



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES
Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

**EVALUACIÓN DE AGENTES ANTIOXIDANTES EN UN SUBPRODUCTO A
PARTIR DEL PLÁTANO DOMINICO (*Musa sapientum, L*) Y MAQUEÑO
(*Musa balbisiana, L*) COMO CRITERIO DE CALIDAD EN LA
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de Ingeniera
Agroindustrial, Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la
Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente,
Escuela de Ingeniería Agroindustrial**

AUTORA:

JULIANA GABRIELA TRUJILLO ZURITA

DIRECTOR:

ING. IVÁN MARCELO GARCÍA MUÑOZ. MSc.

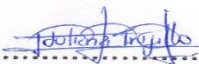
GUARANDA - ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Juliana Gabriela Trujillo Zurita, con número de cédula de ciudadanía N° 120678933-9, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo(s) autor(es).

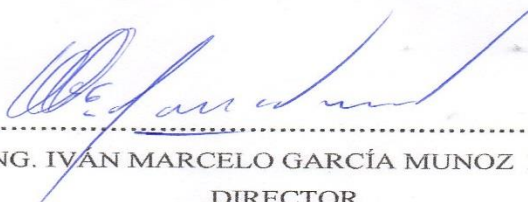
La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



JULIANA GABRIELA TRUJILLO ZURITA

AUTORA

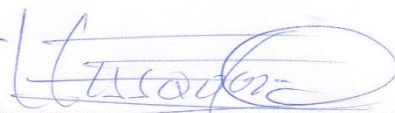
CI: 120678933-9



ING. IVAN MARCELO GARCÍA MUNOZ MSc.

DIRECTOR

CI: 020109396-0



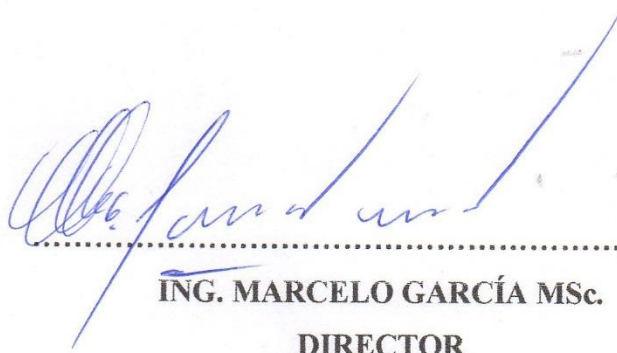
PhD. HUGO FABÍAN VÁSQUEZ COLOMA

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

CI: 020085252-3

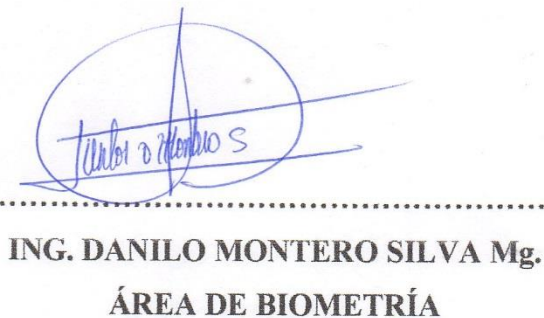
**EVALUACIÓN DE AGENTES ANTIOXIDANTES EN UN SUBPRODUCTO
A PARTIR DEL PLÁTANO DOMINICO (*Musa sapientum, L*) Y MAQUEÑO
(*Musa balbisiana, L*) COMO CRITERIO DE CALIDAD EN LA
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

REVISADO Y APROBADO POR:



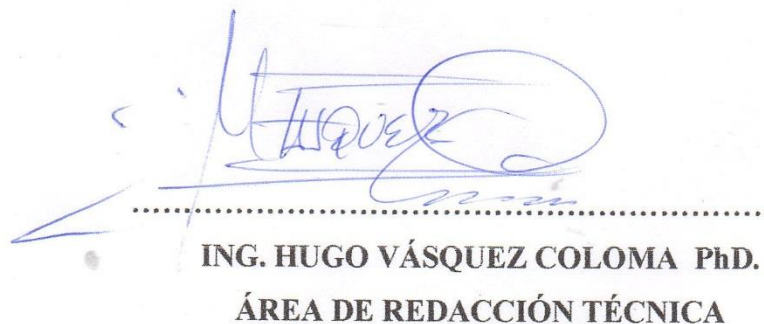
.....

ING. MARCELO GARCÍA MSc.
DIRECTOR



.....

ING. DANILO MONTERO SILVA Mg.
ÁREA DE BIOMETRÍA



.....

ING. HUGO VÁSQUEZ COLOMA Ph.D.
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación se lo dedico a Dios quien supo guiarme, darme fuerza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar y compartiendo conmigo buenos y malos momentos.

JULIANA

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi familia fuente de inspiración, amor, trabajo, esfuerzo y dedicación mil gracias por su confianza puesta en mí.

A la Universidad Estatal de Bolívar por haberme abierto sus puertas para que yo pueda formarme profesionalmente.

A la Escuela de Ingeniería Agroindustrial por los conocimientos brindados en el transcurso de todo mi carrera.

A los miembros de mi tribunal: Ing. Marcelo García, Director; Ing. Danilo Montero, Biometrista y PhD. Hugo Vásquez, Redacción Técnica; por su valioso tiempo, apoyo, comprensión y paciencia en la elaboración de este proyecto investigativo.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

JULIANA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN	PÁG.
I.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1
II.	PROBLEMA.....	3
III.	MARCO TEORICO.....	5
3.1.	Plátano.....	5
3.1.1	Origen.....	5
3.1.2	Taxonomía.....	5
3.1.3	Morfología.....	6
3.2	Variedades.....	7
3.2.1	Plátano dominico.....	7
3.2.2	Características.....	7
3.2.3	Plátano maqueño.....	8
3.2.4	Barraganete.....	8
3.3	Composición nutricional del plátano.....	10
3.4	Usos.....	12
3.5	Beneficios del plátano.....	13
3.6	Manejo poscosecha del plátano.....	13
3.7	Pardeamiento enzimático.....	17
3.8	Aditivo alimentario.....	18
3.9	Ácido cítrico.....	21
3.10	Acido L ascórbico.....	23
3.11	Meta bisulfito de sodio.....	24
IV.	MARCO METODOLÓGICO.....	25
4.1	Materiales.....	25
4.1.1	Ubicación de la Investigación.....	25
4.1.2	Localización de la Investigación.....	25
4.1.3	Situación geográfica y climática.....	25
4.1.4	Zona de vida.....	26
4.1.5	Material experimental.....	26

4.1.6	Materiales de campo.....	26
4.1.7	Materiales de laboratorio.....	26
4.1.8	Materiales de oficina.....	22
4.2	Métodos.....	27
4.2.1	Factores en estudio.....	27
4.2.2	Procedimientos.....	27
4.2.3	Tipo de diseño experimental.....	28
4.2.4	Procedimiento.....	29
4.2.5	Tipo de análisis.....	30
4.2.6	Manejo del experimento.....	32
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
5.1	Análisis de pH, acidez, grados Brix y humedad reportados en bibliografía.....	37
5.2	Análisis de pH, acidez, grados Brix y humedad en el producto obtenido.....	38
5.2.1	Determinación de potencial hidrogeno pH.....	38
5.2.2	Determinación de acidez (g/l).....	42
5.2.3	Determinación de grados Brix (° Brix).....	46
5.2.4	Determinación de humedad.....	50
5.2.5	Determinación de pardeamiento enzimático.....	54
5.3	Comparación de datos experimentales con datos teóricos para los plátanos evaluados...	58
5.4	Análisis microbiológicos.....	59
5.5	Evaluación sensorial.....	62
VI.	COMPROBACIÓN DE LA HIPOTESIS.....	64
6.1	Hipótesis nula.....	64
6.2	Hipótesis alternativa.....	64
6.3	Regla de decisión.....	65
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
7.1	Conclusiones.....	66
7.2	Recomendaciones.....	68
	BIBLIOGRAFÍA.....	69

