10,0	20,0	10,0
Tipo de antioxidante	0,0	2,0	2,0

1 = Al vacío

10 = Espesor 10 mm

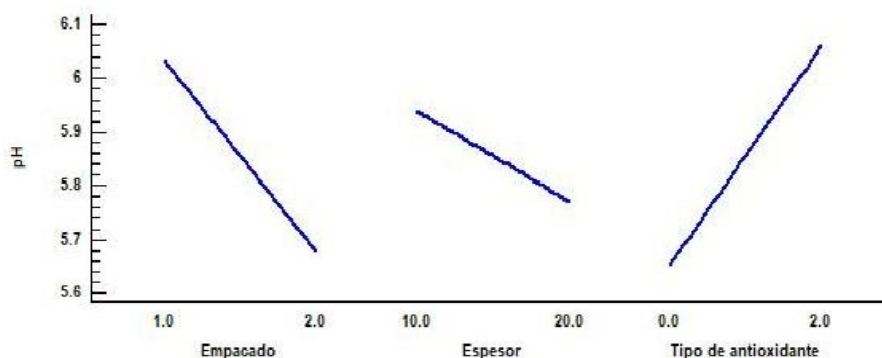
2 = Sin vacío

20 = Espesor 20 mm

0,0 = Sin antioxidante

0,2 = 0,2 g bisulfito de sodio y 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio

En la Figura 5 nos demuestra que los mejores tratamientos son aquellos que tiene mayor pH, es decir rodajas de plátano empaçados al vacío, con 10 mm de espesor y con el antioxidante 2, esto debido a que a medida que disminuye el pH indica que el producto se está acidificando por alguna acción propia del producto o por un factor externo como la presencia de microorganismos que mayormente son mohos y levaduras (VASQUEZ R, et al., 2008),



**Figura 5.** Efectos del empaçado, espesor y tipo de antioxidante para pH en 5 días de almacenamiento.

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos siendo:

$$\text{pH} = 5,78472 + 0,1694*A + 0,0108*B + 0,3042*C - 0,0244*A*B - 0,1583*A*C + 0,0092*B*C$$

A = empaçado, B= Espesor. C = tipo de antioxidante

#### 4.2.3. Acidez titulable

En el Anexo 8 y 9 se tiene las determinaciones de la acidez titulable a los 5 días de almacenamiento y el ANVA, donde observamos que la acidez titulable tiene diferencia significativa en las tres variables en estudio, pero no en las interacciones. Para determinar la diferencia estadística se realizó la pruebas de múltiples rangos para acidez titulable por empaçado, espesor y antioxidante del plátano verde variedad Inguiri mediante la prueba de diferenciación de Tukey HSD cuyos valores se tienen en el Cuadro 7.

**Cuadro 7.** Acidez titulable en almacenamiento en 5 días de almacenamiento

TRATAMIENTOS	ACIDEZ TITULABLE (%)
Al Vacío	0,40 <sup>a</sup>
A la atmósfera	0,61 <sup>b</sup>
<b>Espesor</b>	
10 mm	0,41 <sup>a</sup>
20 mm	0,59 <sup>b</sup>
<b>Mezcla de antioxidante</b>	
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio	0,42 <sup>a</sup>
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio	0,47 <sup>a</sup>
- Sin antioxidante	0,63 <sup>b</sup>

Letras iguales no hay diferencia.

Apreciándose la diferencia estadística en el tipo de empaque siendo el que tiene menor acidez titulable el empaque al vacío con un valor de 0,4% que difiere al encontrado a cero días de almacenamiento, el espesor con menor acidez titulable es el de 10 mm con un valor que difiere al de 0 días de almacenamiento con respecto a la mezcla de antioxidantes no hubo diferencia significativa entre ellos; pero si varían significativamente con el tratamiento sin antioxidantes.

QUICENO et al. (2014) muestra que en el plátano existen tres tipos de ácidos donde el que predomina es el málico, y tanto el cítrico y oxálico van incrementando su nivel de acuerdo con el proceso de maduración del plátano, desde 0,7% a 1,5% de verde a maduro.

En el Cuadro 8 se tiene la optimización de respuesta al minimizar la acidez titulable con valor óptimo de 0,40%, donde el empaque óptimo es el que corresponde al empaque al vacío, 10 mm de espesor y a 0,1

g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio como antioxidante.

El aumento en general de los valores de acidez contrasta con la disminución en los valores de pH. En general, considerando todos los tratamientos, el valor óptimo de acidez titulable fue de 0,40% de ácido málico donde la disminución del pH y aumento de la acidez titulable en el plátano, está relacionado con la degradación de almidón en azúcares reductores o su conversión en ácido pirúvico (TORRES et al., 2013).

**Cuadro 8.** Optimización de respuesta acidez titulable con valor óptimo de 0,2014%

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Empacado	1,0	2,0	1,0
Espesor	10,0	20,0	10,0
Tipo de antioxidante	0,0	2,0	2,0

1 = Al vacío

10 = Espesor 10 mm

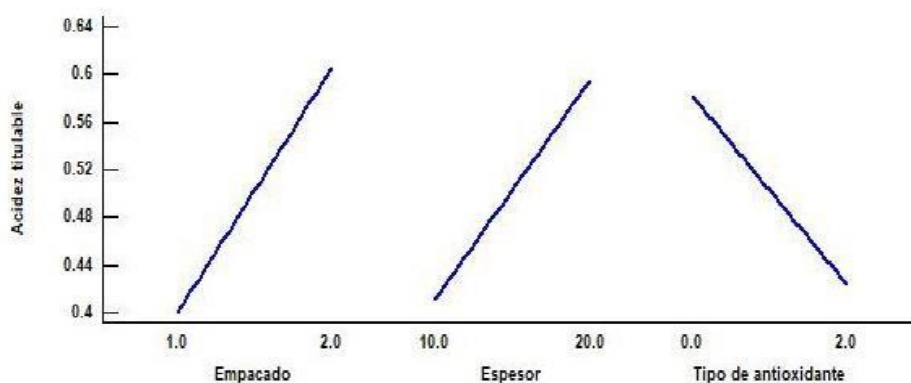
2 = Sin vacío

20 = Espesor 20 mm

0,0 = Sin antioxidante

2 = 0,2 g bisulfito de sodio y 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio

En la Figura 6 se tiene los efectos principales para acidez titulable del plátano verde variedad Inguiri donde se demuestra lo expresado en el Cuadro 8.



**Figura 6.** Efectos del empacado, espesor y tipo de antioxidante para acidez titulable en 5 días de almacenamiento

La acidez titulable en los tejidos de la pulpa de la mayoría de los cultivares de bananos, muestra grandes aumentos durante la maduración o a medida que la maduración progresa. Por lo tanto, la acidez titulable total podría ser utilizada como un índice de maduración y actividad funcional, tales como la respiración, la temperatura baja, provocando así que el uso de los ácidos orgánicos sea menor (CACHAY, 2017).

Vinculamos la forma de empaçado, espesor y el tipo de antioxidante y sus interacciones expresándolo mediante una ecuación de regresión determinando los coeficientes de correlación como se observa a continuación:

$$\text{Acidez titulable ()} = 0,286 + 0,0806*A + 0,0058*B - 0,2042*C + 0,0056*A*B + 0,0417*A*C + 0,0042*B*C$$

A = empaçado, B= Espesor. C = tipo de antioxidante

#### 4.2.4. Textura

En el Anexo 10 y 11 se tiene las determinaciones de la textura a los 5 días de almacenamiento y el ANVA donde observamos que la textura tiene diferencia significativa entre los tratamientos.

Hay pocas relaciones entre este atributo de calidad y mediciones instrumentales que hayan sido estudiados en el plátano. las pruebas de penetrómetro han sido los ensayos reológicos más utilizados para describir las diferencias condiciones de procesamiento texturales estas penetraciones tuvieron una extensión de un 70% ce grosor de los cortes (7mm). (CASTELLANOS et al., 2016). En el Cuadro 9 se puede observar la diferencia estadística en el tipo de empaçado.

**Cuadro 9.** Textura en almacenamiento en 5 días de almacenamiento

TRATAMIENTOS	TEXTURA (kgf/cm <sup>2</sup> )
Al Vacío	6,54 <sup>a</sup>
A la atmósfera	5,97 <sup>b</sup>
<b>Espesor</b>	
10 mm	6,40 <sup>a</sup>
20 mm	6,12 <sup>b</sup>
<b>Mezcla de antioxidante</b>	
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio	6,44 <sup>a</sup>
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio	6,35 <sup>a</sup>
- Sin antioxidante	5,98 <sup>b</sup>

Letras iguales no hay diferencia.

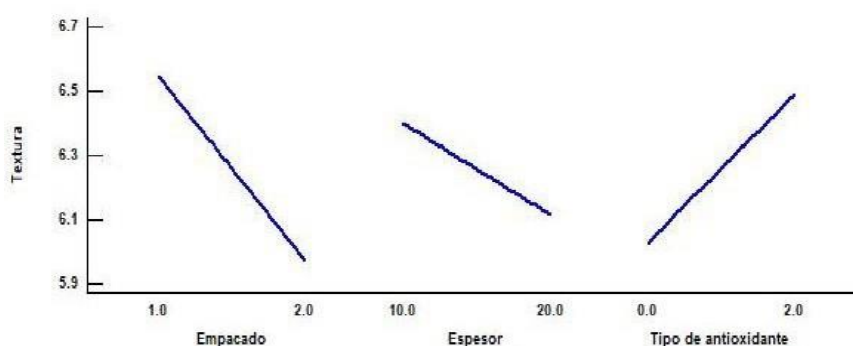
El que tiene mayor textura es el empacado al vacío con un valor de 6,54 Kgf/cm<sup>2</sup> en espesor el que tiene mayor textura es el espesor de 10 mm con valor de 6,40 kgf/cm<sup>2</sup> y en los tipos de antioxidante el mejor lo constituye el que corresponde a 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio (2) con 6,35 kgf/cm<sup>2</sup> y que no varían estadísticamente de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio (1) con 5,9833 kgf/cm<sup>2</sup>; pero que si varían con el tratamiento sin antioxidante

En el Cuadro 10 se tiene la optimización de respuesta al maximizar la textura con valor de 6,54 kgf/cm<sup>2</sup>, donde el empacado óptimo es el que corresponde al empacado al vacío, en el espesor es el de 10 mm y en el tipo de antioxidante es el de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio.

