



## USO DE TRES TIPOS DE ANTIOXIDANTES PARA LA CONSERVACIÓN DE PLÁTANO VERDE (*MUSA* x *PARADISIACA*), MÍNIMAMENTE PROCESADO Y EMPACADO AL VACÍO

Autores:

<sup>1</sup> Erazo Rodríguez Fredy Patricio.  
andriygabi@yahoo.it

<sup>2</sup> Moreno Andrade Georgina Hipatia.  
georgimoreno@yahoo.es

<sup>3</sup> Paredes Peralta Armando Vinicio.  
vinioparedes101@hotmail.com

<sup>4</sup> Bajaña Zambrano Edgar Fernando.  
edgarbajana1@gmail.com

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Erazo Rodríguez Fredy Patricio, Moreno Andrade Georgina Hipatia, Paredes Peralta Armando Vinicio y Bajaña Zambrano Edgar Fernando (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 (junio 2018). En línea:

[//www.eumed.net/rev/caribe/2018/06/conservacion-platano-verde.html](http://www.eumed.net/rev/caribe/2018/06/conservacion-platano-verde.html)

### RESUMEN

En la Planta de Procesamiento de Productos Cárnicos y en el Laboratorio de Microbiología de los alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, se evaluó el uso de tres tipos de antioxidantes para la conservación de plátano verde (*Musa\* paradisiaca*) mínimamente procesado empacado al vacío, concluyendo que las mejores características físicas – químicas se alcanzó al utilizar citrosan en plátano verde mínimamente conservado; con el mayor valor de grados Brix (5,178), y el índice de madurez más alto (38,84) y para los análisis de contenido de microorganismos mesófilos, determinaron que el plátano verde mínimamente conservado con ácido ascórbico presentó los valores más bajos (1,854 E+03UFC); en tanto que, el menor contenido de mohos y levaduras fue registrado en el plátano verde mínimamente conservado del grupo control; sin embargo, al utilizar citrosan comparte rangos de significancia al conteo, siendo también bajo, superando las exigencias de calidad del Codex alimentario.

### ABSTRACT

<sup>1</sup> Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos. Docente de la ESPOCH

<sup>2</sup> Doctora Bioquímica, Magister en Impactos Medio ambientales. Docente de la ESPOCH

<sup>3</sup> Ingeniero Zootecnista, Magister en Procesamiento de Alimentos. Docente de la ESPOCH

<sup>4</sup> Ingeniero en Industrias Pecuarias, Investigador.

In the Processing Plant of Meat Products and in the food Microbiology Laboratory of the ESPOCH School of Animal Sciences, it was evaluated: the use three types of antioxidants for the conservation of green banana (*Musa \* paradisiaca*) minimally processed vacuum packed, concluding that the best physical – chemical characteristics were reached when using citrosan in minimally conserved Green banana; with the highest value of Brix degrees ( 5,178), and the highest maturity index (38,84) and for the analysis of mesophilic microorganism content determined that the green banana minimally conserved with ascorbic acid had the lowest values (1,854E +03UFC); whereas, the lowest content of molds and yeasts was registered in minimally conserved green banana of the control group; however, when using citrosan, it shares rangers of significance to the count, being also low, the quality requirements of the food Codex.

*Palabras claves:* Plátano, Antioxidante, citrosan, ácido ascórbico.

*Keywords:* Banana, Antioxidant, citrosan, ascorbic acid.

## 1. INTRODUCCIÓN.

El desarrollo de tecnologías suaves no térmicas y efectivas, o su combinación, pueden ofrecer al consumidor frutos tropicales frescos cortados, microbiológicamente seguros, con valor nutricional y calidad sensorial lo más cercanos al producto intacto. Frutos tropicales tales como plátano (*Musa x paradisiaca*) almacenados a bajas temperaturas en combinación con atmósferas controladas y/o modificadas conservan su calidad comercial hasta por 10 días para el caso de mango y por 8 y 7 días para plátano, papaya y piña, respectivamente.

En estos frutos han sido muy pocos los estudios en relación a los efectos del procesamiento mínimo sobre su composición nutricional y potencial antioxidante; esto último atribuido a componentes bioactivos tales como vitamina C y E, carotenoides y polifenoles, los cuales han sido fuertemente asociados a la prevención de ciertas enfermedades crónico degenerativas. (Robles, M. 2007), Manifiesta que estos componentes bioactivos se encuentran en cantidades significativas en los frutos tropicales y a la fecha solo ha sido evaluada su actividad antioxidante medida como su capacidad de absorción de radicaloxígeno (ORAC) en los frutos enteros, reportándose valores entre 7 y 11µmol ET/g. Se desconoce en gran medida cómo se afectan estos valores una vez que los frutos han sido procesados y almacenados. En este trabajo se revisan algunos aspectos relacionados con el procesamiento mínimo de fruta tropical y el efecto que éste tiene sobre sus constituyentes antioxidantes, además se resalta la importancia de la evaluación de la actividad antioxidante total en frutos frescos cortados y su acción biológica in vivo.

Actualmente el Ecuador es un país eminentemente agrícola, Esta fruta es de alta producción en las dos épocas del año sin restricción alguna; además de ser apetecida por la gran mayoría de las personas que conocen sus características, por su estupendo sabor y su inconfundible aroma, considerándose como una de las frutas más saludables. Uno de los problemas para la industrialización del banano es actualmente el nivel de vida de la población os productos frescos troceados en general sufren pérdida de la estructura celular durante las operaciones de corte, lo cual permite interactuar a la polifenol oxidasa (PPO), con compuestos fenólicos oxidables presentes naturalmente en el producto, causando oscurecimiento de las superficies cortadas. Razón por la cual en la presente investigación se propone el uso de tres tipos de antioxidantes para la conservación, con la finalidad de determinar la efectividad del producto al evaluar las características microbiológicas, características físico-químicas asegurando que sea un alimento de gran calidad e inocua para los consumidores. Si bien las pérdidas post cosecha de frutas tropicales son un serio problema debido al rápido deterioro durante el manejo, transporte y almacenamiento los procesos de pelado y cortado agravan el problema, ya que se incrementa la actividad metabólica y descompactación de enzimas y sustratos, causando oscurecimiento, ablandamiento, deterioro microbiológico y desarrollo de sabores y olores indeseables. Todos estos cambios suponen un impacto potencial en los compuestos fitoquímicos y en las propiedades antioxidantes beneficiosas para la salud que poseen los frutos en su estado intacto.

La investigación está enfocada en el aprovechamiento del plátano (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y dándole un valor agregado con el empaçado al vacío, mejorarán los recursos sociales y económicos tanto el productor como el consumidor, obteniendo un producto de calidad industrial. Por lo expuestos anteriormente los objetivos fueron:

- Determinar cuál de los antioxidantes utilizados (ácido cítrico, ácido ascórbico, citosan), presenta los mejores resultados en cuanto a las características físicoquímicas.
- Establecer mediante los análisis microbiológicos la calidad sanitaria de plátano verde mínimamente procesado.
- Evaluar la vida útil del plátano verde mínimamente procesado mediante análisis microbiológicos.
- Determinar la factibilidad económica del proyecto, mediante el indicador beneficio-costos. La creciente demanda de proteína para la población cada vez más activa en una sociedad que se mueve a ritmos acelerados, además procurar una alternativa al mantenimiento de los recursos naturales evitando la contaminación que se da por la descarga de lactosuero en los efluentes y en los sistemas de alcantarillado, y siendo las bebidas energizantes un producto que día a día gana espacio en los mercados nacionales y disminuyendo su costo convirtiéndolo en un producto al alcance de casi todo bolsillo, proponemos esta investigación, pues obtendremos un producto energizante, proteico, que pueda competir con las bebidas ya existentes y que además posibilite el control de la contaminación.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS:

### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en la Planta de Procesamiento de Productos Cárnicos y en el Laboratorio de Microbiología de los alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicada en el Km 1 ½ de la Panamericana Sur en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

#### Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba

Las condiciones meteorológicas donde se llevó a cabo la investigación se detallan, en el (cuadro 1).