ANEXOS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta pH.....	41
2	Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta acidez.....	45
3	Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta grados Brix....	49
4	Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta humedad.....	53
5	Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta pardeamiento...	57
6	Valores promedio obtenidos de la evaluación sensorial de los plátanos.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Valor nutricional del plátano.....	10
2	Composición nutricional del plátano Dominicó.....	11
3	Composición nutricional del plátano Maqueño.....	11
4	Composición química de la pulpa del fruto de plátano durante la maduración.....	14
5	Factores en estudio de la investigación	27
6	Combinación de factores.....	28
7	Grados de libertad del diseño experimental propuesto.....	29
8	Valores de pH, Acidez y Grados Brix reportados en bibliografía para estudios de pardeamiento enzimático en plátanos.....	37
9	Valores de pH medidos en los diferentes tratamientos.....	39
10	Análisis de Varianza (ADEVA) para la respuesta experimental pH.....	40
11	Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta pH.....	41
12	Valores de acidez (g/l) medidos en los diferentes tratamientos.....	43
13	Análisis de Varianza (ADEVA) para la respuesta experimental acidez.....	44
14	Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta acidez.....	45
15	Valores de grados Brix medidos en los diferentes tratamientos.....	47
16	Análisis de Varianza (ADEVA) para la respuesta experimental grados Brix.....	48
17	Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta grados Brix.....	49
18	Valores de humedad obtenidos en los diferentes tratamientos.....	51
19	Análisis de Varianza (ADEVA) para la respuesta experimental humedad.....	52
20	Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta humedad.....	53

21	Valores de pardeamiento enzimático obtenidos en los diferentes tratamientos.....	55
22	Análisis de Varianza para la respuesta experimental pardeamiento enzimático.....	56
23	Rangos ordenados del perfil de Tukey para la respuesta experimental pardeamiento enzimático.	57
24	Comparación de datos experimentales y teóricos.....	58
25	Análisis de mohos y levaduras realizadas a los plátanos evaluados al día 3 de tratamiento.....	60
26	Análisis de mohos y levaduras realizadas a los plátanos evaluados al día 6 de tratamiento.....	61
27	Resultados de los promedios obtenidos de la evaluación sensorial de los plátanos...	62
28	Verificación de la hipótesis considerando los análisis físicos y químicos del producto final.....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°	DESCRIPCIÓN
1	Mapa de ubicación de la investigación
2	Resultados de análisis físico químicos
3	Bases de datos
4	Fichas de evaluación sensorial
5	Fotografías
6	Glosario de términos

RESUMEN Y SUMMARY

RESUMEN

El trabajo de investigación; evaluación de agentes antioxidantes en un subproducto a partir del plátano dominico (*musa sapientum, L*) y maqueño (*musa balbisiana, L*) como criterio de calidad en la Universidad Estatal de Bolívar, se lo realizó en la carrera de Ingeniera Agroindustrial, el mismo que genera la búsqueda de una aplicación de agentes antioxidantes en el plátano que garanticen una adecuada conservación de estas dos variedades.

Además se prevé agregar valor a un producto propio de la región, contribuyendo con el cambio de la matriz productiva; aportando a los productores una alternativa de ingresos económicos para así brindar al consumidor un producto de calidad durante todas las épocas de año, evitando así un desabastecimiento y desequilibrio de precios por una baja o alza de la producción de esta fruta. La investigación tuvo tres factores en estudio: factor A: variedad de plátano, factor B tipo de antioxidante y factor C: cantidad de antioxidante. Se evaluaron los antes antioxidantes del plátano Dominicano (*Musa sapientum, L*) y Maqueño (*Musa balbisiana, L*) los mismos que fueron ácido cítrico y ácido ascórbico en las cantidades de 13, 15 y 17 mg/Kg; evaluados en las 36 unidades experimentales; identificando que el mejor tipo de antioxidante es el ácido cítrico, según los resultados obtenidos de las tablas de análisis de varianza, en el que señalan que el tratamiento T₅ es el que mejores resultados presenta en el producto procesado, además en este tratamiento se utiliza una menor cantidad de antioxidante a razón de 15 mg/Kg.

También se llegó establecer que cumplen con los parámetros mínimos establecidos en la Norma del Codex para el Banano (Plátano) Codex Stan 205 – 1997, además los plátanos evaluados cumplen con los parámetros microbiológicos según lo establecido en la norma técnica ecuatoriana NT INEN 1529-10. Del mismo modo se tuvo la aceptación de los consumidores y por ende se finaliza estableciendo que este producto es apto para el consumo humano.

Palabras claves: plátano, oxidación, conservante, antioxidante, vida útil.

SUMMARY

The research work; evaluation of antioxidant agents in a by product from the Dominican banana (*musa sapientum, L*) and maqueño (*musa balbisiana, L*) as a quality criterion at the State University of Bolivar, I did in the race Engineering Agroindustrial.

It generates search an application of antioxidants in bananas to ensure adequate conservation of these two varieties, adding value to a unique product in the region, contributing to the change of the productive matrix; giving producers an alternative income in order to give the consumer a high quality product during all seasons of the year, thus avoiding supply shortages and price imbalance by a brownout or production of this fruit.

The research study had three factors: factor A: banana variety, type of antioxidant factor B and factor C: amount of antioxidant. antioxidants before Dominico banana (*Musa sapientum, L*) and Maqueño (*Musa balbisiana, L*) were the same as citric acid and ascorbic acid in the amounts of 13, 15 and 17 mg / kg were evaluated; evaluated in 36 experimental units; identifying the best type of antioxidant is citric acid, according to the results tables ANOVA, in which said the T5 treatment is better results presented in the processed product, also in this treatment uses a less antioxidant at 15 mg / kg.

Was also reached to establish that meet the minimum standards set out in the Codex Standard for Bananas (Banana) Codex Stan 205-1997, also meet the microbiological parameters according to standard INEN 1529-10. Similarly consumer acceptance and therefore had to be ended by stating that this product is suitable for human consumption.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

América Latina lidera la economía mundial del plátano no sólo por su proporción del comercio mundial, sino también por su mayor capacidad de respuesta ante las condiciones cambiantes del mercado en comparación con otras regiones. En sus pronósticos sobre la evolución del comercio mundial del banano, la FAO ha utilizado recientemente ecuaciones de la oferta de exportación para países de América Latina que incluían elasticidades de propio precio relativamente altas en comparación con otras regiones.

Ecuador exporta alrededor del 30% del total de exportaciones mundiales, esto se debe a su gran extensión de tierra sembrada ya que el 95% de la producción es destinada exclusivamente a las exportaciones convirtiéndose en uno de los principales proveedores mundiales de este producto. La producción del país, se realiza en 20 provincias del territorio. La Costa aporta con el 89% de la producción nacional, la Sierra con el 10% y el Oriente aportan con el 1%. En la Costa, las provincias de mayor producción son: la provincia de Los Ríos con el 35 % de la producción total y Guayas con el 32%. (Amaiquema, 2015)

En la región Sierra del Ecuador y principalmente en las regiones cálidas de las provincias de Cañar el 3.8%, Bolívar con el 1.8, Pichincha 1.6%, Santo Domingo de los Tsachilas con 1.4% y Loja con el 0.8% de la producción nacional, las demás provincias tienen una producción menor a las señaladas. El plátano en el Ecuador se ha constituido desde mucho tiempo atrás en un cultivo de creciente importancia socioeconómica, alcanzando en la actualidad el segundo lugar a nivel mundial como exportador de esta fruta. Su explotación inicialmente se da como un aspecto relevante de la seguridad alimentaria, tornándose progresivamente en una fuente de generación de empleo y divisas para los productores y áreas de influencia. Genera una importante fuente de trabajo con alrededor de 400,000 plazas directas, lo que significa que alrededor del 12% de la población económicamente activa se beneficia de esta actividad de una u otra forma. (Vélez, 2011)

Los antioxidantes actúan oxidándose ellos en vez de los compuestos fenólicos que se encuentran en las frutas y vegetales, de esta forma evitan que se forme la polimerización de quinonas y con ello la formación de pigmentos. Deben tener la capacidad de no alterar las propiedades de sabor de los alimentos y además ser inocuos. (Cortés, 2012).