**Cuadro 10.** Optimización de la textura con valor óptimo de 6,54 kgf/cm<sup>2</sup>.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Empacado	1,0	2,0	1,0
Espesor	10,0	20,0	10,0
Tipo de antioxidante	0,0	2,0	2,0

En la Figura 7 se tiene los efectos principales para textura del plátano verde variedad Inguiri según lo explicado en el Cuadro 10.

**Figura 7.** Efectos del empacado, espesor y tipo de antioxidante en textura en 5 días de almacenamiento.

La textura es un importante impulsor de las preferencias del consumidor entre los dispositivos de prueba instrumentales, están los texturómetros, los cuales imitan las condiciones de la masticación y presentan excelentes correlaciones con las evaluaciones sensoriales de textura (GRANADOS et al., 2014).

Los valores de los coeficientes de correlación de la forma de empacado, espesor y el tipo de antioxidante y sus interacciones se indican a continuación en la ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Textura} = 6,8875 - 0,1972*A - 0,0058*B + 0,1792*C - 0,0211*A*B - 0,058*A*C + 0,0092*B*C$$

A = empacado, B= Espesor. C = tipo de antioxidante

### **4.3. Evaluación sensorial del plátano verde después de 5 días de almacenamiento**

#### **4.3.1. Sabor**

En el Anexo 12 y 13 se tiene las determinaciones del sabor a los 5 días de almacenamiento y el análisis de varianza donde observamos que el sabor tiene diferencia significativa en las variables en estudio, incluyendo dos interacciones en el de forma de empaçado con espesor y forma de empaçado con tipo de antioxidante

El sabor es la sensación recibida en estímulo provocado por sustancias químicas solubles sobre las papilas gustativas, estas nos informan sobre la magnitud y cualidad del producto evaluado es la característica que identifica y diferencia a un alimento y no el gusto, debido a que se requiere de ofalto, vista y gusto para describir el alimento, puesto que si se presenta alguna anomalía en vista u olfato el evaluador podrá describir si el alimento es dulce, salado, ácido o amargo, más no podrá determinar correctamente de que alimento se trata (FLORES, 2018).

En el Cuadro 11, se aprecia la diferencia estadística en el tipo de empaçado siendo el que tiene mayor sabor el empaçado al vacío con un valor de 4,36 puntos que corresponden según la escala hedónica del Anexo 24 a la calificación de gusta regular a gusta mucho, en lo que respecta al espesor el que tiene mayor puntaje es el de 10 mm con un valor de 4,01 puntos que corresponde a gusta regularmente y en los antioxidantes no hubo diferencia significativa entre las mezclas (1) y (2) pero si con el tratamiento sin antioxidantes. sí varían con el tratamiento sin antioxidante, con valores de 3,98, 3,92 y 3,75 puntos respectivamente con un calificativo gustan regularmente.

**Cuadro 11.** Evaluación del atributo sabor en 5 días de almacenamiento.

TRATAMIENTOS	SABOR
Al Vacío	4,36 <sup>a</sup>
A la atmósfera	3,41 <sup>b</sup>
<b>Espesor</b>	
10 mm	4,01 <sup>a</sup>
20 mm	3,76 <sup>b</sup>
<b>Tipo de antioxidante</b>	
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio	3,98 <sup>a</sup>
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio	3,92 <sup>a</sup>
- Sin antioxidante	3,75 <sup>b</sup>

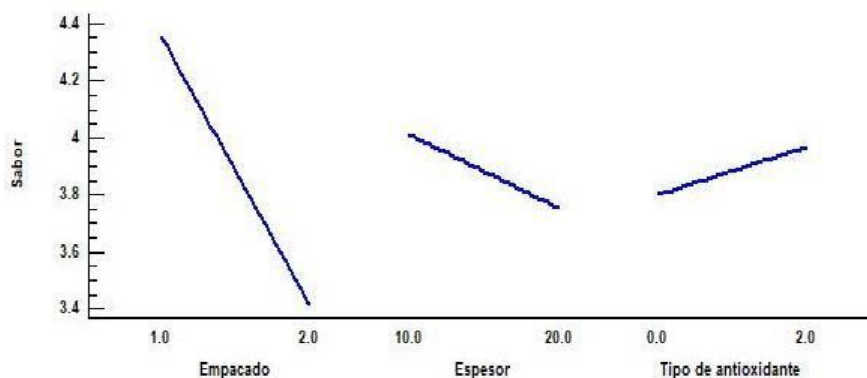
Letras iguales no hay diferencia.

En el Cuadro 12 se tiene la optimización de respuesta al maximizar el sabor del plátano verde variedad Inguiri con un valor de 4,36 puntos que corresponde al calificativo de gusta mucho, donde el empaçado óptimo es el que corresponde al empaçado al vacío, el espesor es el de 10 mm y mezcla de antioxidantes de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio.

**Cuadro 12.** Optimización del atributo sabor con valor óptimo de 4,36.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Empacado	1,0	2,0	1,0
Espesor	10,0	20,0	10,0
Tipo de antioxidante	0,0	2,0	2,0

En la Figura 8 se tiene los efectos principales para sabor del plátano verde variedad Inguiri donde se demuestra que los mejores tratamientos son aquellos que tienen mayor valor en puntos tal como lo indica el Cuadro 12



**Figura 8.** Efectos del empaçado, espesor y tipo de antioxidante en sabor en 5 días de almacenamiento.

Los valores de los coeficientes de correlación de la forma de empaçado, espesor y el tipo de antioxidante y sus interacciones se indican a continuación en la ecuación del modelo ajustado para el atributo sabor.

$$\text{Sabor} = 5,85 - 0,9944*A - 0,0806*B + 0,4833*C + 0,0289*A*B - 0,3833*A*C + 0,0117*B*C$$

A = empaçado, B= Espesor. C = tipo de antioxidante

#### 4.3.2. Olor

En el Anexo 14 y 15 se tiene las determinaciones del olor a los 5 días de almacenamiento y el ANVA donde observamos que el olor tiene diferencia significativa en las tres variables en estudio, incluyendo dos interacciones en el de forma de empaçado con espesor y forma de empaçado con tipo de antioxidante.

El olor son las sensaciones que se producen en el epitelio olfativo, localizado en la parte superior de la cavidad nasal, cuando es estimulado por determinadas sustancias químicas volátiles. El olor como atributo del producto tuvo resultados adecuados que están dentro de los parámetros normales para bocaditos de productos vegetales, demostrando así que el producto es apto para el consumo humano y que contó con la asepsia necesaria durante su preparación (FLORES, 2018).

En el Cuadro 13 se aprecia la diferencia estadística significativa en la forma de empaçado siendo el que tiene mejor olor el empaçado al vacío con un valor de 4,26 puntos que corresponden según la escala hedónica del Anexo 24 a la calificación regular y mucho a plátano verde, en lo que respecta al espesor el que tiene mayor puntaje es el de 10 mm con un valor de 4,15 puntos que corresponde a regular a plátano verde, en los tipos de antioxidante hubo diferencia significativa entre las mezclas de antioxidantes con valores de 4,10, 3,95 y 3,84 puntos respectivamente con un calificativo que equivale a regular a plátano verde.

**Cuadro 13.** Evaluación del atributo olor en 5 días almacenamiento.

<b>Empacado</b>	<b>OLOR (%)</b>
Al Vacío	4,26 <sup>a</sup>
A la atmósfera	3,67 <sup>b</sup>
<b>Espesor</b>	
10 mm	4,15 <sup>a</sup>
20 mm	3,78 <sup>b</sup>
<b>Tipo de antioxidante</b>	
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio	4,10 <sup>a</sup>
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio	3,95 <sup>b</sup>
- Sin antioxidante	3,84 <sup>c</sup>

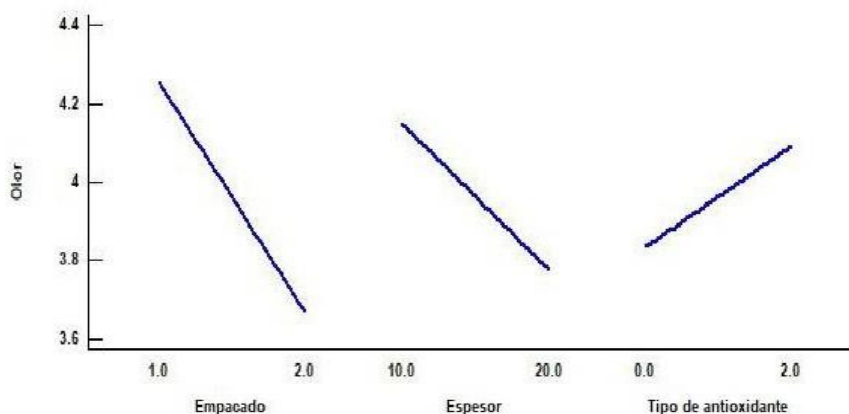
Letras iguales no hay diferencia.

En el Cuadro 14 al maximizar el olor del plátano verde variedad Inguiri con valor de 4,26 puntos que corresponde al calificativo de mucho a plátano verde, el óptimo corresponde al empaçado al vacío, el espesor es el de 10 mm y en el tipo de antioxidante es el de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 bisulfito de sodio.