**Cuadro 1. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESPOCH.**

PARÁMETROS	PROMEDIO
Temperatura (°C)	13,20
Humedad Relativa (%)	66,46
Precipitación (mm)	550,80
Heliofania (h/luz)	165,15

Fuente: Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH. (2015).

El tiempo de duración del proyecto fue de 60 días, en base a lo siguiente: selección y compra de materias primas, elaboración de análisis microbiológicos y bacteriológicos de los plátanos verdes conservados con los diferentes s antioxidantes y la realización de toma de datos durante el periodo de ensayo.

## **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

La presente investigación constó con un total de unidades 54 empaques de 4 plátanos, con nueve repeticiones y 6 de tamaño de la unidad experimental por tratamiento.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los materiales, equipos e instalaciones que se emplearon para en el desarrollo de la presente investigación se distribuyeron de la siguiente manera:

### **Materiales**

- Cuchillos.
- Termómetro.
- Lavacaras.
- Fundas de empaque.
- Plátanos verdes
- Envases para muestras.
- Jabón
- Detergente y desinfectante.
- Escoba.
- Libreta de apuntes.
- Computadora.
- Guantes.
- Papel de pH.
- Fundas plásticas.
- Mandil.
- Botas.
- Mascarilla.
- Materiales de oficina.
- Tablas de estado de maduración del banano.

### **Equipos**

- Balanza analítica.
- Cámara fotográfica.
- Empacadora al vacío.
- Equipo de limpieza.
- Equipo de laboratorio.

### **Reactivos**

- Ácido ascórbico.
- Ácido cítrico.
- **Citrosan.**

## **D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

En la presente investigación se emplearon tres antioxidantes:

(Ácido cítrico, Ácido ascórbico y Citrosan), en la conservación del plátano verde mínimamente procesado, y se los comparó con un tratamiento testigo (sin antioxidante), con 9 repeticiones por tratamiento, el tamaño de la unidad experimental fue de 6 empaques de 4 plátanos, dando un total de 54 unidades experimentales. Se trabajó un Diseño Completamente al Azar simple (D.C.A.), utilizando el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Media general.

$T_i$  = Efecto de los antioxidantes.

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

### Esquema del Experimento

En el cuadro 2, se describe el esquema del ensayo propuesto en la investigación para la aplicación de los diferentes antioxidantes como conservantes:

**Cuadro 2. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.**

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES	T.U.E.*	REP/TRAT
Sin antioxidante	AN 0	9	6 empaques	54
Ácido Ascórbico	AN 1	9	6 empaques	54
Cítricos	AN 2	9	6 empaques	54
Ácido cítrico	AN 3	9	6 empaques	54
TOTAL				216

*Fuente: T.U.E = Tamaño de la unidad experimental el empaque contará de 4 plátanos.*

### E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales a ser evaluadas durante el experimento fueron:

#### Análisis físico químico

- % Acidez titulable.
- ° Brix.
- Índice de madurez.

### **Análisis microbiológico**

- Recuento de microorganismos Mesófilos, Petri film.
- Recuento de Mohos y Levaduras.

### **Análisis Económico**

- Relación beneficio costo.

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

Los resultados obtenidos en el presente trabajo investigativo, fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos, junto al esquema para el (ADEVA), (cuadro 3).

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Separación de medias según Tukey, a un nivel de significancia de  $P \leq 0,05$ .

### **Cuadro 3. ESQUEMA DEL ADEVA.**

Fuente Variación	Grados Libertad
Tratamiento	3
Error experimental	32
Total	35

*Fuente: Los autores*

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTA.**

### **Evaluación de los aceites**

Para la evaluación de los aceites se realizó el siguiente procedimiento:

- **Recolección y selección de plátano verde:**  
Se realizó la recolección y selección de los dedos de plátano verde, tomando en consideración el estado de madurez, sin lesión o alteración en su color y libre de materia extraña.
- **Lavado:**  
Los dedos seleccionados se lavaron, con el propósito de eliminar elementos extraños con una corriente de agua potable. Posteriormente en un recipiente se dejará un previo escurrimiento.
- **Secado:**  
Las bananas fueron colocadas sobre una bandeja de acero inoxidable donde se les realizará el secado de cada tratamiento preestablecidos para finalmente administrar los diferentes antioxidantes mencionados.

- Empacado al vacío:

Se tomaron unidades homogéneas en cada una de los empaques con 4 plátanos verdes, luego se realizó un empaque continuo con la finalidad de mantener la carnosidad y textura del plátano. Posterior al empaque se procedió a refrigerar el plátano para determinar el tiempo de conservación del producto. Seguido se realizó los análisis bromatológicos y físico químicos de las muestras empacadas. Finalmente se tabularán los datos para su posterior interpretación, análisis y discusión de los resultados obtenidos.

## H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### % Acidez titulable

La acidez del producto se expresó como el porcentaje del ácido predominante en la muestra, ya sea como % de ácido cítrico, málico, láctico, etc.

$$\% \text{ Acidez} = (V \times N / \text{Meq}) \times 100$$

V = volumen de NaOH consumidos.

N = normalidad del NaOH.

Meq = peso miliequivalente del ácido predominante en la muestra

### Grados Brix

Los grados Brix representaron el porcentaje de Azúcar presente en una solución, también representan la relación entre masa del azúcar y el volumen de la solución (g/ml) (Kg/L). Los grados Brix se pueden calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$^{\circ} \text{BRIX} = (X \times 100 / V1)$$

Dónde:

X= Cantidad de azúcar que se desea adicionar.

°Brix= porcentaje de azúcar disuelta en la solución.

V1= Volumen de la solución.

### Índice de madurez

Para los índices de maduración en el plátano se guía por tablas en las cuales toman aspectos que se relatan en los (cuadro 4 y 5).

**Cuadro 4. ÍNDICES DE MADUREZ DEL PLÁTANO.**

Estado de madurez	Color piel	Color pulpa	Aroma	Sabor
Muy verde	Verde hoja	Marfil	sin olor	Astringente
Verde	Verde	Hueso	menos fuerte	poco astringente
Pintón	Verde amarillento	Crema	poco fuerte	poco dulce
Maduro	Amarillo	crema amarillento	Fuerte	Dulce
Sobremaduro	Amarillo negruzco	amarillo	muy fuerte	muy dulce

*Fuente: Los autores*

A continuación se muestra los índices de madurez del plátano por la textura considerando los siguientes aspectos: (Muy dura, dura, ligeramente suave, suave, muy suave)

**Cuadro 5. ÍNDICES DE MADUREZ DEL PLÁTANO POR LA TEXTURA.**

Textura	Peso total	Peso jugo	% pulpa	% acidez	Presencia de almidón
Muy dura	140 g.	73 g.	52,14	0,0366	Pardo
Dura	181 g.	96 g.	53,04	0,1707	Oscuro
Lig. Suave	197 g.	123 g.	62,44	0,195	muy oscuro
Suave	178 g.	107 g.	60,11	0,1889	Claro
Muy suave	144 g.	97 g.	67,36	0,1462	muy claro

*Fuente: Los autores*

#### **Determinación de los análisis físicos químicos del plátano**

Los análisis fueron realizados a los muestras empacadas las cuales estuvieron mínimamente procesadas, con la finalidad de determinar la calidad del empacado y la efectividad de los antioxidantes

a través de la composición microbiológica del plátano en lo que respecta a Recuento de microorganismos Mesófilos, Recuento de Mohos y Levaduras, garantizando así la calidad de la carne empacada para el consumo.