Los antioxidantes son sustancias que se agregan a los alimentos con el objetivo de prevenir la oxidación en gran variedad de productos, ya que muchos alimentos al entrar en contacto con el oxígeno adoptan una coloración indeseable para el consumidor, además afectan otras propiedades de los mismos. Existen diferentes tipos de antioxidantes según su mecanismo de acción, utilizar el uno o el otro depende del tipo de industria alimentaria.

En la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Evaluar agentes antioxidantes en un subproducto a partir del plátano dominico (*musa sapientum, L*) y maqueño (*musa balbisiana, L*) como criterio de calidad en la Universidad Estatal de Bolívar

Además se plantearon como objetivos específicos:

- Establecer la mejor variedad del Plátano Dominicano (*Musa sapientum, L*) y Maqueño (*Musa balbisiana, L*).
- Identificar el mejor tipo de antioxidante (ácido cítrico y ascórbico) y la cantidad óptima para aplicar en el proceso de conservación del plátano.
- Determinar las características físico-químicas y microbiológicas de las variedades de plátano Dominicano (*Musa sapientum, L*) y Maqueño (*Musa balbisiana, L*).
- Evaluar las características sensoriales del producto terminado para establecer su vida útil de anaquel.

CAPÍTULO II

PROBLEMA

En el Ecuador el plátano, en sus diferentes variedades son una de las principales frutas de exportación hacia el mundo entero, además hay que recalcar que en los últimos años se ha convertido en un producto altamente consumido por los ecuatorianos, debido principalmente a las bondades nutricionales que ésta presenta al ser consumido como el caso del potasio, así como por la diversidad de platillos que pueden ser elaborados a partir de ellos.

El plátano se encuentra muy adentrado en la cultura alimentaria de muchas poblaciones ecuatorianas, principalmente aquellas ubicadas en el subtropico y costa de nuestro país; por ende las exigencias de los consumidores se vuelven cada vez más altas, los comercializadores requieren de nuevos métodos o procesos que alarguen la vida útil del plátano con la finalidad de que no se produzcan pérdidas durante el almacenamiento.

Los plátanos de las variedades Dominico y Maqueño que se utilizaron en la investigación tienen gran demanda en el mercado de los consumidores bolivarenses, debido a que presentan propiedades nutricionales y a la gran versatilidad de preparación de platos. El plátano tiene un periodo de vida útil corto y se desperdicia o se pierde su calidad física y nutricional muy rápidamente, y es aquí en donde encontramos la oportunidad de desarrollar investigaciones que conlleven a promover mecanismos que ayuden a prolongar el tiempo de vida útil de anaquel que eviten estas pérdidas.

Del plátano pueden obtenerse diferentes productos procesados, pero el mercado es esencialmente para consumo en fresco; debido a que tiene una corta vida útil, debido a su alto contenido de agua (aproximadamente 76 %) y los cambios fisicoquímicos, reacciones químicas, enzimáticas, esta última debido al pardeamiento enzimático, que es producto de una reacción de la enzima polifenoloxidasas con el oxígeno del ambiente.

Los antioxidantes son sustancias naturales o sintéticas que adicionados a un alimento o producto previenen o retrasan el pardeamiento enzimático (oxidación), es así que mediante este procedimiento químico se pueden disminuir las causas del deterioro y prolongar la vida útil, favoreciendo en primera instancia a los productores, ya que les permitirá reducir las pérdidas poscosecha y al consumidor, en vista que dispondrá de un producto en óptimas condiciones; garantizando una constante oferta del producto con alta calidad nutricional.

Esta investigación tiene como objetivo la aplicación de agentes antioxidantes en el plátano que garanticen una adecuada conservación de estas dos variedades, agregándole valor a un producto propio de la región, contribuyendo con el cambio de la matriz productiva; además los productores tendrían una alternativa de ingresos económicos y el consumidor un producto de alta calidad durante todas las épocas de año, evitando así un desabastecimiento y un desequilibrio de precios por una baja o alta producción del mismo.

CAPÍTULO III

MARCO TEORICO

3.1 PLÁTANO (*Musa acuminata*, L)

3.1.1 Origen

El plátano tiene su origen probablemente en la región Indomalaya donde han sido cultivados desde hace miles de años. Desde Indonesia se propagó hacia el sur y el oeste, alcanzando Hawaii y la Polinesia. Los comerciantes europeos llevaron noticias del árbol a Europa alrededor del siglo III A. C., aunque no fue introducido hasta el siglo X. De las plantaciones de África Occidental los colonizadores portugueses lo llevarían a Sudamérica en el siglo XVI, concretamente a Santo Domingo. (Arteaga, 2012)

Por las diferentes formas de participar en la alimentación: ya sean plátanos cocidos (verdes o maduros) o frescos; por su doble función: alimento y medicina; por haber mitigado el hambre al ser humano durante siglos y haber conquistado el mundo, la especie del plátano es considerada como el rey de los vegetales.

3.1.2 Taxonomía

Reino: Plantae.

Subreino: Franqueahionta.

División: Espermatophyta.

Subdivisión: Magnoliophyta.

Clase: Liliatae.

Orden: Zingiberales.

Familia: Musaceae.

Género: Musa sp.

Especie: *Musa paradisiaca*, L.

Nombre científico: *Musa*, L

Origen: tiene su origen en Asia meridional, siendo conocida en el Mediterráneo desde el año 650.

El plátano en sí está compuesto por una planta herbácea perenne gigante, el mismo que presenta un rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, con una apariencia cónica y de con tamaños aproximados de 3.5 -7.5 m de altura, terminado en una corona de hojas.

3.1.3 Morfología

3.1.3.1 Raíces

Las raíces de la planta de plátano desde el punto de vista agronómico presentan superficies distribuidas en una capa de 30 - 40 cm, concentrándose la mayoría a los 15 a 20cm. Son de color blanco y tiernas cuando emergen, posteriormente son duras, amarillentas.

Además estas plantas pueden alcanzar los 3 m de crecimiento lateral y 1,5 m de profundidad. El poder de penetración de la raíz es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada principalmente con la textura, estructura y característica del suelo. (Herrera & Colonia, 2011)

3.1.3.2 Tallo

El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas; éstas se desarrollan una vez que la planta ha iniciado su proceso de florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo.

3.1.3.3 Hojas

Muy grandes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m. de largo y hasta de medio metro de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro.

3.1.3.4 Flores

Son amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el "régimen" de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada "mano", que contiene de 3 a 20 frutos.

3.1.3.5 Frutos

Siendo de color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, que desarrollan una masa de pulpa comestible sin la polinización. Los 25 óvulos se atrofian pronto, pero pueden reconocerse en la pulpa comestible. (Orozco & Picón, 2011)

3.2 VARIEDADES

Dentro de las principales variedades de plátano sembradas en Ecuador:

3.2.1 Plátano Dominicano (*Musa sapientum*, L)

Este tipo de plátano tiene entre 22 y 30 centímetros de largo y un ancho de 2 a 5 centímetros. La planta del plátano tarda ocho meses desde que nace la primera hoja hasta que se da la primera cosecha. La planta requiere de 60 metros cúbicos de agua al día para cada hectárea. En El Carmen (Manabí) se producen aproximadamente 10 toneladas por hectárea. El plátano pierde peso durante el transporte y es por esto que se empaca un 5% de fruta adicional. La plaga más común es el picudo negro. Es un coleóptero, cuya larva carcome el tallo de la planta y evita su crecimiento. (Arteaga, 2012)

3.2.2 Características

El plátano es una planta anual, su desarrollo es mayor en suelos franco arenosos consta de cormo subterráneo (tallo) en el cual nacen las raíces y los pecíolos de las hojas (pseudotallo); en la parte superior del cormo está ubicado el meristemo

principal el 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. (Mejía, 2013)

3.2.3 Plátano Maqueño (*Musa balbisiana*, L)

Es un triploide AAB, se caracteriza por poseer una regular vigorosidad. Presentan alturas que exceden los 4 metros. Por otro lado, las hojas se clasifican como de tamaño mediano, con pecíolos largos y medianamente cerrados; el ciclo vegetativo puede estar entre los 12 a 14 meses de duración. El racimo es más grande y pesado siendo común que, en buenas condiciones de fertilidad y de humedad del suelo, supere la barrera de las 100 libras. Los frutos son de poca longitud pero muy gruesos. (Vélez, 2011)

3.2.3.1 Características

M. balbisiana es una planta perenne, de gran tamaño; a diferencia de *M. acuminata*, que es marcadamente polimórfica, presenta una notable regularidad en su apariencia.