**Cuadro 14.** Optimización del atributo olor con valor óptimo de 4,26.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Empacado	1,0	2,0	1,0
Espesor	10,0	20,0	10,0
Tipo de antioxidante	0,0	2,0	2,0

En la Figura 9 se tiene los efectos principales para olor donde se demuestra que los mejores tratamientos son aquellos que tienen mayor valor en puntos tal como lo indica el Cuadro 13

**Figura 9.** Efectos del empacado, espesor y tipo de antioxidante para el atributo olor en 5 días de almacenamiento.

Los valores de los coeficientes de correlación de la forma de empacado, espesor y el tipo de antioxidante y sus interacciones se indican a continuación en la ecuación del modelo ajustado para el atributo olor:

$$\text{Olor} = 5,9931 - 1,1250*A - 0,0997*B + 0,4292*C + 0,04556*A*B - 0,1417*A*C - 0,0058*B*C$$

A = empacado, B= Espesor. C = tipo de antioxidante

#### 4.3.3. Color

En el Anexo 16 y 17 se tiene las determinaciones del color a los 5 días de almacenamiento y el ANVA donde observamos que el color tiene diferencia significativa en las tres variables en estudio, incluyendo la interacción de la forma de empacado con espesor.

Según GALLEGOS (2013) el color del fruto es un indicador del estado de maduración a lo largo de la postcosecha, durante la fritura el color de los productos es uno de los parámetros de calidad que más influyen en la aceptación de estos productos por el consumidor y se ve afectado por las condiciones del proceso, en especial por el tiempo, la temperatura del aceite, así como por las características del producto, tamaño y variedad.

En el Cuadro 15 se aprecia la diferencia estadística en la forma de empaçado siendo el que tiene mejor color el empaçado al vacío con un valor de 4,4 puntos que corresponden según la escala hedónica del Anexo 26 a la calificación comprendido entre blanco hueso débil y blanco hueso intenso, en lo que respecta al espesor el que tiene mayor puntaje es el de 10 mm con un valor de 4,25 puntos que corresponde a la calificación comprendida entre blanco hueso débil y blanco hueso intenso. Con la mezcla de los antioxidantes el mejor lo constituye en que corresponde a 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio (2) que varía estadísticamente de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio (1) y varia también con el tratamiento sin antioxidante con valores de 4,08, 3,98 y 3,86 puntos respectivamente con un calificativo que equivale a blanco hueso débil.

**Cuadro 15.** Evaluación del atributo color en 5 días almacenamiento.

<b>Empacado</b>	<b>COLOR (%)</b>
Al Vacío	4,4000 <sup>a</sup>
A la atmósfera	3,5444 <sup>b</sup>
<b>Espesor</b>	
10 mm	4,2500 <sup>a</sup>
20 mm	3,6944 <sup>b</sup>
<b>Tipo de antioxidante</b>	
0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio	4,0750 <sup>a</sup>
0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio	3,9833 <sup>b</sup>
Sin antioxidante	3,8583 <sup>c</sup>

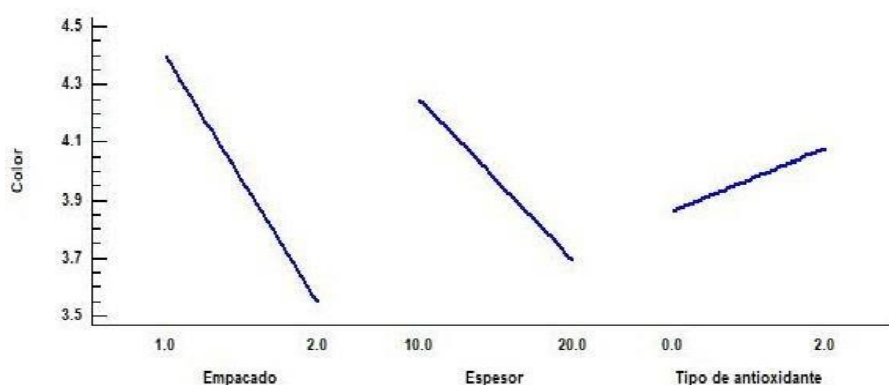
Letras iguales no hay diferencia.

En el Cuadro 16 se tiene la optimización de respuesta al maximizar el color de 4,4 puntos que corresponde al calificativo de blanco hueso intenso, donde el empaçado óptimo es el que corresponde al empaçado al vacío, el espesor es el de 10 mm y en el tipo de antioxidante es el de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio.

**Cuadro 16.** Optimización del atributo color con valor óptimo de 4,4

<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Óptimo</b>
Empacado	1,0	2,0	1,0
Espesor	10,0	20,0	10,0
Tipo de antioxidante	0,0	2,0	2,0

En la Figura 10 se tiene los efectos principales para olor donde se demuestra que los mejores tratamientos son aquellos que tienen mayor valor en puntos tal como lo indica el Cuadro 16



**Figura 10.** Efectos del empackado, espesor y tipo de antioxidante para el atributo color en 5 días de almacenamiento.

Los valores de los coeficientes de correlación de la forma de empackado, espesor y el tipo de antioxidante y sus interacciones se indican a continuación en la ecuación del modelo ajustado para el atributo color:

$$\text{Color} = 7,0056 - 1,5889*A - 0,1239*B + 0,1833*C + 0,0489*A*B - 0,0050*B*C$$

A = empackado, B= Espesor. C = tipo de antioxidante

#### 4.3.4. Apariencia general

En el Anexo 18 y 19 se tiene las determinaciones de la apariencia general a los 5 días de almacenamiento y el ANVA donde observamos que la apariencia general tiene diferencia significativa en la forma de empackado, tipo de antioxidante y dos interacciones el de forma de empackado con espesor y forma de empackado con tipo de antioxidante y no hay diferencia significativa en la variable espesor y en la interacción de espesor con tipo de antioxidante.

Según RAMÍREZ (2018), la apariencia general del plátano verde frito y el control muestran diferencia estadísticamente significativa con una calificación media de 7,00 ubicado en la escala hedónica "Me gusta moderadamente", comparado con el tratamiento óptimo que obtuvo una nota media de 6.44 ubicado en la escala como "Me gusta levemente", agrega además que el atributo de apariencia general es evaluado mediante la vista y evalúa color de la corteza, forma y regularidad del plátano frito

En el Cuadro 17 se aprecia la diferencia estadística en la forma de empackado siendo el que tiene mejor apariencia general el empackado

al vacío con un valor de 4,36 puntos que corresponden según la escala hedónica del Anexo 01 a la calificación gusta regular y mucho, en lo que respecta al espesor el que tiene mayor puntaje es el de 10 mm con un valor de 4,09 puntos que corresponde a gusta regular pero que no varía estadísticamente del empacado a la atmósfera. Con la mezcla de antioxidante los mejores lo constituyen el que corresponde a 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio (2) y 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio (1) los que no varían estadísticamente pero sí; pero varían con el tratamiento sin antioxidante con valores de 4,25, 4,22 y 3,88 puntos respectivamente con un calificativo que equivale a gusta regular.

**Cuadro 17.** Evaluación del atributo apariencia general durante 5 días almacenamiento.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>APARIENCIA GENERAL (%)</b>
Al Vacío	4,36 <sup>a</sup>
A la atmósfera	3,87 <sup>b</sup>
<b>Espesor</b>	
10 mm	4,09 <sup>a</sup>
20 mm	4,14 <sup>a</sup>
<b>Mezcla de antioxidante</b>	
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio	4,25 <sup>a</sup>
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio	4,22 <sup>a</sup>
- Sin antioxidante	3,86 <sup>b</sup>

Letras iguales no hay diferencia.

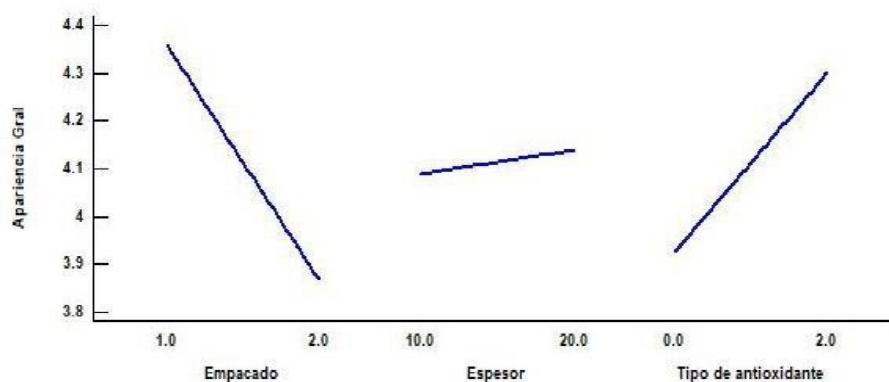
En el Cuadro 18 se tiene la optimización de respuesta al maximizar la apariencia general con valor óptimo de 4,36 puntos que

corresponde al calificativo de gusta mucho, donde el empaçado óptimo es el que corresponde al empaçado al vacío, el espesor es el de 10 mm y en el tipo de antioxidante es el de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio.

**Cuadro 18.** Optimización del atributo apariencia general con valor óptimo de 4,36.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Empacado	1,0	2,0	1,0
Espesor	10,0	20,0	10,0
Tipo de antioxidante	0,0	2,0	2,0

En la figura 11 se tiene los efectos principales para la apariencia general del plátano verde variedad Inguiri donde se demuestra que los mejores tratamientos son aquellos que tienen mayor valor de la apariencia general en puntos tal como lo indica el Cuadro 18



**Figura 11.** Efectos del empaçado, espesor y tipo de antioxidante para el atributo apariencia general en 5 días de almacenamiento.

Los valores de los coeficientes de correlación de la forma de empaçado, espesor y el tipo de antioxidante y sus interacciones se indican a continuación en la ecuación del modelo ajustado para el atributo color:

$$\text{Apariencia general} = 57181 - 1,1861*A - 0,0858*B + 0,3375*C + 0,0567*A*B - 0,1583*A*C + 0,0058*B*C$$

A = empacado, B= Espesor. C = tipo de antioxidante

#### **4.4. Evaluación sensorial de los mejores tratamientos durante almacenamiento 30 días**

Culminado el proceso de evaluación para determinar el los mejores tratamientos se validaron dos tratamientos como los mejores después de un almacenamiento previo de 5 días estos tratamientos fueron el T2 (empacado al vacío, con un espesor de 10 mm y con antioxidante de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio) y el T3 (empacado al vacío, con un espesor de 10 mm y con antioxidante de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito), los tratamientos antes mencionados se almacenaron hasta 30 días evaluándose en cada 5 días el sabor, color y textura.