### **Análisis económico**

El análisis económico se realizará por medio del indicador beneficio/costo, en el que se consideró los gastos realizados (egresos) y los ingresos totales que corresponden a la venta de los empaques de plátano con el valor agregado que se le incluye con los antioxidantes y el empackado al vacío, respondiendo al siguiente presupuesto.

$$B/C \quad \frac{\text{Ingresos totales (dólares)}}{\text{Egresos totales (dólares)}}$$

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.**

#### **A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL PLÁTANO VERDE (Musa x paradisiaca), MÍNIMAMENTE PROCESADO Y EMPACADO AL VACÍO UTILIZANDO TRES TIPOS DE ANTIOXIDANTES PARA LA CONSERVACIÓN**

##### **1. Grado de Acidez**

El grado de acidez del plátano verde mínimamente procesado presento diferencias altamente significativas ( $P < 001$ ), por efecto de la aplicación de diferentes tipos de antioxidantes, observándose el mayor grado de acidez al utilizar ácido ascórbico (T1), con valores de  $1,82E-01\%$  de ácido málico, mientras que con el tratamiento control los resultados fueron de  $1,67E-01\%$  de ácido málico y al utilizar citrosan (T2), se registró una acidez de  $1,37E-01\%$  de ácido málico, en tanto que los resultados más bajos fueron reportados al utilizar ácido cítrico con  $1,16E-01\%$  de ácido málico, como se indica en el cuadro 6, y se ilustra claramente en el gráfico1.

De acuerdo a los datos obtenidos en la investigación se aprecia que el grado de acidez más bajo se consigue al utilizar el ácido cítrico (T3), al respecto Almada, H. (2017), indica que la conservación de alimentos es una necesidad general y creciente, que alcanza tanto a los países desarrollados que poseen una potente industria alimentaria como a los de menor desarrollo, independientemente de las diferencias climáticas y las condiciones económicas, sociales y culturales de cada país que determinan ciertas especificidades.

Se ha estudiado diversos antioxidantes para conservar el plátano verde pero el que nos proporcionó mejores resultados fue el ácido cítrico, que ayuda a la conservación de los alimentos; inactiva enzimas previniendo pardeamientos indeseables llamadas también oxidaciones; inhibe el deterioro del flavor y el color ya que es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente en el envasado de muchos alimentos como las conservas vegetales enlatadas, o en productos que se quiere conservar al vacío y en congelación, ya que sirve para evitar la maduración precoz del plátano verde y conseguir un mayor tiempo de uso en estado verde o inmaduro.

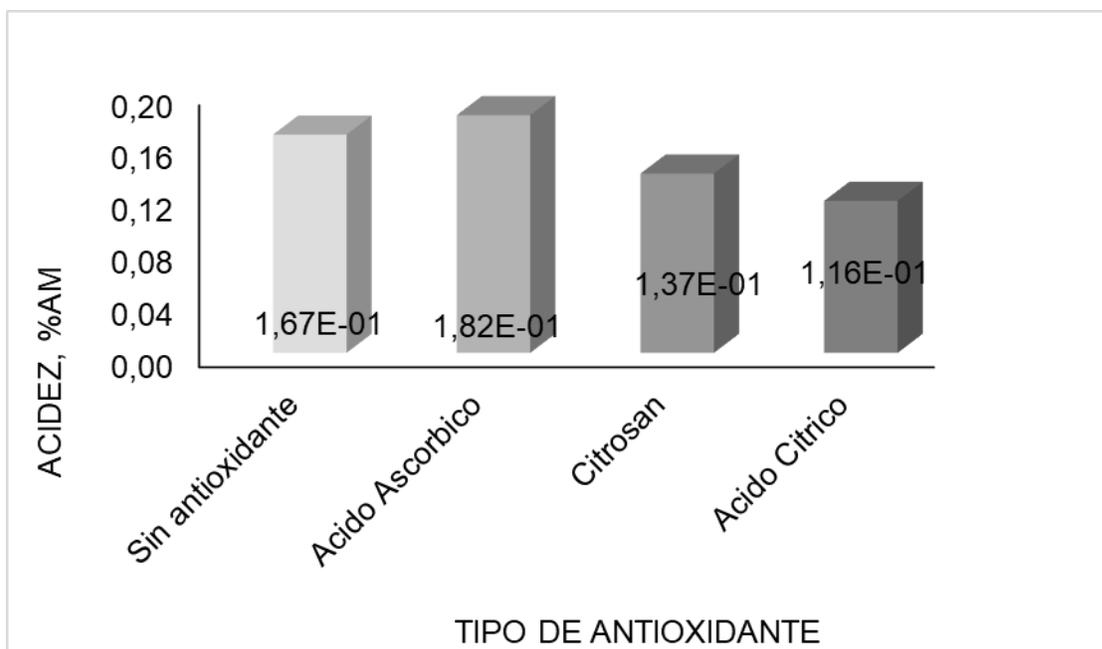
**Cuadro 6: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL PLÁTANO VERDE (Musa x paradisiaca), MÍNIMAMENTE PROCESADO Y EMPACADO AL VACÍO UTILIZANDO TRES TIPOS DE ANTIOXIDANTES PARA LA CONSERVACIÓN.**

VARIABLES	TIPOS DE OXIDANTES				Prob.	Sign.
	T0 sin antioxidante	T1 ácido ascórbico	T2 citrosan	T3 ácido cítrico		
<b>FÍSICO – QUÍMICAS</b>						
<b>Grado de acidez (% ácido málico)</b>	1,67E-01 a	1,82E-01 a	1,37E-01 b	1,16E-01 b	0,00011	**
<b>Grados Brix</b>	4,40 bc	4,69 ab	5,18 a	3,92 c	0,0008	**
<b>Ind de Madurez</b>	27,58 b	26,28 b	38,84 a	35,36E ab	0,003	**
<b>Contenido de mesofilos, UFC/g.</b>	2,11E+03 b	1,85E+03 b	3,17E+03 a	2,16E+03 b	6,3E-05	**
<b>Mohos y Levaduras UFC/g.</b>	2,90E+02 b	3,61E+02 a	3,09E+02 ab	2,32E+02 b	0,006	**

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

Fuente: Los autores.



**Grafico 1. Acidez del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.**

Además Cayón, A. (2000), manifiesta que el ácido predominante del plátano es málico y en menor proporción cítrico y oxálico cuyos niveles se incrementan pasando del estado verde con 0.7 % a 1.5 % en estado maduro. Los cambios presentados en la acidez, son más elevados en los frutos inmaduros disminuyendo constantemente hasta los 90 a 100 días, y de ahí su aumento es insignificante. El incremento del ácido málico 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 por la concentración de acidez, los azúcares totales y reductores de la pulpa.

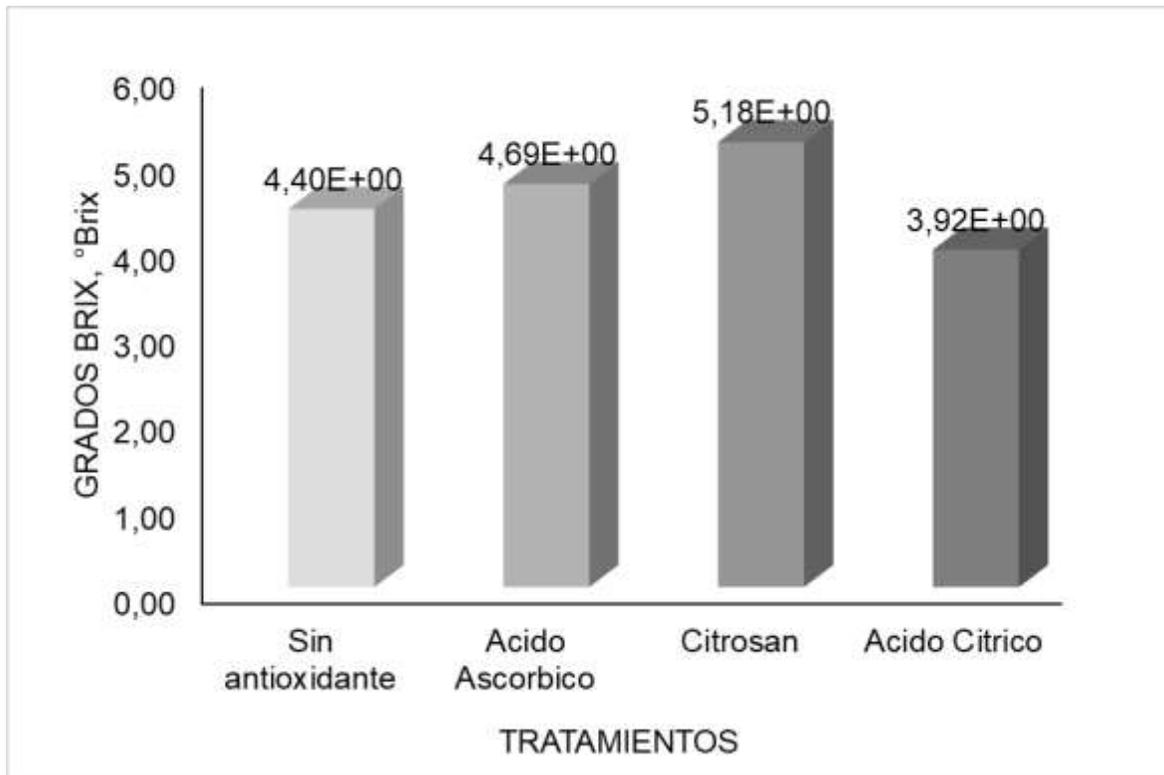
Los antioxidantes como es el ácido cítrico tiene un campo de acción muy amplio en el que pueden prevenir o retardar la oxidación de un sustrato biológico, y en algunos casos revertir el daño oxidativo de la moléculas afectadas. Establecer el contenido de ácidos libres correspondiente al ácido málico es muy necesario ya que es un indicativo esencial para impedir que los microorganismos ataquen el alimento y se reproduzcan de una manera descontrolada; además la aplicación de antioxidantes contribuyen a contrarrestar el efecto de las enzimas causantes del pardeamiento enzimático.