El maqueño mide entre 20 y 25 centímetros de largo. Tiene de 2 a 4 centímetros de ancho y pesa entre 150 y 200 gramos. Este tipo de plátano es el que más dedos en su racimo puede tener; hasta 80. El maqueño tiene la piel rosada y un aspecto regordete. La pulpa es pegajosa y dulce, se produce básicamente para el consumo interno. Se lo encuentra en Santo Domingo, Esmeraldas y Manabí. (Arteaga, 2012)

3.2.4 Barraganete (*Musa paradisiaca*, L).

La planta del plátano Barraganete requiere de aproximadamente 60 m³ de agua al día para cada hectárea sembrada. Por ejemplo en el cantón El Carmen de la provincia de Manabí se producen 10 toneladas por hectárea. Los destinos de las exportaciones se dan principalmente a los Estados Unidos y Europa; y en la

actualidad ya se empieza a enviar el producto a Asia. El plátano pierde peso durante el transporte y es por esto que se empaqueta un 5% de fruta adicional. Se utilizan cajas de cartón con base doble, que tengan una resistencia contra golpes.

3.2.4.1 Características

Este tipo de plátano tiene entre 22 y 30 centímetros de largo y un ancho de 2 a 5 centímetros. La planta del plátano tarda ocho meses desde que nace la primera hoja hasta que se da la primera cosecha. El plátano de exportación no puede tener resquebrajamiento en su cáscara, golpes ni puntas rotas. La plaga más común es el picudo negro. Es un coleóptero, cuya larva carcome el tallo de la planta y evita su crecimiento. (Arteaga, 2012)

3.2.5 Limeño

El plátano de la variedad cultivar limeño posiblemente sea un triploide tipo (AAB), material de uso local. El pseudotallo presenta una coloración rojiza, con hojas de tonalidad verde oliva en el haz y rojiza en el envés con una elevada concentración de cera. (Moreira, 2015)

3.2.5.1 Características

La conformación del racimo es muy parecida a la del Orito con la diferencia de que las manos están más separadas entre sí y los dedos son más largos. La pulpa de la fruta es color rosáceo y suave, consumiéndose en preparados cocidos.

3.2.6 Gross Michell

Esta variedad de plátano es un triploide con genoma de la característica AAA. Este cultivar constituyó la base de las grandes exportaciones de banano en el mundo y principalmente en el continente Americano. Esta variedad fue desplazada por los bananos de tipo Cavendish debido a su alta susceptibilidad a la enfermedad conocida como “MAL DE PANAMÁ” causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*. (Moreira, 2015)

3.2.6.1 Características

Actualmente esta variedad de plátano se lo encuentra mezclado con otros cultivos en parcelas de pequeños y grandes agricultores y su uso es básicamente para el consumo interno, esto es de los pobladores de las zonas aledañas. Es una variedad grande y robusta, cuyo pseudotallo tiene una longitud de 6 a 8 metros, de coloración verde claro con tono a rosa pálido por algunas partes.

3.3 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL PLÁTANO

Evidentemente, el plátano es una de los frutos tiernos que proporcionan más calorías, sobre las 100 por cada 100 gramos. Este número es mayor que las 60 calorías que nos proporcionan 100 gramos de manzanas; 22 que nos proporcionan cada 100 gramos de sandía, etc. El plátano es un fruto que realmente no engorda y el que tiene excelentes propiedades beneficiosas para el tratamiento de ciertas enfermedades. (Orozco & Picón, 2011)

Tabla 1: Valor nutricional del plátano

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
AGUA (g)	75.7
PROTEINA (g)	1.1
CARBOHIDRATO (g)	22.2
POTASIO (mg)	420
CALCIO (mg)	8
CALORIAS	85
VITAMINA C (mg)	10
SODIO (mg)	1
FIBRA (g)	0.6

Fuente: ASCOBANTUR (Asociación de Comerciantes de Banano y Plátano de Turbo; 2012)

Tabla 2: Composición nutricional del plátano Dominicó

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	
NUTRIENTES	CANTIDAD
Energía (cal)	126
Proteína (mg)	1,20
Grasa total (g)	0,30
Colesterol	-
Glúcidos	33,20
Fibra (g)	0,40
Calcio (mg)	6,00
Hierro (mg)	0,70
Yodo (µg)	-
Vitamina A (mg)	0
Vitamina C (mg)	23,00
Vitamina D (µg)	-
Vitamina E (mg)	0
Vitamina B ₁₂ (µg)	-
Folato (µg)	0

Fuente: (FUNIBER, 2012)

Tabla 3: Composición nutricional del plátano Maqueño.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	
NUTRIENTES	CANTIDAD
Energía	157
Proteína	1,00
Grasa total (g)	0,20
Colesterol	-
Glúcidos	42,1
Fibra (g)	0,40
Calcio (mg)	4,00
Hierro (mg)	1,00
Yodo (µg)	-
Vitamina A (mg)	126,66
Vitamina C (mg)	26,00
Vitamina D (µg)	-
Vitamina E (mg)	0
Vitamina B ₁₂ (µg)	-
Folato (µg)	0

Fuente: (FUNIBER, 2012)

3.4 USOS

Para su consumo en fresco los plátanos deben estar intactos, además no deben presentar golpes ni magulladuras, el color de la piel es indicativo del grado de madurez del plátano.

El plátano no requiere condiciones especiales de conservación, basta mantenerlos en un lugar fresco, seco y protegido de la luz directa del sol. Si se conservan en refrigeración esto es a temperaturas cercanas a los 4 °C, la cáscara se torna oscura por lo que se altera su aspecto externo, pero esto no afecta su calidad nutritiva, si no solo su apreciación visual. El oscurecimiento de la corteza, cascara o piel del plátano puede evitarse si estos se envuelven utilizando papel. Los plátanos también se pueden congelar, aunque en estas condiciones se verían afectadas aspectos como la textura y el color pero de forma que se conservan durante unos 2 meses. (Secretaría de Economía, Dirección General de Industrias Básicas, 2012)

En el caso de la industrialización del plátano, existen diversas técnicas para su procesamiento en verde, con la finalidad de obtener productos como:

- Harina de plátano
- Harinas para consumo
- Hojuelas de plátano: secas o fritas
- Congelados
- Tostones
- Chifles (sal y dulce)

3.4.1 Elaboración de harina (fécula)

Para ello se han utilizado las variedades de plátano Hartón y Dominico Hartón en estado verde, no se ha explorado la posibilidad de utilizar los estados pintón y amarillo, concentrándose en éste último cantidades importantes de azúcar y almidón (25 % y 62%, respectivamente), así como también se podrían incluir otras variedades. (SENA, 2014)

3.4.2 Frituras

El plátano tiene grandes potencialidades de mercado procesado como snacks verde y maduro, tanto a nivel Nacional como Internacional, para lo cual se requiere investigar otras variedades. La vida útil del producto terminado varía de 2 a 3 meses, dependiendo del proceso y el material de empaque el cual debe ser de baja permeabilidad al oxígeno.

3.4.3 Congelados

El plátano se adecua de acuerdo a lo precisado al cuadro anterior y se envía a microempresas que producen frituras. También, en algunas ocasiones antes de empacar, se procesan en trozos de diferentes tamaños (para sancocho y frijoles) para luego empacar en bolsas plásticas o al vacío y finalmente refrigerar. (SENA, 2014)

3.5 BENEFICIOS DEL PLÁTANO

Los plátanos tienen varios usos medicinales, ayuda a la digestión gracias al alto contenido de vitamina A que posee, la fruta madura se usa para tratar afecciones como el asma y la bronquitis, incluso la cáscara es útil como emplasto o vendaje de emergencia para heridas porque el interior de la cáscara tiene propiedades antisépticas y elimina las verrugas.