##### **4.4.1. Sabor**

En el Anexo 20 se tiene las determinaciones del sabor evaluados desde los 5 días hasta los 30 días de almacenamiento y en el Anexo 21 se tiene el ANVA donde se observa que el sabor es diferente en los tiempos de almacenamiento y los tipos de antioxidante.

En el Cuadro 19 se aprecia la diferencia estadística en el tiempo de almacenamiento que va descendiendo a medida que transcurre el tiempo teniendo valores que van desde 4,68 puntos que corresponde a gusta mucho hasta 3,55 puntos que corresponde a la calificación que esta entre no gusta ni disgusta a gusta regularmente. En relación con los tipos de antioxidante el mejor es el de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio (T3) con 4,17 puntos que esta entre gusta regularmente y gusta mucho siendo diferente estadísticamente al de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio (T2) con 4,08 puntos.

LÓPEZ (2020) menciona que dado que existe una complejidad en la composición del gusto (dulce, ácido, astringente), una vez culminado la recolección del producto la tendencia es en la disminución de los

ácidos orgánicos, para el plátano verde en específico es en la cascara y pulpa donde aumenta el ácido málico.

**Cuadro 19.** Evaluación del atributo sabor durante almacenamiento.

<b>Tiempo de almacenamiento (días)</b>	<b>SABOR (%)</b>
5	4,68 <sup>a</sup>
10	4,50 <sup>b</sup>
15	4,35 <sup>c</sup>
20	3,88 <sup>d</sup>
25	3,79 <sup>d</sup>
30	3,55 <sup>e</sup>
<b>Tipo de antioxidante</b>	
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio	4,17 <sup>a</sup>
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio	4,08 <sup>b</sup>

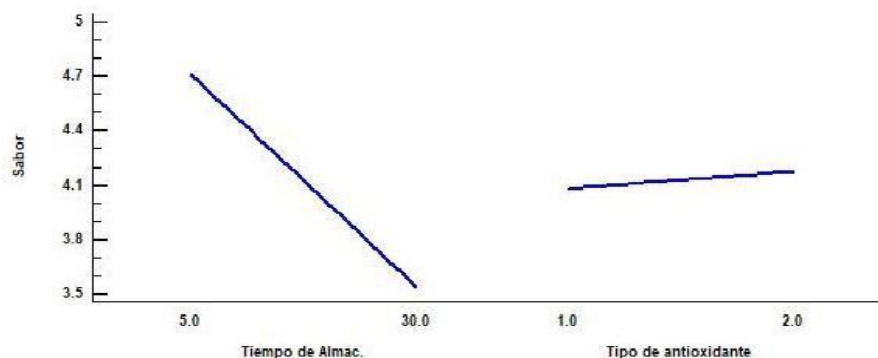
Letras iguales no hay diferencia.

En el Cuadro 20 se tiene la optimización de respuesta al minimizar el sabor con un valor de 4,68 donde el tiempo de almacenamiento óptimo es el que corresponde a 5 días y el tipo de antioxidante es el de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio.

**Cuadro 20.** Optimización del atributo sabor con valor óptimo 4,68.

<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Óptimo</b>
Tiempo de almacenamiento	5,0	30,0	5,0
Tipo de antioxidante	1,0	2,0	2,0

En la Figura 12 se tiene los efectos principales para donde se demuestra que a mayor sabor es mejor el tratamiento tal que corresponde a menos tiempo de almacenamiento y el antioxidante 2 como lo demuestra en el Cuadro 20.



**Figura 12.** Efectos de tiempo y tipo de antioxidante en el sabor durante almacenamiento.

Los coeficientes de regresión para sabor del plátano verde variedad Inguiri durante el almacenamiento y el tipo de antioxidante y su interacción que permitió establecer una ecuación de regresión siguiente:

$$\text{Sabor} = 4,8878 - 0,0518*A + 0,0433*B + 0,0030*A*B$$

A = empacado, B= Espesor. C = tipo de antioxidante

#### 4.4.2. Color

En el Anexo 22 y 23 se tiene las determinaciones del color a los 5 días de almacenamiento y el ANVA donde observamos que el color es diferente en los tiempos de almacenamiento y en los tipos de antioxidante. Habitualmente la transición va de color natural del producto a otro color cuando la clorofila se descompone dejando ver colorantes antes enmascarados además aumenta la producción de colorantes rojos y amarillos típicos de frutas maduras en algunos casos la variación de color además indica cambios químicos como en el mango por aumento de contenido de carotenos, mientras que colorantes como antocianinas, se activan la luz (GALLEGOS, 2013).

**Cuadro 21.** Evaluación del atributo color durante almacenamiento.

Tiempo de almacenamiento (días)	COLOR (%)
5	4.87 <sup>a</sup>
10	4.82 <sup>b</sup>
15	4.65 <sup>c</sup>
20	4.53 <sup>c</sup>
25	3.48 <sup>d</sup>
30	3.18 <sup>e</sup>
<b>Tipo de antioxidante</b>	
0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio	4.36 <sup>a</sup>
0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio	4.14 <sup>b</sup>

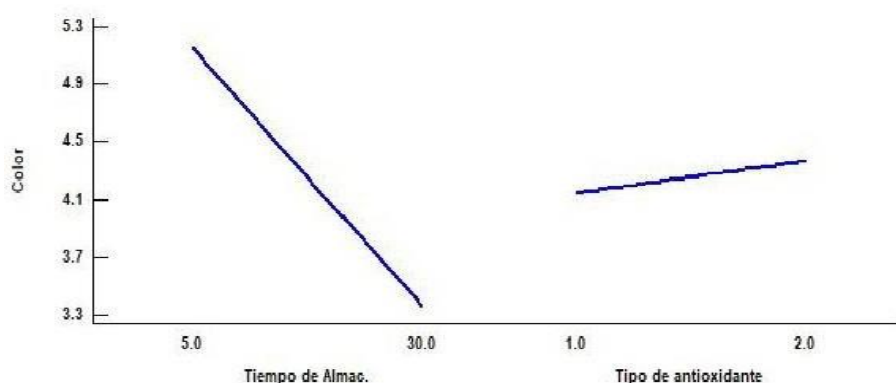
Letras iguales no hay diferencia.

Para determinar la diferencia estadística se realizó las pruebas de múltiples rangos para el color según el tiempo de almacenamiento. Cada tipo de antioxidante tiene el variedad plátano verde variedad Inguiri mediante la prueba de diferenciación de Tukey HSD cuyos valores se tienen en el Cuadro 21, apreciándose la diferencia estadística en el tiempo de almacenamiento que va descendiendo a medida que transcurre el tiempo teniendo valores que van desde 4,87 puntos que corresponde a blanco hueso intenso hasta 3,18 puntos que corresponde a la calificación de blanco parduzco el color del fruto es un indicador del estado de maduración de materia prima a lo largo de la postcosecha el color se expresa, en relación con los tipos de antioxidante, el mejor es el de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio (T3) con 4,17 puntos que esta entre Blanco hueso débil y blanco hueso intenso, siendo diferente estadísticamente al de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio (T2) con 4,08 puntos.

En el Cuadro 22 se tiene la optimización de respuesta al minimizar el color del plátano verde variedad Inguiri con valor óptimo de 4,87, donde el tiempo de almacenamiento óptimo es el que corresponde a 5 días y el tipo de antioxidante es el de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio.

**Cuadro 22.** Optimización del atributo sabor con valor óptimo 4,87.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Tiempo de almacenamiento	5,0	30,0	5,0
Tipo de antioxidante	1,0	2,0	2,0



**Figura 13.** Efectos principales para color del plátano verde variedad Inguiri durante el almacenamiento.

En la Figura 13 apreciamos que el color es mayor en el tiempo de almacenamiento de 5 días y que esta disminuye con el tiempo indicando que hay una disminución de la calidad a medida que pasa el tiempo. Por otro lado, el antioxidante con 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio es mejor que el de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio porque tiene mayor valor de color.

Coeficientes de regresión para sabor del plátano verde variedad Inguiri durante el almacenamiento y el tipo de antioxidante y su interacción que permitió establecer una ecuación de regresión

$$\text{Color} = 5,836 - 0,1007*A - 0,1125*B + 0,0192*A*B$$

A = empacado, B= Espesor.

#### 4.4.3. Textura

En el Anexo 24 y 25 se tiene las determinaciones de la textura a los 5 días de almacenamiento y el ANVA donde observamos que la textura es diferente en los tiempos de almacenamiento y en los tipos de antioxidante

En el Cuadro 23, se muestra la diferencia estadística en el tiempo de almacenamiento que va descendiendo a medida que transcurre el tiempo teniendo valores que van desde 6,80 kgf/cm<sup>2</sup> hasta 6,43 kg/cm<sup>2</sup> existiendo solo diferencias entre los almacenamientos de 5 y 10 días. En los siguientes días de almacenamiento no existe diferencia estadística lo que indica una estabilización de la textura. En relación con los tipos de antioxidante el mejor es el de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio (T3) con 6,61 kgf/cm<sup>2</sup> siendo diferente estadísticamente al de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio (T2) con 6,48 kgf/cm<sup>2</sup>.

La textura es un determinante de la calidad del plátano debido a la hidrólisis del almidón durante la maduración produciendo un aumento de la presión osmótica, lo que hace que la firmeza del fruto disminuya excesivamente (FARFAN, 2019).

**Cuadro 23.** Evaluación del atributo de textura durante almacenamiento.

Tiempo de almacenamiento (días)	TEXTURA (%)
5	6,80 <sup>a</sup>
10	6,60 <sup>b</sup>
15	6,52 <sup>bc</sup>
20	6,50 <sup>bc</sup>
25	6,43 <sup>c</sup>
30	6,43 <sup>c</sup>
<b>Tipo de antioxidante</b>	
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio	6,61 <sup>a</sup>
- 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio	6,48 <sup>b</sup>

Letras iguales no hay diferencia.