Los resultados expuestos en la presente investigación son inferiores a los registrados por Beltrán et al. (2010), quien reporta un pH de 5.78 y un grado de acides de 0.5% de ácido málico del plátano en estado inmaduro, así como también los registros de Valerio Dávila, Freja (2014), quien al realizar una investigación sobre determinación de los parámetros para la extracción de almidón del plátano bellaco (*Musa paradisiaca*), registró un porcentaje de acidez de 0.268%, si bien es cierto que las respuestas identificadas en la investigación se encuentra alejado del valor indicado por los autores descrito, es una evidencia del estado inmaduro del fruto ya que durante la maduración se genera ácido málico, ocasionando un aumento del porcentaje de acidez y disminución del pH, y al registrar valores muy bajos se aprecia el estado verde del plátano.

## 2. Grados Brix

Al conservar mínimamente el plátano verde (*Musa x paradisiaca*), y analizar los grados brix, se registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), por efecto de la utilización de tres tipos de antioxidantes, observándose los valores más altos al conservar con citrosan (T2), con 5,18 °Brix, seguido del ácido ascórbico (T1), que estableció valores de 4,69 °Brix, a continuación se ubican las respuestas alcanzadas en el tratamiento control (T0), ya que los valores fueron de 4,40 °Brix mientras que las respuestas más bajas, fueron registradas al utilizar como conservante el ácido cítrico (T3) con valores de 3,924 °Brix, como se especifica en el gráfico 2.

Es decir que la opción más adecuada sería la conservación con ácido cítrico, ya que es necesario que no exista un contenido alto de sólidos totales para que no se acelere la maduración del producto.



**Gráfico 2. Grados Brix del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.**

Al respecto Flores, E. (2004), indica en su apartado que la determinación de grados Brix en los productos alimenticios representan una medida del porcentaje de azúcares que se encuentran en las mismas. Esta respuesta experimental es sumamente importante de evaluar puesto que proporciona una medida acertada de la presencia de los azúcares en el producto, contribuyendo a establecer el nivel de madurez. Los valores descritos en la presente investigación al ser contrastados con los datos reportados en bibliografía y normas, se evidencia que se encuentran dentro de los parámetros establecidos para este tipo de productos ya que señala que los valores promedio deben encontrarse en un rango de 4,8 – 5,0 ° Brix. Los sólidos solubles totales (SST) o grados brix, son una importante característica de la calidad poscosecha para realizar la selección de plátano verde, ya que esta cantidad aumenta a medida que se produce la maduración del plátano, desde 1,3 hasta 17,3%, a expensas de la disminución de almidón de 83 a 66 %. Para la industria, el contenido de sólidos solubles inicial de los frutos (*Musa x paradisiaca*), debe encontrarse por debajo de 8° Brix, de acuerdo con lo reportado por los autores Onyejebu, Olorunda,(2012), quienes analizaron los efectos de las

materias primas, condiciones de proceso y empaque sobre la calidad del plátano, condición que se cumple en los resultados de la presente investigación.

La concentración de los sólidos solubles totales presentan un aumento progresivo a través de los días de almacenamiento, debido a los procesos hidrolíticos del almidón presente en el fruto, lo cual es característico en el proceso de maduración, comportamiento similar a lo observado por Giraldo (2000) y Wills (1984), mientras que los almidones disminuyen progresivamente con los días de almacenamiento, presentando grandes cambios en los primeros 4 días después de cosecha, lo que corrobora lo dicho por Arrieta (2006), quien demostró que el cambio más importante asociado a la maduración de frutos es la degradación de los carbohidratos poliméricos; transformaciones que alteran el gusto y la textura del producto, por eso surgió la necesidad de conservar utilizando diferentes antioxidantes para mantener por más tiempo el plátano en estado verde.

Los resultados expuestos en la presente investigación son similares a los registros López, B. et al. (2008), quien al realizar la caracterización morfológica del plátano verde determino que es necesario encontrar un equilibrio entre el máximo de °Brix y una mínima viscosidad, por lo tanto considero que al utilizar maltodextrina se consigue los resultados más satisfactorios de grados brix del plátano verde que será conservado por secado y que correspondieron a 4,254, similares a los de la presente investigación. Si como de Trujillo, J. (2016), quien al realizar la evaluación de agentes antioxidantes en un subproducto a partir del plátano dominico (*musa sapientum*, L), como criterio de calidad, registro los mejores resultados al utilizar 15 mg/kg ácido cítrico en la conservación del plátano; ya que el valor correspondiente de grados brix fue de 4,86.

### 3. Índice de Madurez

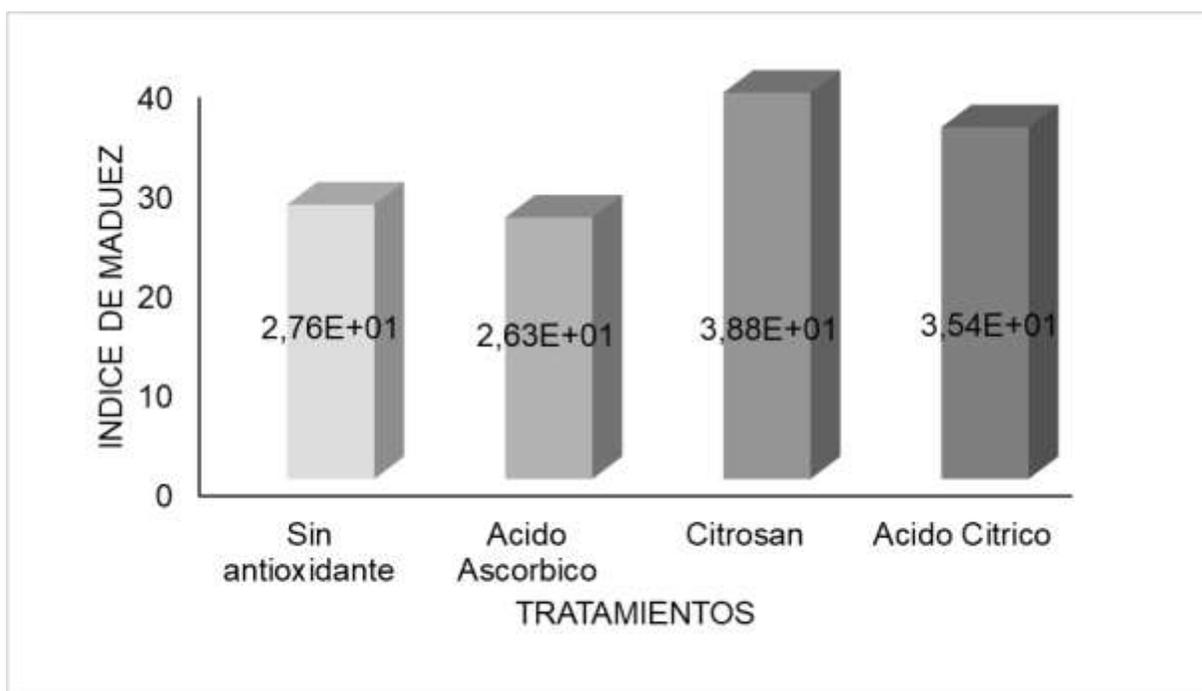
La utilización de diferentes antioxidantes en la mínima conservación al vacío del plátano verde afectaron estadísticamente ( $P < 0,01$ ) a la variable índice de madurez por cuanto se registró el índice más alto en el tratamiento T2 (citrosan), ya que reportó valores de 38,84, seguido del producto conservado con ácido cítrico (T3), y del tratamiento control (T0), con valores de 35,36, y 27,58 en su orden, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al utilizar como conservante el ácido ascórbico (T1), con resultados de 26,28, como se ilustra en el grafico 3. Para determinar el antioxidante más eficiente es necesario tomar en cuenta que el objetivo de la investigación es la maduración lo más lento posible, pero sin detrimento de las características nutricionales por lo tanto se puede considerar como el mejor tratamiento, el ácido ascórbico ya que tiene mayor capacidad como inhibidor enzimático, es decir que las enzimas que provocan la maduración, lo harán de una manera más lenta.