El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula, el magnesio posee un suave efecto laxante, el ácido fólico interviene en la producción de glóbulos rojos y blancos, la formación de anticuerpos del sistema inmunológico, contribuye a tratar o prevenir anemias y de espina bífida (dividida) en el embarazo. (Farinango, 2014)

3.6 MANEJO POSCOSECHA DEL PLÁTANO

Las investigaciones han mostrado que el plátano después de cosechado en el estado “hecho” alcanza su estado de maduración comercial (color amarillo) a los 12 días,

bajo la temperatura del ambiente (21 °C y a una humedad relativa del 80 %), este tiempo de maduración puede ser afectado por varios factores, entre ellos: las condiciones ambientales ocurridas durante el desarrollo del fruto en la planta, así, los frutos desarrollados durante la época de verano, tienen una vida poscosecha más corta (6 días) y éste es un factor que debe ser considerado para comercializar el producto.

Después de la cosecha y hasta que el fruto se torna maduro ocurren pérdidas de peso que fluctúan entre el 7 y el 20% y suceden cambios físicos y organolépticos que están relacionados con el sabor, la textura y el aroma, como consecuencia de procesos bioquímicos y metabólicos internos tanto en la cáscara como en la pulpa. (SENA, 2014)

3.6.1 Índices de poscosecha

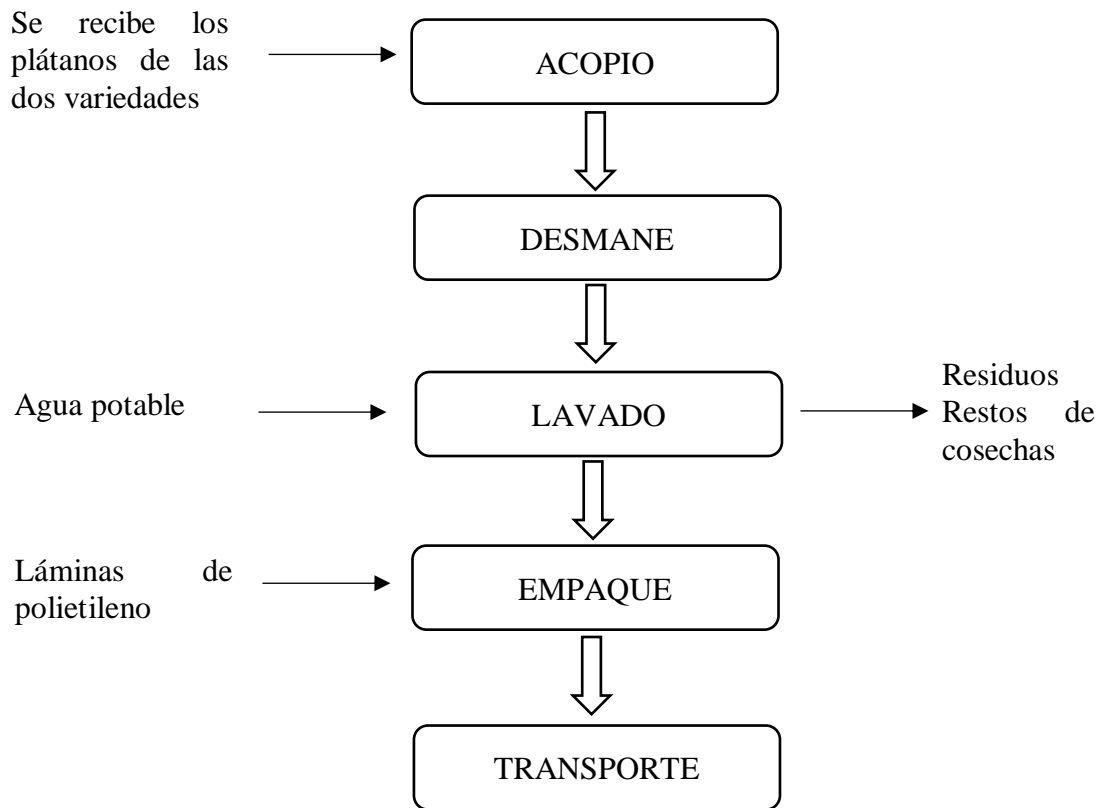
- Aumento de sólidos solubles totales (° Brix); incremento de azúcares totales.
- Aumento de ácidos orgánicos (ácido málico, principalmente);
- Disminución del pH y del almidón.

Tabla 4: Composición química de la pulpa del fruto de plátano durante la maduración.

COMPOSICIÓN	VERDE	AMARILLO	SOBREMADURO
Sólidos solubles totales (%)	5	26	31
Azúcares totales (%)	5	25	35
Almidón (%)	68	62	57
Ácidos orgánicos (% ácido málico)	0.6	1.3	0.8
pH	6.2	4.6	4.5
Minerales :			
Hierro, Fe (ppm)	93	99	-
Calcio, Ca (%)	0.21	0.15	-
Fosforo, P (%)	0.10	0.10	-

Fuente: (SENA, 2014)

3.6.2 Flujograma del proceso de poscosecha



Fuente: (Flores, 2013)

3.6.3 Descripción del proceso de poscosecha

3.6.3.1 Acopio

Los racimos deben manejarse con cuidado para evitar daños, transportarlos lo antes posible a un centro de acopio o empacadora. Para el traslado se puede emplear una vara resistente, donde se amarra un racimo a cada extremo y se carga sobre los hombros. (Flores, 2013)

3.6.3.2 Desmane

Esta práctica consiste en desprender del mástil los dedos o gajos sin dañarlos, con una cuchilla bien afilada.

3.6.3.3 Lavado

Consiste en lavar los racimos de plátano en tinas de agua potable, con el fin de eliminar restos de componentes químicos y restos de cosechas u otro tipo de contaminación que pueda darse por efecto de la cosecha.

3.6.3.4 Empaque

En cajas de cartón con orificios para ventilación, una cartulina de cartón que se coloca en el fondo de la caja, y polietileno.

3.6.3.5 Transporte

La fruta se transporta en contenedores a una temperatura ambiente, aproximadamente 18 °C. Cuando es para mercado local el transporte se hace en camiones y la fruta debe ser empacada en canastas plásticas para reducir los daños mecánicos. (Gutiérrez, 2012)

3.6.4 Fisiología poscosecha

3.6.4.1 Respiración

La respiración es un proceso por el cual metabolitos como, carbohidratos, proteínas y lípidos, por degradación oxidativa, son transformados en formas más simples (CO₂ y agua) y proveer las demandas energéticas de la fruta para su actividad funcional vital, y para la síntesis de metabolitos secundarios. De acuerdo a la tasa de producción de CO₂ por unidad de peso de fruta en la unidad de tiempo, las frutas se pueden clasificar cómo climatérica y no climatérica.

3.6.4.2 Etileno (C₂H₄)

En condiciones normales es un gas incoloro, posee actividad biológica a muy bajas concentraciones, desde 0,01 µL/L, el C₂H₄ puede ser producido en procesos metabólicos o en procesos de combustión. Es considerado con gran actividad biológica, ha sido denominado cómo la hormona de la maduración. Se considera un

regulador de procesos de desarrollo, destacando la maduración de los frutas, puede ser endógeno por autoproducción o exógeno por adición externa. La relación de la producción de C_2H_4 y la tasa de respiración climatérica se ha comprobado en diferentes frutas, considerando que este gas es el iniciador de los procesos propios de la maduración. (Flores, 2013)

3.6.4.3 Cambios en la maduración

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. (Mejía, 2013)

Los principales cambios que se presentan son:

- **Ablandamiento:** La polimetil esterasa promueve el proceso de desmetilación y la poligalacturonasa, el acortamiento de las cadenas de protopectina y compuestos pécticos en general durante las primeras etapas de la maduración las actividades de estas dos enzimas y también de la celulasa apenas se pueden hacer evidentes.
- **Degradación del almidón:** Uno de los cambios más notables que ocurren en la maduración es la hidrólisis del almidón, es decir, hay rompimiento de las cadenas largas dando lugar a un aumento de azúcares simples, lo cual se expresa en el sabor generando un incremento en el dulzor.
- **Pigmentos:** El cambio de pigmentos se caracteriza por una degradación de la clorofila y por la formación de carotenoides. La pérdida de la clorofila ocurre en forma paralela con la maduración.