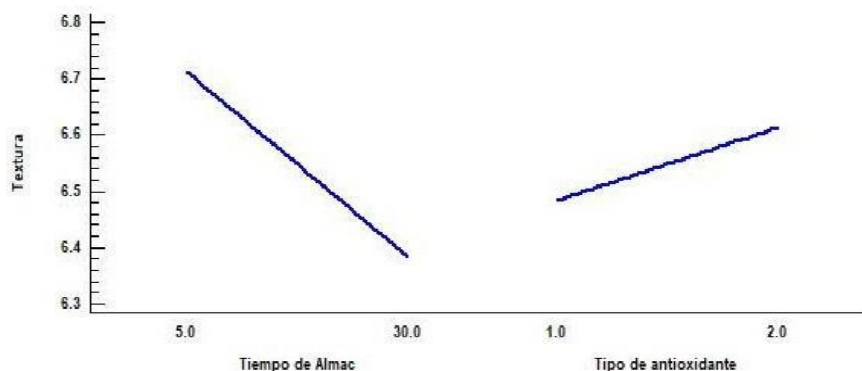
En el Cuadro 24 se tiene la optimización de respuesta al maximizar la textura del plátano verde variedad Inguiri con valor óptimo de 6,80 kgf/cm<sup>2</sup>, donde el tiempo de almacenamiento óptimo es el que corresponde a 5 días y el tipo de antioxidante es el de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio.

**Cuadro 24.** Optimización del atributo textura con valor óptimo 6,80.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Tiempo de almacenamiento	5,0	30,0	5,0
Tipo de antioxidante	1,0	2,0	2,0

En la Figura 14 apreciamos que la textura es mayor en el tiempo de almacenamiento de 5 días y que esta disminuye con el tiempo

indicando que hay una disminución de la calidad a medida que pasa el tiempo. Por otro lado, el antioxidante con 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio es mejor que el de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio porque tiene mayor valor de textura.



**Figura 14.** Efectos principales para textura del plátano verde variedad Inguiri durante el almacenamiento.

Los coeficientes de regresión para sabor del plátano verde variedad Inguiri durante el almacenamiento y el tipo de antioxidante y su interacción que permitió establecer una ecuación de regresión.

$$\text{Textura} = 6,6996 - 0,0198*A + 0,0538*B + 0,0044*A*B$$

A = empacado, B= Espesor.

#### 4.5. Análisis microbiológico del mejor tratamiento

El mejor tratamiento fue sometido a un análisis microbiológico cuyos datos están en el Cuadro 25. En él se aprecia que el recuento de mesófilos aerobios viables del producto almacenado está por debajo de los límites que especifican las normas peruanas que están entre  $10^4$  como mínimo y  $10^6$  como máximo y para mohos y levaduras está dentro de los límites comprendidos entre  $10^3$  y  $10^4$ , por lo tanto, el producto cumple con las normas para ser considerado apto para el consumo humano

Los valores en el análisis microbiológico en plátano verde fresco tienen valores de  $1,33 \times 10^3$  UFC/g de mohos y levadura y de mesófilos es  $3,84 \times 10^3$  UFC/g. (HERNANDEZ y CABALLERO, 2021)

En los día 14 se presentaron los conteos más bajos en las rodajas

de plátano que fueron expuestas a un tratamiento térmico con vapor, el cual demostró ser efectivo en reducir el crecimiento de estos microorganismos, en comparación al tratamiento de inmersión y el control (HERNANDEZ y CABALLERO, 2021).

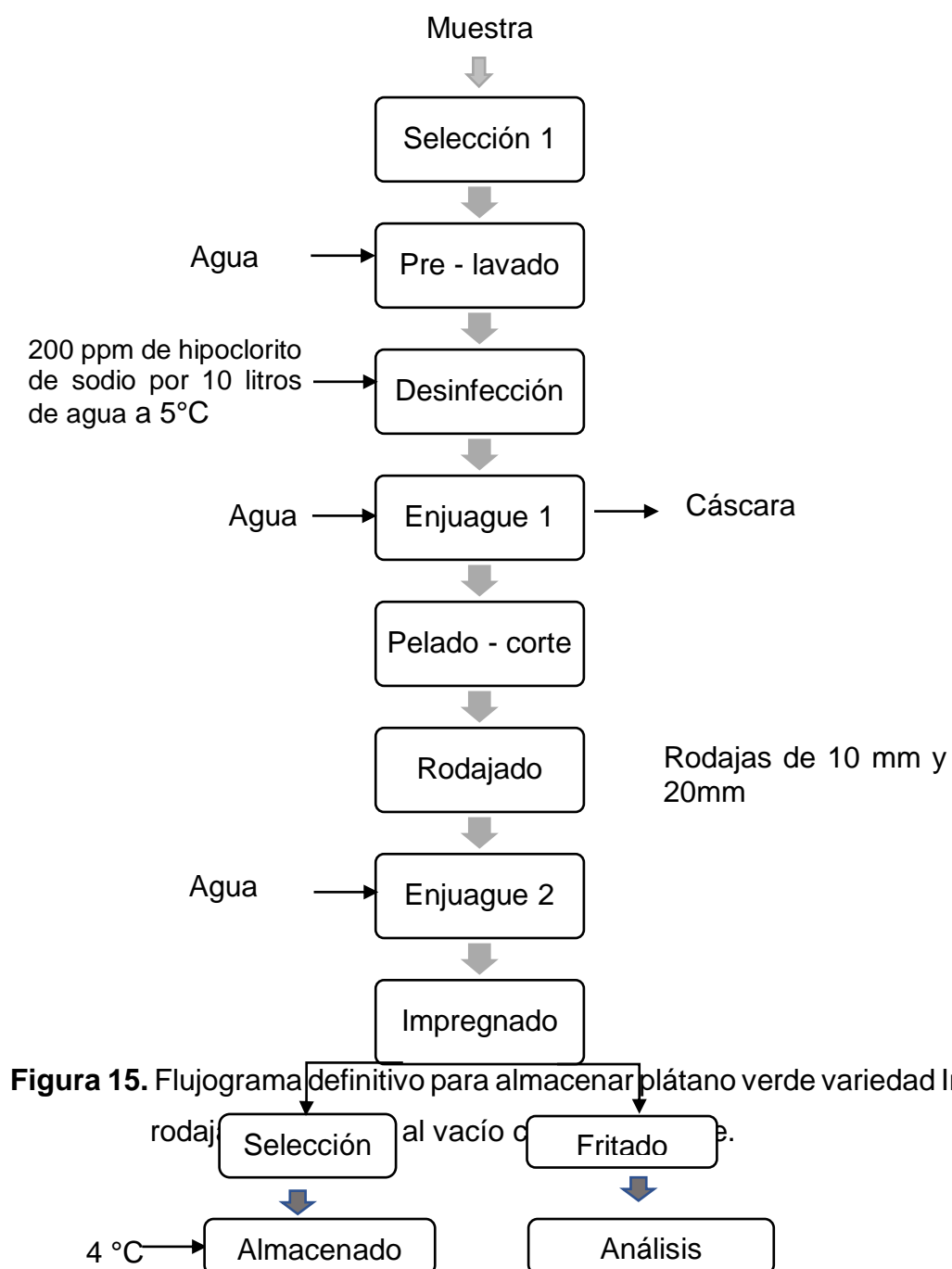
Através de la aplicación de un tratamiento térmico con vapor de agua se puede alcanzar la letalidad deseada de 5-log para *L. monocytogenes* y *Salmonella* y mejorar la calidad microbiológica de un producto de frutas o vegetales antes de la refrigeración o congelamiento (CEYLAN *et al.* 2017).

**Cuadro 25.** Evaluación microbiológica

<b>Microorganismos</b>	<b>Cantidades</b>
Mesófilos	1,85 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
Mohos y levaduras	2,32 x 10 <sup>3</sup> UFC/g

#### 4.6. Flujograma definitivo para almacenar plátano verde variedad Inguiri en rodajas empacado al vacío con antioxidante.

El flujograma definitivo que presenta en la Figura 15



## V. CONCLUSIONES

- Las características fisicoquímicas de la materia prima en promedio fueron Humedad 56,81%, proteínas 0,97%, grasa; 0,18%, ceniza 0,79%, fibra 0,58, carbohidratos 40,67%, pH 5,90 y acidez 0,20%.
- La evaluación fisicoquímica después de 5 días de almacenamiento dio como mejores tratamientos a T2 (empacado al vacío, con un espesor de 10 mm y con antioxidante de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio) y a T3 (empacado al vacío, con un espesor de 10 mm y con antioxidante de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito).
- La evaluación sensorial de sabor, olor, color y apariencia general después de 5 días de almacenamiento dio como mejores tratamientos a T2 (empacado al vacío, con un espesor de 10 mm y con antioxidante de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,2 g bisulfito de sodio) y a T3 (empacado al vacío, con un espesor de 10 mm y con antioxidante de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito).
- La evaluación de sabor, color y textura durante el almacenamiento hasta los 30 días dio como mejor al tratamiento T3 que corresponde a empacado al vacío, con espesor de 10 mm y con antioxidante de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio.
- El análisis microbiológico del tratamiento T3 (que corresponde a empacado al vacío, con espesor de 10 mm y con antioxidante de 0,1 g de ácido ascórbico, 0,2 g de ácido cítrico y 0,5 g bisulfito de sodio) estuvo por debajo de los límites máximos permitidos por las normas de inocuidad.
- Se estableció el flujograma definitivo plátano para la elaboración de plátano verde variedad Inguiri en rodajas empacado al vacío con antioxidantes correspondiente a: selección 1, prelavado, desinfección, enjuague, pelado-corte, rodajeado, enjuague 2, impregnado, selección 2 y almacenado.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Utilizar la tecnología aplicada en el presente trabajo para incentivar la comercialización de plátano verde variedad Inguiri, orientado a la fabricación de harina, chifles y patacones.
- Estudiar las pérdidas de nutrientes del plátano verde fresco para mejorar las técnicas de conservación y permitir su comercialización por un tiempo más prolongado.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANZALDÚA – MORALES, A. (1994). Evaluación sensorial de los alimentos en la Teoría y en la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- AREVALO, C. (2018). Hongos asociados al falso mal de panamá en el cultivo de banano orgánico en el valle del chira sullana, piura [ tesis pregrado, Universidad Nacional de Piura] repositorio  
[https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1281/AGR-ARE-QUI-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR32Bscsa25pyLQrN67FhRenf3SaH8w0jWNwE5ojNJKAz\\_dEIVAe5ZEUZnU](https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1281/AGR-ARE-QUI-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR32Bscsa25pyLQrN67FhRenf3SaH8w0jWNwE5ojNJKAz_dEIVAe5ZEUZnU)
- BAJAÑA, E. (2017). uso de tres tipos de antioxidantes para la conservación de plátano verde (*musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío ( tesis pregrado facultad de ciencias pecuarias carrera de ingeniería en industrias pecuarias ) Escuela superior politécnica de Chimborazo – Ecuador. Tesis no publicada.  
<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/8133/1/27T0390.pdf>
- BENAVIDES, J.; VARÓN, M. (2017). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de plátano pelado y empacado al vacío en la empresa asomusaceas del valle, en el municipio de Caicedonia. (tesis de ingeniería, facultad de ciencias de administración de empresas). Universidad del valle del cauca.
- BOLAÑOS, M., BAUTISTA, L., ANDRÉS, W., MORALES, H., LÓPEZ, D. , PEÑA, A. (2020). Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. Holguín – Bogotá, D. C. : Corredor Tecnológico Agroindustrial, CTA-2: 130 páginas ; ilustraciones ; 24cm [ Manual ].  
[http://investigacion.bogota.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion\\_bogota/Manuales/01-manual-platano-2020-EBOOK.pdf](http://investigacion.bogota.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion_bogota/Manuales/01-manual-platano-2020-EBOOK.pdf)