Lo que es corroborado según Cheng, Duan, Sun & Yang, (2009), quien manifiesta que el ácido ascórbico y sus sales de sodio, potasio y calcio suelen usarse como aditivos antioxidantes de los alimentos. Estos compuestos son solubles en agua y, por tanto, no pueden proteger a las grasas de la oxidación. Para este último fin pueden usarse como antioxidantes los ésteres de ácido ascórbico solubles en grasa, con ácidos grasos de cadena larga (palmitato de ascorbilo o estereato de ascorbilo).

El plátano es considerado como una fruta bastante delicada y de fácil deterioro, debido a la oxidación o al pardeamiento enzimático que sufre una vez maduro el fruto, siendo de corto período de conservación en forma natural, lo cual constituye un gran problema para las microempresas, y una mala justificación para el pequeño agricultor que ve cada día más disminuido sus ingresos económicos, los recursos de tiempo y materiales, y que busca alternativas para reducir el índice de madurez, que muchas veces termina en la descomposición del producto. En el proceso de maduración del plátano se

presentan variaciones fisicoquímicas, como la glucosa, xilosa, manosa, fructosa y trazas de galactosa, y xiloglucano que se incrementan en los procesos de la maduración.

En el proceso de mercadeo, predomina la comercialización en fresco, aunque los cambios en los hábitos socio-culturales de la población ha incrementado el consumo de procesados (snack) a base de frituras de plátano maduro (28 a 30°Brix) o plátano verde (5 a 8°Brix); los precocidos como patacón prefrito congelado y los tostones; los semiprocados como plátano pelado y empacado al vacío, tajada madura congelada y aborrajado y en menor proporción la producción de harina. La vida útil del plátano mínimamente procesado (precongelados) ha alcanzado 15 días, en las frituras y precocidos 3 meses y las harinas de 6 a 9 meses. El índice de madurez o grado de madurez es una prueba muy importante, ya que nos permite saber el tiempo en el que la fruta generara toda su polifenoloxilasa.



**Gráfico 3. Índice de madurez del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.**

Los datos de la presente investigación son superiores a los expresados por Mejía, L. (2013), quien al realizar la evaluación del comportamiento físico y químico poscosecha del plátano dominico Harton (*Musa aab simmonds*) cultivado en el municipio de Belalcazar (Caldas) indica que el índice de madurez presentó valores máximos de 26.18, 24.8, 24.7, 23.7 y 23.52 para los frutos de 14, 15, 16, 17 y 18 semanas respectivamente. Así como son superiores a los reportes de De Arcila (2002), quien registro entre 28.4 y 31.6.

Los frutos de mayor edad tienen mayor actividad enzimática, los °Brix finales son menores a menor edad de cosecha, pero la acidez aumenta en menor proporción, razón por la cual el índice de madurez, al final del proceso de maduración, es mayor para los frutos de menor edad, su comportamiento concuerda con lo reportado por Nascimento Jr. (2008), para dos cultivares de plátano, quien registro un índice de madurez promedio de 34,7.

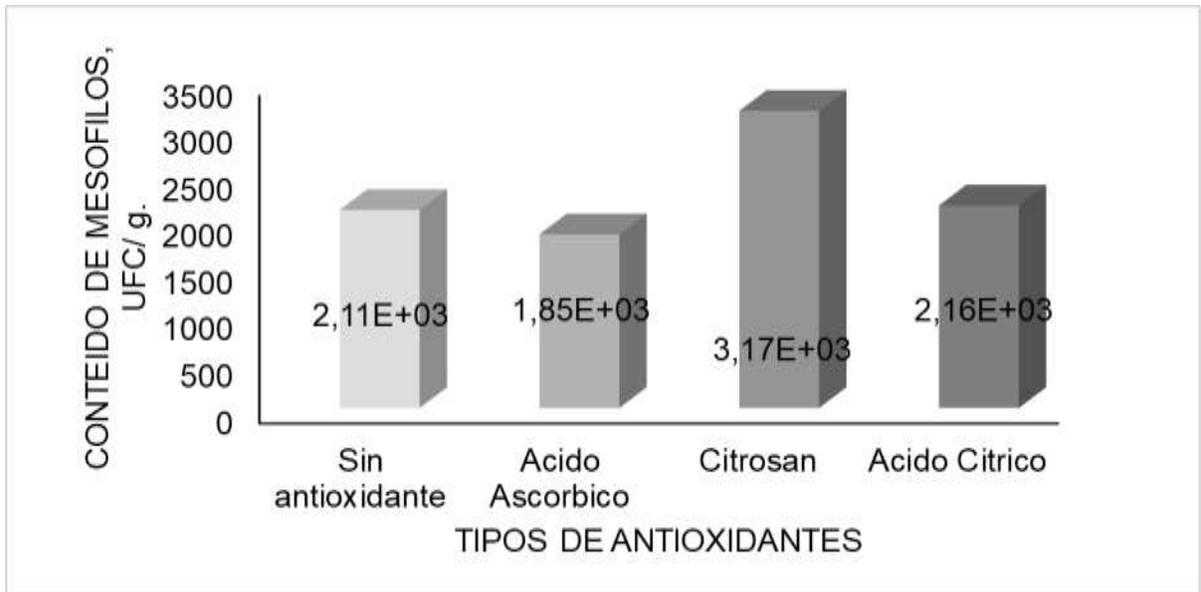
## **B. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PLÁTANO VERDE (*MUSA × PARADISIACA*), MÍNIMAMENTE PROCESADO Y EMPACADO AL VACÍO UTILIZANDO TRES TIPOS DE ANTIOXIDANTES PARA LA CONSERVACIÓN**

### **4. Contenido de mesófilos**

El análisis del conteo de mesófilos del plátano verde (*musa × paradisiaca*), mínimamente conservado y empacado al vacío presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), estableciéndose las respuestas más altas al conservar el plátano verde con citrosan (T2), con valores de  $3,17E+03$  UFC/g, seguido del tratamiento en el que se utilizó ácido cítrico (T3), y el grupo control (T0), con resultados de  $2,16E+03$  UFC/g, y de  $2,11E+03$  UFC/g, respectivamente, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al conservar con ácido ascórbico (T1), con  $185 E+03$ UFC/g, estableciéndose como el tratamiento que generaría menor flora bacteriana al conserva el plátano verde con ácido ascórbico ya que se forma puentes de hidrogeno más fuerte con las moléculas de agua, complicando la reproducción de flora bacteriana y dando mayor vida al producto como indica el grafico 4.