3.7 PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

El pardeamiento enzimático no ocurre en los alimentos de origen animal, en los vegetales origina problemas cuando se altera el tejido o se dañan por golpes durante

los procesos: pelado, corte, triturado, para la preparación de jugos, congelación y deshidratación.

El pardeamiento enzimático se observa en los vegetales ricos en compuestos fenólicos y también durante la formación de melaninas en los insectos (oscurecimiento de la cutícula) así en los mamíferos (melanomas responsables de la pigmentación de la piel).

3.7.1 Mecanismo general

La etapa inicial del pardeamiento enzimático es la conocida oxidación catalizada que se realiza por parte de las enzimas, las que son denominadas monofenolasas; cuyos sustratos son los derivados del catecol, que sirven producir las ortoquininas correspondientes.

El paso, conocido así a la denominada segunda etapa siguiente implica la polimerización de las o-quinonas para dar como productos sustancias complejas coloreadas, las mismas que se desconoce la estructura exacta de estos compuestos pues se cree que la polimerización de las o-quinonas se ve precedida por una hidroxilación a las hidroxiquinonas correspondientes. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2011)

3.8 ADITIVO ALIMENTARIO

Cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como algún otro ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que pueda llegar a afectar a sus características. Esta definición no incluye “contaminantes” o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales del mismo o de sus productos. (Alimentaria, 2011)

3.8.1 Antioxidantes

Un antioxidante o también conocido en el mundo alimentario como antioxidante dietético es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos.

Estos antioxidantes también se utilizan en la industria alimentaria como adiccionados a las grasas u otros productos para retrasar el proceso o los procesos de oxidación, en tanto previenen el comienzo de la rancidez oxidativa que se da principalmente en las grasas. (Coronado, 2015)

3.8.1.1 Acción de los antioxidantes

Los antioxidantes 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.

- Antioxidantes preventivos: al comienzo de una cadena de oxidación (reductores de peróxidos orgánicos e inorgánicos) Ejemplo: enzimas, glutatión peroxidasa, catalasa y peroxidasa.
- Antioxidantes secundarios: bloqueando en alguna etapa la cadena de oxidación, una vez iniciada, captando radicales libres. Ejemplo: vitamina E y C, enzima superóxido dismutasa. (Alomar, 2011)

3.8.1.2 Clases de antioxidantes

- Las enzimas: principalmente la glucosa oxidasa, catalasa, superoxido dismutasa.
- Los constituyentes de los alimentos: aminoácidos, fosfolípidos, carotenos, proteínas.
- Las sustancias químicas definidas: tocoferoles, ácido ascórbico y sus derivados, hidroxibutilanisol (BHA), hidroxibutiltolueno (BHT).

- Los extractos de plantas: hierbas y especias, té, romero y salvia. (Laboratorios Vitafor S.R.L., 2010)

3.8.2 Antioxidantes artificiales

Surgieron como una alternativa para aquellos aceites o grasas donde los antioxidantes naturales que eran conocidos hasta entonces tenían un efecto muy pobre.

Deben presentar una serie de requisitos:

- Ser puro.
- Bajo costo.
- Eficacia comprobada y en pequeñas cantidades, etc.

- **Ventajas:**

- Facilidad de dosificación.
- Facilidad de obtención y están bien regulados para su empleo en productos que contienen grasas.

- **Problemas:**

Estudios toxicológicos y nutricionales han comprobado la acción carcinogénica de los mismos. (Additives, 2011)

3.8.3 Antioxidantes naturales

Normalmente se usan los de síntesis química, imitando la composición de la sustancia original. Además son seguros y no producen efectos negativos para la salud, salvo que la persona sea alérgica a alguno de ellos. (Bueno, 2011)

3.8.3.1 Características

Los antioxidantes que se añaden a los alimentos suelen tener un origen natural. Así, tenemos el E 300, o ácido ascórbico, que no es otro que la vitamina C; o los que

van del E 306 al E 309, que son distintas formas químicas de la vitamina E, o extractos naturales ricos en la misma. (UNIRRIOJA, 2011)

3.9 ÁCIDO CÍTRICO

El ácido cítrico (ácido 2-hidroxi-1,2,3 - propanotricarboxílico), es un ácido orgánico que puede ser considerado natural, sin embargo también puede ser sintetizado vía laboratorio, es un ácido orgánico que se encuentra en casi todos los tejidos animales y vegetales, se presenta en forma de ácido de frutas en el limón, mandarina, lima, toronja, naranja, piña, ciruela, guisantes, melocotón, así como en los huesos, músculos y sangre de animales. Es considerado un ácido carboxílico versátil y ampliamente utilizado en el campo de la alimentación, de los productos farmacéuticos y cosméticos, entre otros.

Físicamente es un polvo cristalino blanco que puede presentarse de manera anhidra o como monohidrato, considerado un triácido carboxílico. (Kalaiselvam, 2011)

3.9.1 Propiedades

Los ácidos tienen propiedades quelantes de iones metálicos. Estos iones son catalizadores de reacciones indeseables en alimentos como decoloración, rancidez, pérdida de nutrientes, etc. Consecuentemente los ácidos orgánicos mejoran la protección producida por antioxidantes comunes como BHT (Butil hidroxitolueno), ascorbatos, etc. Por ejemplo, mezclas de ácido cítrico con antioxidantes son agregadas comercialmente a aceites, salchichas y carnes secas para prevenir rancidez. La selección de un ácido en una aplicación particular depende en gran medida de su solubilidad en agua. El ácido cítrico es, por excelencia, el de mayor uso en alimentos. (Max, 2010)

3.9.2 Aplicación

El uso de compuestos acidulantes en la conservación y mejora de propiedades organolépticas en alimentos es extenso, en particular, los ácidos que contienen uno o más carboxilos son aditivos alimentarios importantes. Estos ácidos orgánicos, son

intermediarios o productos terminales de ciclos metabólicos básicos por lo cual ocurren en una gran variedad de organismos vivientes. Tales compuestos incluyen los ácidos cítrico, málico, láctico, acético, tartátrico, fumárico y glucónico.

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. (Muñoz, 2014)

- Se utiliza como saborizante y regulador de pH en bebidas de tipo natural o carbonatadas.
- 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. (Muñoz, 2014)

3.9.3 Efectos y límites

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. (Hernández, 2011)

3.10 ÁCIDO ASCÓRBICO

Es un compuesto blanco, cristalino o levemente amarillo, inodoro que se oscurece de manera gradual en su exposición con la luz. Estando seco, es estable al aire, pero en solución se deteriora con rapidez en presencia de aire. Tiene un punto de fusión de alrededor de 190°C. Es soluble en 1 gramo por 3 mililitros de agua o 40 mililitros de alcohol, insoluble en cloroformo, éter o benceno. En la naturaleza se puede encontrar en su forma reducida y en su forma oxidada. (Sandoval, 2010)

3.10.1 Características

El ácido ascórbico se oxida fácilmente, y debido a esto se usa como reductor en algunas soluciones de revelado fotográfico y como conservante.