- CACHAY, Q. (2017). maduración controlada y color en bananos [ Tesis de ingeniería, universidad nacional de san martín – Tarapoto ]. Repositorio de san martín.  
<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2499/MADURACION%20CONTROLADA%20Y%20COLOR%20EN%20BANANOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CASTELLANOS, G., RESTREPO, L., LEYTON, T. (2016). Efecto de la presión sobre los parámetros de calidad (color-textura) de chips de plátano verde durante la fritura por inmersión. Revista científica, Medellín Tomo 23, S283-S288.  
[https://media.proquest.com/media/pq/classic/doc/4032205231/fmt/pi/rep/NONE?\\_s=Rbk4KoHKNPQ%2B6CwEqIpTXJ0TWgc%3D](https://media.proquest.com/media/pq/classic/doc/4032205231/fmt/pi/rep/NONE?_s=Rbk4KoHKNPQ%2B6CwEqIpTXJ0TWgc%3D)
- Ceylan E, McMahon W, Garren DM. (2017). Thermal Inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* during Water and Steam Blanching of Vegetables. *J Food Prot.* 80(9):1550–1556.  
<https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-517>
- CODEX, N. I. (2013). 192: 2013. Norma General del Código para los Aditivos Alimentarios.  
<http://www.administracion.usmp.edu.pe/institutoconsumo/wp-content/uploads/2013/08/Aditivos-Alimentarios-CODEX.pdf>
- CORTÉS, M., PINTO, L., GIRALDO, G. (2011). Evaluación del color durante el almacenamiento de la pulpa de banano verde impregnada al vacío con soluciones antipardeantes. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial.* Vol 9, N° 2 (8 – 22).  
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v9n2/v9n2a02.pdf>
- DADZIE, B.K.; ORCHARD, J. (1997). Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos.  
[file:///C:/Users/INTEL/Downloads/IN980035\\_spa.pdf](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/IN980035_spa.pdf)
- DÁVILA, M. R., CORTÉS, R. M., GIL G. J. (2016). Cambios físicos y fisicoquímicos durante el almacenamiento en plátano impregnado al vacío con soluciones antioxidantes. *Revista: Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* Vol 14 N° 2 (125-134).

[https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)125-134](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)125-134)

DAZA, J. (2010). *Estadística aplicada con Microsoft Excel*. Ed. Megabyte S.A.C. Lima, Perú. p. 485 – 516.

DUSSÁN, S., GAONA, A., HLEAP, J. (2017). Efecto del Uso de Antioxidantes en Plátano Verde DominicoHartón (*Musa AAB Simmonds*) Cortado en Rodajas. *Revista Información Tecnológica* Vol. 28(4), 3-10.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000400002>

ERAZO R, F., MORENO A, G., PAREDES P, A. Y BAJAÑA Z, E. (*junio 2018*). Uso de tres tipos de antioxidantes para la conservación de plátano verde (*musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío, *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*.

<https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/06/conservacion-platano-verde.html>

FARFAN, D. (2020). *Evaluación de la textura y pérdida de peso del plátano (*Musa paradisiaca*) bajo diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa durante su almacenamiento.*[Tesis pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional.

<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2731/IAIA-FAR-BRI-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FLORES, D. (2018). Obtención de harina de plátano verde tipo HARTÓN (*Musa AAB*) precocida y fortificada [ tesis de ingeniería, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16340/1/T-UCE-0008-CQU-027.pdf>

GALLEGOS, A. (2013). Elaboración de galletas con una mezcla de harina de banano (*musa cavendishii*), harina de trigo y glucosa [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional.

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6575/1/AL%20505.pdf>

GRANADOS, C., ACEVEDO, D., CABEZA, A., LOZANO, A. (2014). Análisis de Perfil de Textura en Plátanos Pelipita, Hartón y Topocho. *Revista tecnológica*, 25(5), 35-40.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642014000500006>

- GUAMÁN, J. (2016). Estudio ccomparativo entre la utilización de nisina y metabisulfito de sodio para la inhibición de microorganismo en crema pastelera [Tesis maestría, Universidad de Azuay]. Repositorio institucional.  
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5468/1/11809.pdf>
- GUAMANGALLO T, J. (2018). determinación del efecto antioxidante del ácido ascórbico a diferentes concentraciones y tiempo de maduración en el banano (*musa cavendish*) para la deshidratación [ tesis pregrado, universidad nacional de Chimborazo]. repositorio institucional.  
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4528/1/UNACH-EC-ING-AGRO-2018-0001.pdf>
- HERNANDEZ, J., CABALLERO, A. (Agosto 2021). Efecto de tratamiento térmico y uso de aditivos en las características físico-químicas y microbiológicas de plátano verde mínimamente. Ciencia agroindustria alimentaria.  
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6974/1/AGI-2021-T009.pdf>
- López, J. (2020). *Prolongación de la vida útil del banano (musa paradisiaca), usando su latex como recubrimiento* (Tesis de Bachiller en ingeniería con mecion en docencia e investigación en ingeniería). Universidad señor de Sipán.
- LOÚ, R. (2016). *Efecto de la sustitución de grasa por aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis l.) y harina de plátano (Musa paradisiaca l.) variedad inguiri sobre el contenido de grasa, rendimiento de cocción, índice de peróxidos, color, firmeza y aceptabilidad general de hamburguesa de carne de vacuno (Bos taurus)* (Tesis de ingeniería en ciencias agrarias escuela profesional de ingeniería en industrias alimentarias). Universidad Privada Antenor Orrego
- MARTINEZ, G., REY, J. (2021). Bananos (*Musa AAA*): Importancia, producción y comercio en tiempos de Covid-19 Revista: Agronomía Mesoamericana, vol. 32, núm. 3, pp. 1034-1046.  
<https://doi.org/10.15517/am.v32i3.43610>

- MOZOMBITE, L. ( 2019). *Caracterización botánica y evaluación preliminar del rendimiento en tres ecotipos de Musa paradisiaca L.* [ Tesis pregrados, universidad nacional de san martin – Tarapoto]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3601/AGRONOMIA%20-%20Liz%20Anel%20Marisol%20Mozombite%20Tello.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NORMAS TÉCNICAS ECUATORIAS INEN 1334-1 cuarta versión. (Febrero 2014). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. <https://www.controlsanitario.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-1-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-1.pdf>
- PALADINES, M. (2017). *Evaluación de tres productos eliminadores de látex en el manejo poscosecha del plátano barraganete en el cantón El Carmen, provincia de Manabí* (tesis pregrado, facultad de educación técnica para el desarrollo) universidad católica de santiago de guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7716/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-121.pdf>
- PÉREZ, E. (2014). *Variación de las características fisicoquímicas y sensoriales del plátano manzano (Musa sp L.) (AAB, “Silk”) mínimamente procesado almacenadas a diferentes temperaturas. Procedente del Distrito de Masisea. Región Ucayali* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía]. <http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/75/1/TESIS10.pdf>
- PONCE, R. (2018). *Características fisicoquímicas, sensoriales y bioactivas del pan de trigo sustituido parcialmente con harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca L.)* [Tesis de doctorado en Ciencias de Alimentos, Universidad nacional Federico Villareal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2389/Ponce%20Rosas%20Fortunato%20Candelario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- QUICENO, M., GIRALDO, G., VILLAMIZAR, R. (2014). Caracterización fisicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, Simmonds) para la industrialización. *UGCiencia* 20. 48-54
- RAMÍREZ, M. (2018). *Formulación de harina de plátano verde (musa paradisiaca) fortificada con zinc y hierro* [Tesis en licenciatura, Universidad Rafael Landívar]. Recursos bibliográfico.  
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrkd/2018/09/15/Ramirez-Marilis.pdf>
- SOARES, T., LUANNE, G., DOS SANTOS, J., LESSA, P., GUTIERREZ, M. (2020). Avaliação da farinha de banana verde com aplicação de antioxidantes evaluation of green banana flour with antioxidant application. *V. 6, n. 5, p.28634 – 28643.*  
<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/10226/9548>
- TORRES, R., MONTES, J., PÉREZ, A., ANDRADE, D. (2013). Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Fisicoquímicas de Frutas Tropicales. *Revista Información Tecnológica*, Vol. 24(3), 51-56.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000300007>
- UREÑA, M., D'ARRIGO, M., GIRÓN, O. (1999). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Editorial Agraria.
- VASQUEZ, R., DADDOSIO, P., MARÍN, M, (2008). Extracción de pectina a partir de la cáscara de plátano (*Musa* AAB, subgrupo plátano) clon Hartón. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 25(2), 318-333.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182008000200008&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182008000200008&lng=es&tlng=es).
- VILLÓN, J. (2018). *Formulación de una mezcla alimenticia a nivel piloto con (Musa paradisiaca, L.) plátano variedad bellaco; (amaranthus caudatus, L.) kiwicha y leche entera en polvo* [Tesis maestro, universidad nacional federico Villarreal] repositorio institucional.  
<https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2508/VILL%C3%93N%20%20CADILLO%20%20JOS%C3%89%20EDUARDO%20-MAESTRIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

YUPANGUI, M. (2016). *Métodos utilizados para evitar el pardeamiento enzimático y no enzimático en el puré de banano en la industria alimenticia*. [Tesis de pregrado, Ciencias Químicas y de la Salud]. Universidad Técnica de Machala.