Lo que es corroborado según Almada, H. (2017), quien manifiesta que el análisis microbiológico es importante ya que está relacionado con la inocuidad y deterioro de los alimentos, determina el grado de contaminación al que está expuesto el producto en sus diferentes tapas. La contaminación microbiana de alimentos es un problema serio para la industria alimentaria por las grandes pérdidas económicas que trae consigo, este fenómeno es mixto por la participación de bacterias, hongos filamentosos y levaduras. La utilización del ácido ascórbico, juega un papel importante, en la conservación a bajas temperaturas de algunos productos, en especial jugos, pulpas vegetales y frutas. La reacción implica la descomposición del ácido ascórbico con la formación de furfural y el desprendimiento de anhídrido carbónico. El ácido ascórbico se convierte en ácido deshidroascorbico, ácido dicetogulonico y finamente furfural y dióxido de carbono se ha encontrado que, la reacción es favorecida por los pH bajos por ejemplo entre 2,0 y 3,5.

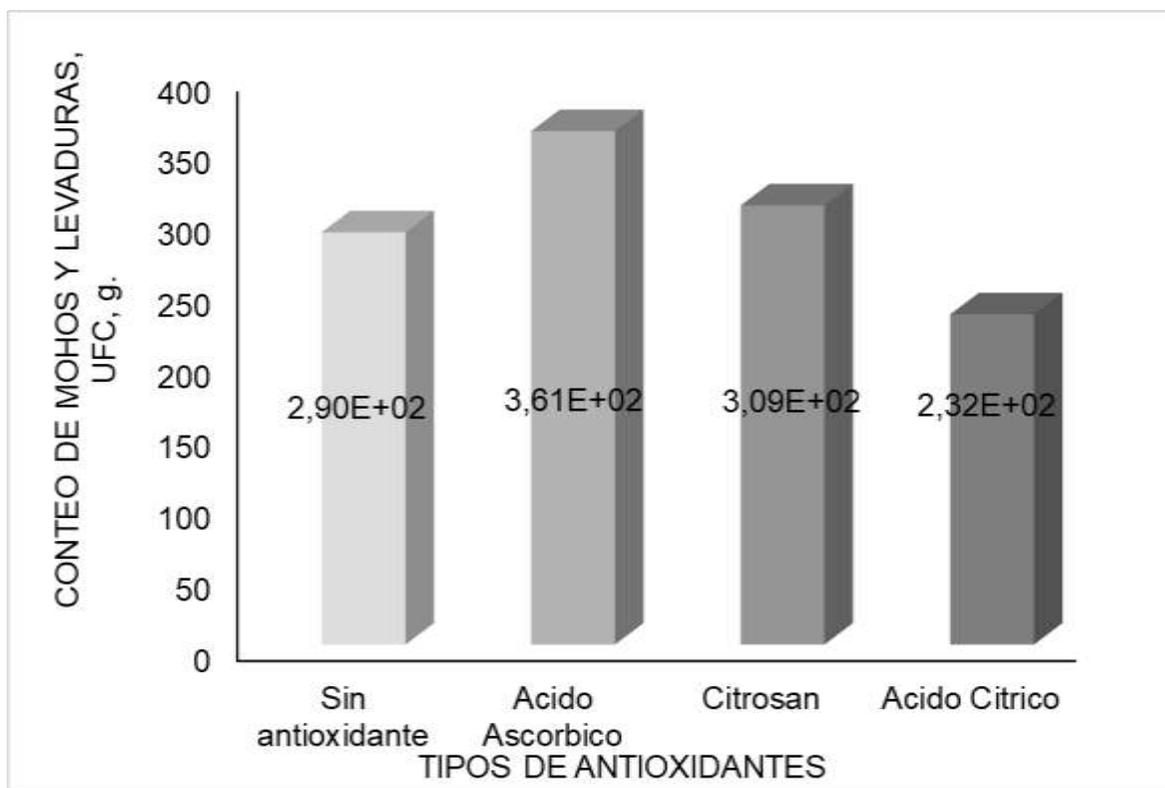
El contenido de microorganismos mesófilos de acuerdo a lo que expone el Ministerio de Salud del Ecuador según la resolución numero 7992 (1991), indica que en frutas y verduras conservadas puede estar entre  $2,0 E+03$  a  $5,0 E+03$ , cantidades mayores son objeto de descarte del producto pues se ha iniciado su putrefacción.



**Gráfico 4. Contenido de mesófilos del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.**

#### 5. Contenido de Mohos y levaduras

La evaluación del conteo de mohos y levaduras del plátano verde, registró diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), por efecto de la aplicación de diferentes tipos de antioxidantes, estableciéndose los resultados más altos al aplicar el ácido ascórbico (T1), con  $3,6E+03$  UFC/g, seguido del tratamiento con citrosan (T2) y control (sin antioxidante), que estableció valores de  $3,09 E+03$  UFC/g,  $2,9 E+03$  UFC/g, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al conservar con ácido cítrico (T3), con valores de  $2,32 E+03$ , como indica el grafico 5, tomando como tratamiento más factible el de ácido cítrico ya que este evita más la hidrolización de los polisacáridos que se encuentran en el plátano verde dándole así poca oportunidad que los microorganismos que constituyen a los mohos y levaduras se puedan expandir y provoquen la descomposición del producto.



**Gráfico 5. Contenido de mohos y levaduras del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.**

Al respecto Jimenez, T. (2016), manifiesta que el ácido ascórbico es el único ácido orgánico no saturado normalmente permitido como conservador en los alimentos. Posee un espectro antimicrobiano interesante ya que es relativamente ineficaz contra las bacterias catalasa-negativas como las bacterias lácticas. El ácido ascórbico posee un amplio espectro de actividad contra los microorganismos catalasa-positivos, que incluyen las levaduras, mohos y bacterias y se utiliza, por tanto, para inhibir los contaminantes aeróbicos en los alimentos fermentados o acidificados.

La exclusión del oxígeno de los envases o el envasado en atmosferas inertes ha demostrado que pueden ser útiles en la prevención de la reacción de oscurecimiento o descomposición. Estos últimos microorganismos resultan generalmente inhibidos por concentraciones de ácido no disociado de 0,01 a 0,03%. Este compuesto constituye un eficaz agente antimicrobiano a valores de pH inferiores a 6. Los hongos y las levaduras se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente, pueden encontrarse como flora normal de un alimento, o como contaminantes en equipos mal sanitizados algunas especies de hongos y levaduras son útiles en la elaboración de algunos alimentos, sin embargo también pueden ser causantes de la descomposición de otros alimentos.

Los resultados expuestos en la presente investigación son inferiores a los determinados por Guerra Solís, S. (2012), quien evaluó el efecto antimicrobiano del aceite esencial de limón y canela, ambos a 0,05 % en la cobertura comestible de almidón de maíz-gelatina y tiempo de almacenamiento a 5°C sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general en

rodajas de banano mínimamente procesados. Determinándose que el tratamiento de cobertura con aceite esencial de canela presentó el menor recuento de mohos y levaduras (200 UFC/g), seguido del tratamiento con cobertura de aceite esencial de limón (750 ufc/g),

El recuento de mohos y levaduras según el Ministerio de Salud del Ecuador según la resolución numero 7992 (1991), indica que en frutas y verduras conservadas puede estar entre 1000 a 2000, pero en los resultados de la presente investigación se aprecia que están muy por debajo de estos límites permisibles validando la conservación del plátano verde con los antioxidantes evaluados

## 6. Vida Útil.

La vida útil del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), fue determinada de acuerdo al análisis microbiológico donde se aprecia que los contenidos de microorganismos especialmente mohos y levaduras no es elevado por lo tanto la conservación resulta positiva utilizando especialmente el ácido cítrico que previene la proliferación bacteriana. Al respecto Robles, M. (2007), manifiesta que los vegetales mínimamente procesados son definidos como cualquier fruta u hortaliza que ha sido alterada físicamente a partir de su forma original, pero que mantiene su estado fresco.