La exposición al oxígeno, metales, luz, y calor, destruye el ácido ascórbico, por lo que debe ser almacenado en un sitio oscuro y frío, y en recipientes no metálicos. La forma oxidada del ácido ascórbico se conoce como ácido dehidroascórbico. (Perez, 2011)

3.10.2 Aplicación

Se emplea en panaderías, pan tostado, masa para pizzas, bollería, pastelería, cereales para desayuno, galletas, bebidas, refrescos, sodas, zumos, jugos, salsas, aceitunas, encurtidos, conservas enlatadas y embutidos. (Aditivos alimentarios, 2014)

3.10.3 Efectos y límites

Normalmente el ácido ascórbico es bien tolerado. En dosis elevadas (más de 2 g/día) puede causar diarrea, calambres abdominales, y precipitación de ataques agudos de gota y de nefrolitiasis por uratos, oxalatos, o cistina, al acidificar la orina. Raramente puede aparecer o presentar un dolor leve pasajero en el punto de inyección intramuscular o subcutánea, y mareos temporales por administración intravenosa demasiado rápida. Después de un tratamiento prolongado de ácido

ascórbico a razón de 2-3 g/día puede desencadenar escorbuto por retirada. (ACOFARMA, 2011)

3.11 METABISULFITO DE SODIO

Este antioxidante tiene como fórmula química $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ y tiene un efecto inhibitorio competitivo sobre la enzima responsable del pardeamiento enzimático conocida como polifenoloxidasas, debido a que atrapa los grupos sulfhidrilos 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. (Chávez, 2011)

3.11.1 Áreas de aplicación

El metabisulfito de sodio es conocido como un aditivo que se utiliza principalmente para la aplicación en la industria de alimentos, conservante, antioxidante, antimicrobiano para frutas, vegetales, jugos, pescados y cárnicos. Este tipo de conservante se utiliza principalmente en las plantas de tratamiento de aguas para remover el exceso de cloro.

3.11.2 Beneficios

Inhibe el crecimiento de levaduras, hongos y bacterias; inhibe la descomposición de colorantes, vitaminas y aromas a través del oxígeno y también previene el pardeamiento enzimático. (Chávez, 2011)

3.11.3 Dosis

Las dosis permitidas de este tipo de conservante van de 0.025 a 0.05 % por kilogramo de producto o productos terminados y/o la cantidad se establece según el producto a elaborar y su formulación. (CIMPA S.A.S., 2013)

3.11.4 Desventaja

Este aditivo es que las personas con problemas respiratorios pueden ser afectadas al consumirlo. (Chávez, 2011)

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 MATERIALES

4.1.1 Ubicación de la Investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio General de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Estatal de Bolívar, ubicado en el sector de Laguacoto I.

4.1.2 Localización de la Investigación

UBICACIÓN	LOCALIDAD
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Sector	Laguacoto I
Parroquia	Veintimilla
Dirección	Km 1 ½ vía Guaranda – San Simón

4.1.3 Situación Geográfica y Climática

PARAMETRO	VALOR
Altitud	2800 msnm
Latitud	01°34'15" sur
Longitud	79°0'02" oeste
Temperatura mínima	7 °C
Temperatura media anual	14.5 °C
Temperatura máxima	21 °C
Humedad	70 %

Fuente: (Estación Meteorológica de la Universidad Estatal de Bolívar, Laguacoto II, 2016)

4.1.4 Zona de Vida

El sitio donde se desarrolló la investigación corresponde a la formación: bosque húmedo montano bajo (BHMB), según lo señala Holdridge.

4.1.5 Material experimental

- Plátano dominico (*Musa sapientum*, L)
- Plátano maqueño (*Musa balbisiana*, L)
- Ácido cítrico
- Ácido ascórbico

4.1.6 Material de campo

- Libreta de apuntes
- Cámara fotográfica digital
- Marcadores

4.1.7 Material de Laboratorio

- Vasos de precipitación
- Probetas
- Matraces
- Ph metro
- Acidómetro
- Mortero de porcelana
- Brixómetro

4.1.8 Material de oficina

- Computadora
- Flash memory
- Impresora
- Papel bond

4.2 METODOS

4.2.1 FACTORES EN ESTUDIO

En esta investigación los factores se detallan a continuación:

Tabla 5: Factores en estudio de la investigación.

FACTOR	CODIGO	DESCRIPCIÓN
Variedad del plátano	A	a ₁ = Dominico a ₂ = Maqueño
Tipo de antioxidante	B	b ₁ = ácido cítrico b ₂ = ácido ascórbico
Cantidad de Antioxidante	C	c ₁ = 13 mg/Kg c ₂ = 15 mg/Kg c ₃ = 17 mg/Kg

4.2.2 PROCEDIMIENTOS

A continuación se da a conocer las principales características de los tratamientos a desarrollar:

- Tamaño de la unidad experimental = 250 gramos
- Factores de estudio = 3
- Repeticiones = 3
- Tratamientos = 12
- Unidades experimentales = 36

4.2.2.1. COMBINACIÓN DE FACTORES

Los tratamientos obtenidos fueron producto de las siguientes combinaciones:

Tabla 6: Combinación de factores

N° TRATAMIENTOS	CODIGO	DESCRIPCION
1	a ₁ b ₁ c ₁	Dominico + ácido cítrico + 13 mg/kg
2	a ₁ b ₁ c ₂	Dominico + ácido cítrico + 15 mg/kg
3	a ₁ b ₁ c ₃	Dominico + ácido cítrico + 17 mg/kg
4	a ₂ b ₁ c ₁	Maqueño + ácido cítrico + 13 mg/kg
5	a ₂ b ₁ c ₂	Maqueño + ácido cítrico + 15 mg/kg
6	a ₂ b ₁ c ₃	Maqueño + ácido cítrico + 17 mg/kg
7	a ₁ b ₂ c ₁	Dominico + ácido ascórbico + 13 mg/kg
8	a ₁ b ₂ c ₂	Dominico + ácido ascórbico + 15 mg/kg
9	a ₁ b ₂ c ₃	Dominico + ácido ascórbico + 17 mg/kg
10	a ₂ b ₂ c ₁	Maqueño + ácido ascórbico + 13 mg/kg
11	a ₂ b ₂ c ₂	Maqueño + ácido ascórbico + 15 mg/kg
12	a ₂ b ₂ c ₃	Maqueño + ácido ascórbico + 17 mg/kg

4.2.3 TIPO DE DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta investigación se desarrolló un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo tri factorial 2 * 2 * 3, con 3 repeticiones, el mismo que respondió al modelo matemático que se detalla a continuación:

$$Y_{ijklh} = A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + R_h + \epsilon_{ijklh}$$

Donde:

μ = Efecto global atribuible al material experimental

A_i = Efecto principal del factor A

B_j = Efecto principal del factor B

C_k = Efecto principal del factor C

ϵ_{ijklh} = Efecto o interacción de los 3 factores de estudio

4.2.3.1 Análisis estadístico y funcional

Para establecer las diferencias entre los tratamientos que se desarrollaron en la investigación, se procedió a aplicar el análisis de varianza (ADEVA), según las tablas de datos obtenidos, en el mismo que se utilizó los grados de libertad que se presentan a continuación:

Tabla 7: Grados de libertad del diseño experimental propuesto.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total (T – 1)	35
Tratamientos (t – 1)	11
Error (t – 1) (r – 1)	24

Además se realizó:

- Esquema de Análisis de Varianza ADEVA
- Prueba de Tukey al 5% para comparar el promedio de los tratamientos y factores en estudio, A, B, C, A x B x C.

4.2.4 PROCEDIMIENTO

4.2.4.1 Recepción

La materia prima fue proveniente de la parroquia San Luis de Pambil, barrio “La Playita” en la Finca del Señor Santiago Cabrera, perteneciente al Cantón Guaranda, la misma que fue transportada en forma de racimos colocados en gavetas hasta el laboratorio.

4.2.4.2 Selección

Se seleccionó la materia prima que no presente ninguna alteración de tipo físico (golpes, magulladuras) y microbiológico (contaminación por moho u otros microorganismos causantes de deterioro).

4.2.4.3 Lavado

Se realizó con agua potabilizada con propósito de eliminar impurezas presentes que pueda llegar a contaminar el producto, tales como, tierra, rastrojos de cosechas, insectos, entre otros.

4.2.4.4 Pelado

El pelado se realizó de forma manual con la ayuda de un cuchillo; los plátanos pelados se colocaron en un recipiente con agua para evitar el pardeamiento enzimático hasta la siguiente etapa.

4.2.4.5 Pesado

Se pesó 250 g de materia prima con ayuda de una balanza analítica para obtener pesos exactos de cada una de las unidades experimentales y así evitar posibles alteraciones en los resultados.