**ANEXO**

**Anexo 01** : Ficha para la evaluación sensorial del plátano variedad Inguiri.

Número \_\_\_\_\_ de

Juez:.....Fecha:.....Hora.....

**Instrucciones:** Deguste, huela, visualice y observa cuidadosamente cada una de las muestras marcando con una X en la característica que Ud. considere conveniente

por cada atributo evaluado

Atributo	Escala	Descriptorios	392	575	987
Sabor (Frito)	5	Gusta mucho			
	4	Gusta regular			
	3	No gusta ni disgusta			
	2	Disgusta regular			
	1	Disgusta mucho			
Olor	5	Mucho a plátano verde			
	4	Regular a plátano verde			
	3	Indiferente			
	2	Diferente			
	1	Desagradable			
Color*	5	Blanco hueso intenso			
	4	Blanco hueso débil			
	3	Blanco parduzco			
	2	Ligeramente pardo			
	1	Muy pardo			
Apariencia general	5	Gusta mucho			
	4	Gusta regular			
	3	No gusta ni disgusta			
	2	Disgusta regular			
	1	Disgusta mucho			

(\*) Forma de evaluar el color por los plataneros y bananeros.

**observaciones:**.....  
.....  
.....



**Anexo 4.** Composición fisicoquímica del plátano verde variedad Inguiri a 0 días de almacenamiento.

Componentes	Repeticiones			X	DE
	1	2	3		
Humedad	56.78	56.83	56.82	56.81	0.026
Proteínas	0.95	0.99	0.97	0.97	0.020
Grasa	0.17	0.2	0.17	0.18	0.017
Ceniza	0.8	0.76	0.81	0.79	0.026
Fibra	0.6	0.56	0.58	0.58	0.020
Carbohidratos	40.7	40.67	40.64	40.67	0.030
pH	6	5.80	5.9	5.9	0.100
Acidez	0.18	0.21	0.21	0.2	0.017

**Anexo 5.** Humedad a los 5 días de almacenamiento del plátano verde variedad Inguiri

Empaque	Espesor	Tipo de antioxidante	R	HUMEDAD	Tratamiento
		S0	1	63.65	T1
			2	64.11	

CV	E1		3	64.21	T2
		S1	1	56.77	
			2	57.01	
			3	56.81	
		S2	1	56.93	T3
			2	56.87	
	3		57.00		
	E2	S0	1	65.62	T4
			2	65.12	
			3	65.57	
		S1	1	58.75	T5
			2	59.11	
3			58.78		
S2	1	58.99	T6		
	2	59.74			
	3	60.00			
SV	E1	S0	1	67.12	T7
			2	66.97	
			3	67.04	
		S1	1	60.77	T8
			2	61.13	
			3	60.81	
	S2	1	60.91	T9	
		2	60.87		
		3	60.11		
	E2	S0	1	66.55	T10
			2	67.13	
			3	66.79	
S1		1	60.13	T11	
		2	60.15		
		3	59.97		
S2	1	59.89	T12		
	2	60.00			
	3	60.02			

### Anexo 6. Análisis de Varianza para Humedad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Empacado	47.4262	1	47.4262	14.62	0.0006
B: Espesor	4.85468	1	4.85468	1.50	0.2310
C: Tipo de antioxidante	257.088	1	257.088	79.26	0.0000
AB	15.236	1	15.236	4.70	0.0386
AC	0.0459375	1	0.0459375	0.01	0.9061
BC	0.214704	1	0.214704	0.07	0.7988
Error total	94.0673	29	3.2437		
Total (corr.)	418.932	35			

**Anexo 7.** El pH a los 5 días de almacenamiento del plátano verde variedad Inguiri.

Empaque	Espesor	Tipo de antioxidante	R	pH	Tratamiento
CV	E1	S0	1	5.8	T1
			2	5.7	
			3	5.8	
		S1	1	6.3	T2
			2	6.0	
			3	6.4	
	S2	1	6.2	T3	
		2	6.0		
		3	6.3		
	E2	S0	1	5.5	T4
			2	5.6	
			3	5.5	
S1		1	6.2	T5	
		2	6.3		
		3	6.2		
S2	1	6.3	T6		
	2	6.3			
	3	6.2			
	E1	S0	1	5.6	T7
			2	5.7	
			3	5.7	
		S1	1	5.8	T8
			2	5.9	
			3	6.0	
				1	5.8

SV		S2	2	5.9	T9
			3	6.0	
	E2	S0	1	5.5	T10
			2	5.3	
			3	5.4	
		S1	1	5.5	T11
			2	5.6	
			3	5.5	
		S2	1	5.7	T12
			2	5.6	
			3	5.7	

**Anexo 8.** Análisis de Varianza para pH del plátano verde variedad Inguiri

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Empacado	1.13778	1	1.13778	49.59	0.0000
B: Espesor	0.25	1	0.25	10.90	0.0026
C: Tipo de antioxidante	1.00042	1	1.00042	43.60	0.0000
AB	0.134444	1	0.134444	5.86	0.0220
AC	0.150417	1	0.150417	6.56	0.0159
BC	0.0504167	1	0.0504167	2.20	0.1490
Error total	0.665417	29	0.0229454		
Total (corr.)	3.38889	35			

**Anexo 9.** Acidez titulable a los 5 días de almacenamiento del plátano verde variedad Inguiri.

Empaque	Espesor	Tipo de antioxidante	R	ACIDEZ	Tratamiento	
CV	E1	S0	1	0.5	T1	
			2	0.4		
			3	0.5		
		S1	1	0.2	T2	
			2	0.3		
			3	0.2		
	S2	1	0.3	T3		
		2	0.3			
		3	0.2			
			S0	1	0.6	T4
				2	0.7	
				3	0.6	
S1		1	0.4	T5		
		2	0.3			

SV	E2		3	0.4	T6
		S2	1	0.5	
			2	0.4	
			3	0.4	
	E1	S0	1	0.6	T7
			2	0.7	
			3	0.6	
		S1	1	0.3	T8
			2	0.5	
			3	0.5	
		S2	1	0.4	T9
			2	0.5	
3			0.4		
E2		S0	1	0.8	T10
			2	0.7	
			3	0.8	
	S1	1	0.6	T11	
		2	0.7		
		3	0.6		
	S2	1	0.7	T12	
		2	0.8		
		3	0.7		

**Anexo 10.** Análisis de Varianza para acidez titulable del plátano verde variedad Inguiri

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Empacado	0.380278	1	0.380278	44.33	0.0000
B: Espesor	0.3025	1	0.3025	35.27	0.0000
C: Tipo de antioxidante	0.150417	1	0.150417	17.54	0.0002
AB	0.00694444	1	0.00694444	0.81	0.3756
AC	0.0104167	1	0.0104167	1.21	0.2795
BC	0.0104167	1	0.0104167	1.21	0.2795
Error total	0.24875	29	0.00857759		
Total (corr.)	1.10972	35			

**Anexo 11.** Textura a los 5 días de almacenamiento del plátano verde variedad Inguiri.

Empaque	Espesor	Tipo de antioxidante	R	TEXTURA	Tratamiento
		S0	1	6.4	T1
			2	6.2	

CV	E1		3	6.3	T2	
		S1	1	6.8		
			2	6.7		
			3	6.8		
		S2	1	6.9		T3
			2	6.8		
	3		6.8			
	E2	S0	1	6.1	T4	
			2	6.2		
			3	6.2		
		S1	1	6.5	T5	
			2	6.6		
3			6.5			
S2	1	6.6	T6			
	2	6.7				
	3	6.7				
SV	E1	S0	1	6.1	T7	
			2	6		
			3	6.1		
		S1	1	6.2	T8	
			2	6.1		
			3	6.2		
	S2	1	6.2	T9		
		2	6.3			
		3	6.3			
	E2	S0	1	5.3	T10	
			2	5.5		
			3	5.4		
S1		1	5.8	T11		
		2	5.9			
		3	6.1			
S2	1	6.1	T12			
	2	6				
	3	5.9				

**Anexo 11.** Análisis de Varianza para textura del plátano verde variedad Inguiri

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
A: Empacado	2.94694	1	2.94694	191.39	0.0000
B: Espesor	0.7225	1	0.7225	46.92	0.0000
C: Tipo de antioxidante	1.26042	1	1.26042	81.86	0.0000
AB	0.100278	1	0.100278	6.51	0.0162
AC	0.0204167	1	0.0204167	1.33	0.2589
BC	0.0504167	1	0.0504167	3.27	0.0807
Error total	0.446528	29	0.0153975		
Total (corr.)	5.5475	35			

**Anexo 12.** Sabor a los 5 días de almacenamiento del plátano verde variedad Inguiri.

Empaque	Espesor	Tipo de antioxidante	R	SABOR	Tratamiento
CV	E1	S0	1	4.5	T1
			2	4.4	
			3	4.2	
		S1	1	4.6	T2
			2	4.7	
			3	4.6	
	S2	1	4.7	T3	
		2	4.6		
		3	4.7		
	E2	S0	1	3.7	T4
			2	3.6	
			3	3.5	
S1		1	4.5	T5	
		2	4.5		
		3	4.4		
S2	1	4.3	T6		
	2	4.5			
	3	4.4			
	E1	S0	1	3.6	T7
			2	3.5	
			3	3.6	
		S1	1	3.4	T8
			2	3.5	
			3	3.5	
	S2	1	3.4	T9	
		2	3.3		
		3	3.4		