El verdadero reto en el desarrollo de estos nuevos productos es conseguir procesos novedosos o estrategias de conservación que permitan la obtención de alimentos seguros con sus propiedades nutricionales y características benéficas para la salud muy poco modificadas e incluso potenciadas, con la finalidad de elevar su vida útil sin detrimento de las propiedades físico químicas del producto. Las condiciones de temperatura, humedad relativa, empaque y almacenamiento, pueden prolongar la vida útil del fruto, ya que son susceptibles a daños físicos, químicos y microbiológicos.

Delgado, A (2006), indica que Los frutos frescos cortados (FFC), son un tipo de productos preparados mediante operaciones unitarias de selección, lavado, pelado, deshuesado, cortado, etc.; higienizados mediante derivados clorados, peróxido de hidrógeno, ozono, antimicrobianos naturales y otros; tratados con agentes estabilizadores de color tales como ácido ascórbico y eritórbico, retenedores de firmeza (sales de calcio) y envasados en bolsas o bandejas con la inyección de distintos sistemas gaseosos que permitan mantener una atmósfera modificada en su interior. Son conservados, distribuidos y comercializados bajo refrigeración (2-5°C) y están listos para ser consumidos durante 7 a 14 días según el producto y técnica de conservación utiliza, la finalidad de la conservación mínima del plátano verde con antioxidantes es aumentar este tiempo, lo que se ha conseguido en el presente trabajo ya que durante el tiempo de investigación, no existió proliferación bacteriana.

Muchos de los cambios que se presentan durante la etapa de maduración de los plátanos afectan de manera directa en el tiempo vida útil, calidad nutricional y evaluación sensorial del producto.

## C. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al efectuar el análisis económico del plátano verde (*musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío, utilizando tres tipos de antioxidantes( ácido ascórbico, ácido cítrico y citrosan), en comparación de un tratamiento testigo ( sin antioxidante), para la mínima conservación, se deduce que los mejores resultados fueron alcanzados en el tratamiento T2 ( citrosan), como se indica en el cuadro 8, ya que la relación beneficio costo fue de 1,41 es decir que por cada dólar invertido se espera una

utilidad del 41% la misma que desciende a 1,38 y 1,28 al utilizar el tratamiento T3 y T1 respectivamente, donde se puede manifestar que los márgenes de ganancia por cada dólar fluctuaron entre 38 a 28 centavos, es obvio que en el grupo control se tendrá una mayor relación beneficio costo puesto que no incurre en el gasto de antioxidantes, sin embargo la calidad y la vida útil del producto puede ser menor, pese a presentar una relación beneficio costo de 1,49 es decir que por cada dólar invertido se es decir una ganancia del 49%.

Al indicarse márgenes de rentabilidad que bordea los 28 a 41% se considera muy alentador incursionar en este tipo de actividades industriales debido a que se soluciona un gran problema como es la maduración del producto muy rápido y no se dispone de fruta fresca para la elaboración de múltiples platillos.

### Cuadro 7. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Descripción	ANTIOXIDANTES						
	Cant	Unidad	Costo unitario	T1	T2	T3	T4
<b>Materiales Directos</b>							
Plátano verde	216	kg	0,6	32,4	32,4	32,4	32,4
fundas de empaque	3	ciento	13,6	3,4	3,4	3,4	3,4
Ácido Cítrico	1	Kg	6	0,00	0,00	0,00	3,60
Ácido Ascórbico	1	Kg	24	0	7,2	0	0
Citrosan	1	Kg	40	0	0	2,4	0
<b>Suministros</b>							
Agua Purificada	1	botellon	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
Agua Potable	0,33	m3	3,33	0,27	0,27	0,27	0,27
Energía	15	kw/h	0,11	0,41	0,41	0,41	0,41
Gas	1	cilindro/dia	0,083	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Materiales Indirectos</b>							
Desinfectante	1/8	galon	4	0,13	0,13	0,13	0,13
Detergente	1/8	galon	4	0,13	0,13	0,13	0,13
<b>Mano de Obra</b>							
Obrero	1	op	12,13	3,03	3,03	3,03	3,03
Técnico	1	op	21,66	5,42	5,42	5,42	5,42
<b>Equipos e Instalaciones</b>							
<b>Depreciación</b>							

Refrigeradora	1 Unidad	2000	0,02	0,02	0,02	0,02	Fuente: Los autores
Empacadora	1 unidad	4000	0,12	0,12	0,12	0,12	
Área de trabajo	220 m2	30000	0,27	0,27	1,64	1,64	
balanza	1 unidad	400	0,14	0,14	0,14	0,14	
ollas	6 unidad	30	0,02	0,02	0,02	0,02	
Materiales	* unidad	30	0,02	0,02	0,02	0,02	
Sub Total		6130	45	53	48	49	4. C O N C L U S I O N E S Y
Total			45,44	52,64	47,84	49,04	
Costos por kg			0,84	0,85	0,94	0,91	
Venta de empaque			67,50	67,50	67,50	67,50	
Precio / kg			1,25	1,25	1,25	1,25	
Beneficio / costo			1,49	1,28	1,41	1,38	

#### RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES:

- Luego de comparar los tres antioxidantes, las mejores características físicas – químicas se alcanzó al utilizar citrosan en plátano verde mínimamente conservado; con el mayor valor de grados Brix (5,178), y el índice de madurez más alto (38,84); con el menor daño oxidativo y pérdida de su valor comercial y nutricional.
- Los análisis de contenido de microorganismos mesófilos, determinaron que el plátano verde mínimamente conservado con ácido ascórbico presentó los valores más bajos (1,854 E+03UFC); en tanto que, el menor contenido de mohos y levaduras fue registrado en el plátano verde mínimamente conservado del grupo control; sin embargo, al utilizar el antioxidante citrosan comparte rangos de significancia al conteo, siendo también bajo, superando las exigencias de calidad del Codex alimentario.
- Se evidencia claramente que la vida útil del plátano verde mínimamente procesado con ácido ascórbico se prolonga significativamente; puesto que, en todas las etapas de observación no se aprecia crecimiento bacteriano, sinónimo de que se ha iniciado la descomposición, lo cual permite que el producto pueda ser transportado y comercializado en un tiempo más largo.
- El consumo de productos tropicales mínimamente procesados como es el plátano verde es importante desde el punto de vista económico, como una nueva alternativa de comercialización para cubrir un mercado específico. Sobre todo porque se consigue una rentabilidad económica muy atractiva ya que la relación beneficio costo fue de 1,41 al utilizar el citrosan que es el producto que mejores resultados demostraron y que indican que por cada dólar invertido se espera 41 centavos de utilidad, pese a que en el grupo control se obtuvo una relación beneficio

costo de 1,49, sin embargo al no utilizar antioxidantes disminuye la vida útil del producto y de que sirve ganar más, si no resolveremos el problema de mayor conservación en estado fresco.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados expuestos se derivan las siguientes recomendaciones:

- Se sugiere para futuras investigaciones utilizar para la conservación del plátano verde el antioxidante Citrosan, ya que conserva su valor nutricional.
- Es recomendable que a las frutas tropicales se aplique una mínima conservación; es decir, una pequeña alteración física a partir de su forma original, para mantener su estado fresco. El verdadero reto en el desarrollo de estos nuevos productos es conseguir procesos novedosos o estrategias de conservación que permitan la obtención de alimentos seguros, sin alterar sus propiedades nutricionales y características benéficas para la salud muy poco modificadas e incluso potenciadas.
- Se requiere de más estudios en relación a la magnitud de las pérdidas de nutrientes y compuestos con capacidad antioxidante que sufren los productos tropicales para mejorar las técnicas de conservación y permitir su comercialización por un tiempo más prolongado.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- ALBERLE, E. 2009. Fundamentos de la Ciencia del Alimento. Edit. Acriba Zaragoza – España. pp: 37-38.
- ALDANA, H. 2005. Biblioteca practica de Zootecnia, tomo (3); Terranova ediciones; pp. 234, 236. México.
- ALTKOFER, W. (2005). "Migration of nitrosamines from rubber products--are balloons and condoms harmful to the human health?". Mol Nutr Food Res.; 49(3):235-8.
- ARCHER, D. Y KVENBERG, J. 2005. Incidence and cost of foodborne diarrheal disease in the United States. J. Food Prot., 48: 887-894.
- BECERRA, W. 2007. Adaptación de algunos cultivares de cítricos, en su tercera temporada de crecimiento en una zona agroecológica de la Octava Región (Portezuelo). 30 p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Chillán, Chile.
- BERNAL, E. Y DIAZ, C. 2003. Tecnología para el cultivo del tomate de árbol. Rionegro: Impresos Begon Ltda. p. 130.