SV	E2	S0	1	3.5	T10
			2	3.4	
			3	3.5	
		S1	1	3.4	T11
			2	3.3	
			3	3.4	
		S2	1	3.3	T12
			2	3.2	
			3	3.2	

### Anexo 13. Análisis de Varianza para sabor del plátano verde variedad Inguiri

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Empacado	8.02778	1	8.02778	324.84	0.0000
B: Espesor	0.587778	1	0.587778	23.78	0.0000
C: Tipo de antioxidante	0.166667	1	0.166667	6.74	0.0146
AB	0.187778	1	0.187778	7.60	0.0100
AC	0.881667	1	0.881667	35.68	0.0000
BC	0.0816667	1	0.0816667	3.30	0.0794
Error total	0.716667	29	0.0247126		
Total (corr.)	10.65	35			

**Anexo 14.** Olor a los 5 días de almacenamiento del plátano verde variedad Inguiri.

Empaque	Espesor	Tipo de antioxidante	R	OLOR	Tratamiento
CV	E1	S0	1	4.3	T1
			2	4.2	
			3	4.3	
		S1	1	4.6	T2
			2	4.7	
			3	4.7	
	S2	1	4.8	T3	
		2	4.7		
		3	4.7		
	E2	S0	1	3.8	T4
			2	3.7	
			3	3.8	
S1		1	4.1	T5	
		2	4.0		
		3	3.9		
S2	1	4.2	T6		
	2	4.0			

			3	4.1	
SV	E1	S0	1	3.7	T7
			2	3.8	
			3	3.7	
		S1	1	3.5	T8
			2	3.6	
			3	3.7	
	S2	1	4.0	T9	
		2	3.9		
		3	3.8		
	E2	S0	1	3.5	T10
			2	3.6	
			3	3.7	
S1		1	3.5	T11	
		2	3.6		
		3	3.5		
S2	1	3.6	T12		
	2	3.7			
	3	3.7			

**Anexo 15.** Análisis de Varianza para olor del plátano verde variedad Inguiri

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Empacado	3.0625	1	3.0625	272.92	0.0000
B: Espesor	1.24694	1	1.24694	111.12	0.0000
C: Tipo de antioxidante	0.400417	1	0.400417	35.68	0.0000
AB	0.466944	1	0.466944	41.61	0.0000
AC	0.120417	1	0.120417	10.73	0.0027

BC	0.0204167	1	0.0204167	1.82	0.1878
Error total	0.325417	29	0.0112213		
Total (corr.)	5.64306	35			

**Anexo 16.** Color a los 5 días de almacenamiento del plátano verde variedad Inguiri

Empaque	Espesor	Tipo de antioxidante	R	COLOR	Tratamiento
	E1	S0	1	4.7	T1
			2	4.6	
			3	4.7	
		S1	1	4.8	T2
			2	4.9	
			3	4.8	
		S2	1	5.0	T3
			2	4.8	

CV			3	4.9	T4	
	E2	S0	1	3.9		
			2	4.0		
			3	3.9		
		S1	1	4.1		T5
			2	3.9		
			3	3.8		
	S2	1	4.1	T6		
		2	4.2			
3		4.1				
SV	E1	S0	1	3.6	T7	
			2	3.5		
			3	3.5		
		S1	1	3.7	T8	
			2	3.8		
			3	3.7		
		S2	1	3.9	T9	
			2	3.8		
			3	3.8		
	E2	S0	1	3.4	T10	
			2	3.3		
			3	3.2		
S1		1	3.4	T11		
		2	3.5			
		3	3.4			
S2	1	3.3	T12			
	2	3.5				
	3	3.5				

## Anexo 17. Análisis de Varianza para color del plátano verde variedad Inguiri

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Empacado	6.58778	1	6.58778	900.21	0.0000
B: Espesor	2.77778	1	2.77778	379.58	0.0000
C: Tipo de antioxidante	0.281667	1	0.281667	38.49	0.0000
AB	0.537778	1	0.537778	73.49	0.0000
AC	0.0	1	0.0	0.00	1.0000
BC	0.015	1	0.015	2.05	0.1629
Error total	0.212222	29	0.00731801		
Total (corr.)	10.4122	35			

**Anexo 18.** Apariencia general a los 5 días de almacenamiento del plátano verde variedad Inguiri.

Empaque	Espesor	Tipo de antioxidante	R	APA G	Tratamiento
CV	E1	S0	1	4.1	T1
			2	4.2	
			3	4.3	
		S1	1	4.7	T2
			2	4.6	
			3	4.7	
	S2	1	4.6	T3	
		2	4.5		
		3	4.6		
E2	S0	1	3.9	T4	
		2	3.8		
		3	3.8		
	S1	1	4.4	T5	
		2	4.3		
		3	4.4		
S2	1	4.5	T6		
	2	4.6			
	3	4.5			
SV	E1	S0	1	3.5	T7
			2	3.6	
			3	3.5	
		S1	1	3.7	T8
			2	3.7	
			3	3.9	
	S2	1	3.8	T9	
		2	3.7		
		3	3.9		
E2	S0	1	4	T10	
		2	3.9		
		3	3.9		

	E2	S1	1	4.1	T11
			2	4.2	
			3	3.9	
		S2	1	4.2	T12
			2	4.1	
			3	4	

**Anexo 19.** Análisis de Varianza para apariencia general del plátano verde variedad Inguiri

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Empacado	2.20028	1	2.20028	126.81	0.0000
B: Espesor	0.0225	1	0.0225	1.30	0.2641
C: Tipo de antioxidante	0.84375	1	0.84375	48.63	0.0000
AB	0.7225	1	0.7225	41.64	0.0000
AC	0.150417	1	0.150417	8.67	0.0063
BC	0.0204167	1	0.0204167	1.18	0.2870
Error total	0.503194	29	0.0173515		
Total (corr.)	4.46306	35			

**Anexo 20.** Sabor durante el almacenamiento del plátano verde variedad Inguiri.

Almac	Mejores tratamientos	Repeticiones	Sabor
5 días	S1	1	4.6
		2	4.7
		3	4.6
	S2	1	4.7
		2	4.8
		3	4.7
10 días	S1	1	4.5
		2	4.4
		3	4.5
	S2	1	4.5
		2	4.6
		3	4.5
15 días	S1	1	4.3
		2	4.4
		3	4.3
	S2	1	4.4
		2	4.3
		3	4.4
	S1	1	3.8
		2	3.9
		3	3.8

20 días	S2	1	3.9
		2	4.0
		3	3.9
25 días	S1	1	3.7
		2	3.8
		3	3.7
	S2	1	3.8
		2	3.9
		3	3.8
30 días	S1	1	3.5
		2	3.4
		3	3.5
	S2	1	3.6
		2	3.5
		3	3.6

**Anexo 21.** Análisis de Varianza para sabor del plátano verde variedad Inguiri durante el almacenamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tiempo Almacenamiento	6.07394	1	6.07394	648.24	0.0000
B: Tipo de Antioxidante	0.0829742	1	0.0829742	8.86	0.0055
AB	0.00617683	1	0.00617683	0.66	0.4228
Error total	0.299837	32	0.00936992		
Total (corr.)	6.43639	35			

**Anexo 22.** Color durante el almacenamiento del plátano verde variedad Inguiri.

Almac	Mejores tratamientos	Repeticiones	Color
5 días	S1	1	4.8
		2	4.9
		3	4.8
	S2	1	5.0
		2	4.8
		3	4.9
10 días	S1	1	4.8
		2	4.7
		3	4.8
	S2	1	4.9
		2	4.8

		3	4.9
15 días	S1	1	4.7
		2	4.6
		3	4.6
	S2	1	4.7
		2	4.6
		3	4.7
20 días	S1	1	4.4
		2	4.5
		3	4.4
	S2	1	4.6
		2	4.6
		3	4.7
25 días	S1	1	3.3
		2	3.4
		3	3.2
	S2	1	3.7
		2	3.6
		3	3.7
30 días	S1	1	2.9
		2	2.8
		3	3.0
	S2	1	3.3
		2	3.4
		3	3.4

**Anexo 23.** Análisis de Varianza para color del plátano verde variedad Inguiri durante el almacenamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
--------	-------------------	----	----------------	---------	---------

A: Tiempo Almacenamiento	14.0784	1	14.0784	160.98	0.0000
B: Tipo de Antioxidante	0.446853	1	0.446853	5.11	0.0307
AB	0.249677	1	0.249677	2.85	0.1008
Error total	2.79852	32	0.0874538		
Total (corr.)	17.3897	35			

**Anexo 24.** Textura durante el almacenamiento del plátano verde variedad Inguiri.

Almac	Mejores tratamientos	Repeticiones	Textura
5 días	S1	1	6.8
		2	6.7
		3	6.8
	S2	1	6.9
		2	6.8

		3	6.8
10 días	S1	1	6.6
		2	6.5
		3	6.5
	S2	1	6.6
		2	6.7
		3	6.7
15 días	S1	1	6.6
		2	6.4
		3	6.4
	S2	1	6.5
		2	6.6
		3	6.6
20 días	S1	1	6.4
		2	6.5
		3	6.4
	S2	1	6.5
		2	6.6
		3	6.6
25 días	S1	1	6.4
		2	6.4
		3	6.3
	S2	1	6.5
		2	6.5
		3	6.6
30 días	S1	1	6.3
		2	6.4
		3	6.3
	S2	1	6.4
		2	6.5
		3	6.6

**Anexo 25.** Análisis de Varianza para textura del plátano verde variedad Inguiri durante el almacenamiento

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
A: Tiempo Almacenamiento	0.475816	1	0.475816	69.57	0.0000
B: Tipo de Antioxidante	0.153996	1	0.153996	22.51	0.0000
AB	0.0131946	1	0.0131946	1.93	0.1744
Error total	0.218871	32	0.00683971		
Total (corr.)	0.849722	35			