- BORGES, A. 2007. Circular Técnica No. 27. O Cultivo da Banana. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Brasil, Ministerio de Agricultura e do Abastecimento. 109 p.
- CAMPRA, P. 2012. Area de tecnología de alimentos. 1a ed. Barcelona, España. Edit Limantur. Pp 56 – 59.
- CASTAÑER, M. 2011. Laboratorio de Refrigeración y Postrecolección. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. CEBAS (CSIC). PO Box 4195,30080 murcia, Spain
- CAYON, D. 2004. Ecofisiología y productividad del plátano (*Mussa AAB Simmonds*), XVI REUNIÓN INTERNACIONAL ACORBAT.
- COX, A. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of • Hass avocado fruit. En: Postharvest Biology and Technology. Vol. 31, No. 3 (2004); p. 287-294.
- DASUKI, M. 2002. "Productos procesados a base de bananos en Indonesia". Indonesian Agriculture Research and Development Journal. 14 (3-4): 63-65. (Extracto Musarama)
- DURÁN, A., 2015. Conservacion de los alimentos. 1a . Chihuahua, Mexico. Edit Sarteli. pp. 12 – 17.
- ERICKSON D. 2009. Proceedings of the World Conference on Edible Fats and Oils Processing: Basic Principles and Modern Practices". Champaign, Illinois: American Oil Chemists Society.
- FUENTES, A. 2004. Transformación del desecho vegetal del cultivo del banano en abono natural a través de la lombriz roja californiana en Urabá. S. I., Augura.
- GALLO, F. 2007. Manual de fisiología, patología poscosecha y control de calidad en frutas y hortalizas. Armenia: NRI, SENA, DFID; p. 406.
- GAÑAN, P., CRUZ, J., GARBIZU, S., ARBELAIZ, A., MONDRAGÓN, I. (2004): "Stem and bunch banana fibers from cultivation wastes: Effect of treatments on physico-chemical behavior". J. Appl. Polym. Sci., 94 (4), 1489-1495.
- GAO, X. 2009. Changes in Antioxidant Effects and their Relationship to Phytonutrients in Fruits of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) during maturation.
- GIL, M. 2009. Hay alternativas al cloro como higienizante para productos de IV Gama. Revista Horticultura. Consultado 23 Sep 2011. Disponible <http://www.horticom.com/pd/article.php?sid=73131>.
- GOÑI, I 2008. Starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index", *Nutr. Res.*, 17, 427.
- HERNANDEZ, L. BELLES, A. 2007. A 3-D finite element analysis of the sunflower (*Helianthus annuus L.*) fruit. Biomechanical approach for the improvement of its hullability. En: Journal of food engineering. Vol. 78, No. 1; p. 861-869.
- ALMADA, H. 2017. Análisis de las propiedades físicas y organolépticas del plátano maduro. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria>.

- COLOMBIA. Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). Contenido microbiológico de los alimentos procesados.
- IZAGUIRRE, D. 2000. Efecto de la bencianminopurina (BAP) sobre la propagación in vitro de tres clones de banano (*Musa acuminata* Colla). Guatemala. 78 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía.
- LANA, M. y TIJSKENS, L. 2006. Modelling RGB colour aspects and translucency of fresh-cut tomatoes. En: *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 40, No. 1; p. 15-25.
- LIU, S. 2004. Effects of CO<sub>2</sub> on respiratory metabolism in ripening banana fruit. En: *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 33, No. 1. p. 27-34.
- LAY, J. 2004. Bananas y plátanos para alimentar cerdos: aspectos de la composición química de las frutas y de su palatabilidad Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana, Cuba. Vol 11 pp 5-12G
- MELO, E. 2004. Poliphenols, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables, *Brazilian Journal of Food Technology*, v.9, n.2, p. 89-94.
- MICHÉ, B, 2001. Las condiciones sanitarias de los alimentos mínimamente conservados.
- ECUADOR, Ministerio de Salud del Ecuador. Resolución numero 7992 1991. Contenido microbiológico en las frutas y pulpas
- JIMENES, T. 2016. Contenido microbiológico de frutas y legumbres. Disponible en el sitio web: <http://www.bristhar.com.ve>.
- MONSALVE J. 2006. Producción de etanol a partir de la cáscara de banano y almidón de yuca Universidad de Colombia pp. 21-27
- MUGULA, J. 2001. Producción de polvo de bananos para elaboración de bebidas no alcohólicas. *Plant food for humans nutrition* 45 (2): 155-163. (Extracto Musarama, 3787.
- POLANCO, P. 2012. El plátano verde, rico en glúcidos, potasio, vitamina A y ácido fólico. Disponible en la página web: <http://elbauldelconsumidor.blogspot.com/2012/12/platano-verde-potasio-vitamina-acido.html>
- REYES, V. 2007. Comida típica de Guayaquil. El plátano verde llegó del Asia a la mesa costeña. Disponible en la página web: <http://www.eluniverso.com/2007/10/08/0001/18/7CF4E55AEDD44C2385F5CD5985FEBAB9.html>
- ROBLES, M. 2007. Frutos tropicales mínimamente procesados: potencial antioxidante y su impacto en la salud.
- RAFTARI, M. 2009. Effect of organic acids on *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus* contaminated meat. *The Open Microbiology Journal*.3:121-127. Consultado 22 Mar

2011.

Disponible

en

<http://www.benthamscience.com/open/tomicroj/articles/V003/121TOMICRO J.pdf>

- RINCÓN, A. 2006. Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cascara de naranja (*Citrus sinéresis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. Tesis de grado. Facultad de farmacia. Universidad de Venezuela. p. 28.
- SIERRA, L. 2003. El cultivo del banano. Producción y comercio. Pereira: Editorial Gráficas Olímpica. p. 678.
- SUN F. 2000. Antioxidative Activity of Propolis Evaluated by the Interaction with Vitamins C and E and the Level of Lipid Hydroperoxides in Rats J.Agric. Food Chem. USA.
- SUNDAY, B. FOLARANMI, O. 2012. Nutrient composition and contribution of plantain (*Musa paradisiacea*) products to dietary diversity of Nigerian consumers, African Journal of Biotechnology Vol. 11(71). p. 13601-13605.
- THOMPSON, A. 2000. Bananos. III. Variedades ugandesas de bananos y sus usos. In: Agriculture in Uganda. Tothill J. Uganda Pept of Agriculture. 116-120.
- TORRES, V. 2006. *Vibrio cholerae* y *Escherichia coli* en lechuga fresca que se expende en mercados de la ciudad de Guadalajara. XIII Reunión Nacional de Microbiología, Higiene y Toxicología de los Alimentos. Guadalajara, Jal, México.
- VERGARA, E. 2010. Origen e historia del plátano, *Musa paradisiaca* L. valor nutricional. (En línea), Consultado el 20/09/2016. Disponible en: <http://apiciusysuslibros.blogspot.com/2010/12/origen-e-historia-del-platano-musa.html>.
- WILLIAMS, A. 2002. A key element in color reproduction. En: The International Journal of Newspaper Technology. p. 5.
- YANG, X. 2009. Characterization of chlorophyll degradation in banana and plantain during ripening at high temperature. Food Chemistry. 114: 2009; p. 383-390.