4.2.4.6 Tipo de corte

Se lo realizó utilizando una guillotina para que el corte sea preciso, el tipo de corte fue realizado en rodajas de diámetros de aproximadamente 2 a 3 mm de espesor; para así obtener cortes uniformes.

4.2.4.7 Tipo de empaque

EL material de empaque que fue utilizado para empaçar los plátanos procesados fueron fundas plásticas de polietileno de baja densidad, de características herméticas con un cierre de 16.5 cm x 14.9 cm.

4.2.5 Tipos de análisis

4.2.5.1 En la materia prima

4.2.5.1.1 Estado de madurez

Se determinó el estado de madurez por inspección visual, mediante la utilización de una escala colorimétrica construida para tal efecto, en la que a partir de las

diferentes coloraciones del plátano se procede a dar una valoración numérica. Ver anexo II.

4.2.5.1.2 Grados Brix

Se determinó los grados Brix o también denominado contenido de azúcares o sólidos solubles mediante el método del refractómetro, el mismo que consistió en utilizar un refractómetro tipo Abbe de escala de 0 a 23 grados; procedimiento que consistió en agregar 1 ml de muestra de plátano evaluado en el prisma y se procedió a dar lectura directa en el lente de observación. Los valores obtenidos se expresan en grados Brix (° Brix).

4.2.5.1.3 Potencial de hidrógeno

Mediante este procedimiento se determinó el nivel de acidez (pH) de los productos, mediante el método del potenciómetro por inmersión directa en la muestra, este procedimiento se lo realizó según lo establecido en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 389:86.

4.2.5.1.4 Acidez titulable

Esta medición se lo realizó mediante el método de titulación con la utilización de una solución estandarizada de hidróxido de sodio 0.1 N, usando fenolftaleína como indicador, según el procedimiento establecido en la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 381:86.

4.2.5.1.5 Mohos y Levaduras

Este análisis microbiológico consistió en la realización de cultivos microbiológicos mediante la utilización de placas de siembra tipo “petrifilm”, evaluados entre 22 y 25 °C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras, utilizando la técnica de recuento en placa y un medio que contenía extracto de levadura, glucosa y sales minerales; se desarrolló según lo establecido en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1529 -10:98.

4.2.5.2 En el producto terminado

4.2.5.2.1 Potencial Hidrógeno

Se determinó el nivel de acidez (pH) de los productos, mediante el método del potenciómetro por inmersión directa en la muestra, este procedimiento se lo realizó según lo establecido en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 389:86.

4.2.5.2.2 Humedad

Esta propiedad física evalúa la pérdida de peso que sufre la muestra al ser eliminada la humedad (agua) por secado al vacío, se realizó con la utilización de una balanza infrarroja de humedad mediante lo establecido en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 6540:2013.

4.2.5.2.3 Pardeamiento Enzimático

Este procedimiento se realizó en base al método del espectrofotómetro, a intervalos de 1 minuto, el aumento de absorbancia de una mezcla de la solución enzimática con ácido clorogénico como sustrato.

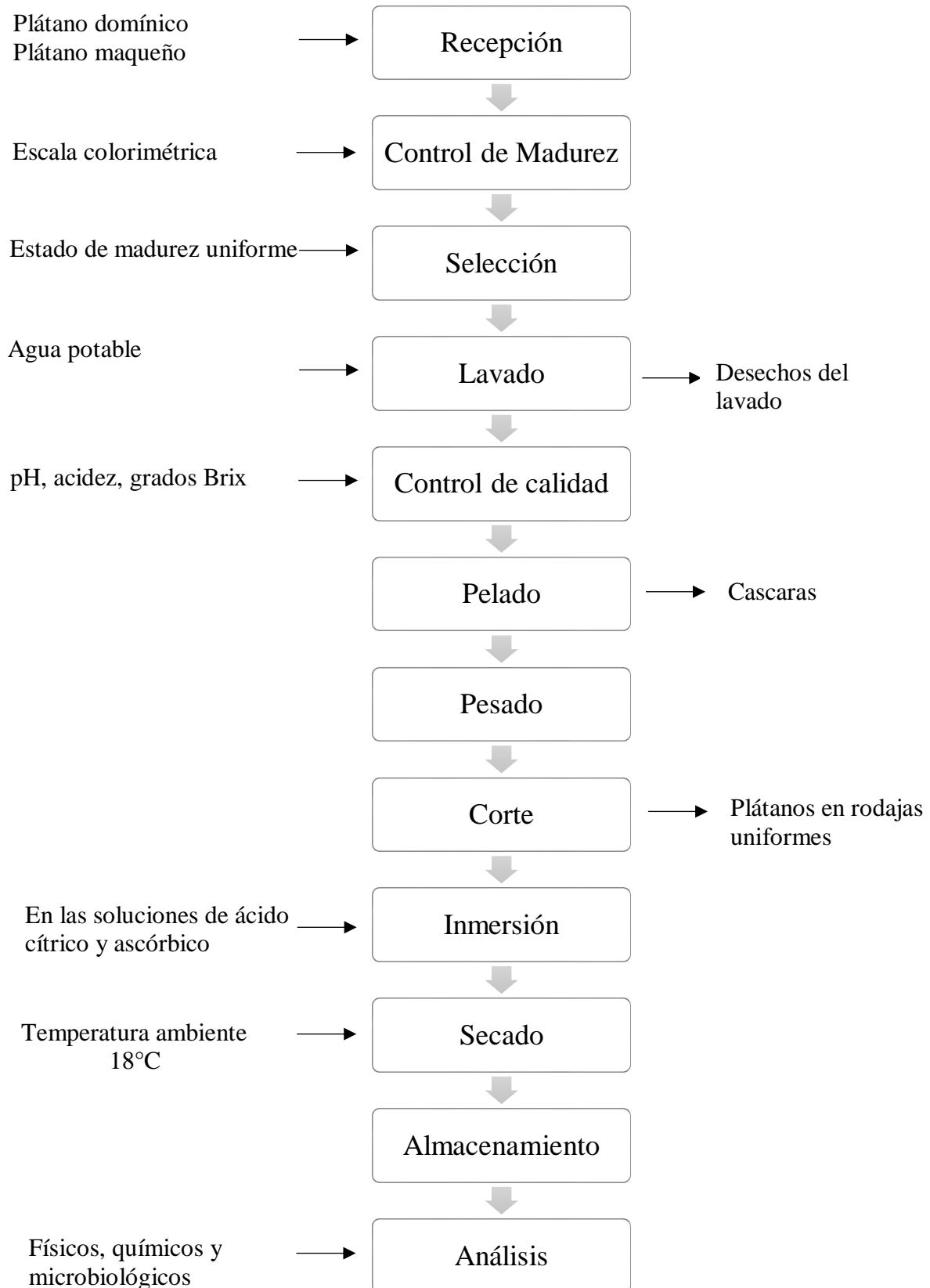
4.2.5.2.4 Mohos y Levaduras

Este método se basó en la realización de cultivos microbiológicos entre 22 y 25 °C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras, utilizando la técnica de recuento en placa y un medio que contenía extracto de levadura, glucosa y sales minerales; se desarrolló según lo establecido en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1529 -10:98.

4.2.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Para desarrollar la fase experimental de la investigación, se procedió a aplicar el siguiente protocolo agroindustrial, el mismo que fue como tratamiento previo a la aplicación de antioxidantes en el plátano dominico (*Musa sapientum, L*) y maqueño (*Musa balbisiana, L*).

4.2.6.1 Flujograma del proceso



Fuente: Trujillo, J. 2016

4.2.6.2 Descripción del proceso

4.2.6.2.1 Recepción

La materia prima fue adquirida de la parroquia San Luis de Pambil, barrio “La Playita” en la Finca del Señor Santiago Cabrera, perteneciente al Cantón Guaranda, la misma que fue transportada en forma de racimos colocados en gavetas hasta el laboratorio.

4.2.6.2.2 Selección

Se seleccionó la materia prima a utilizar, en este caso fueron plátanos de las variedades dominico y maqueño, de los mismos que se tomaron en consideración aquellos que no presenten ninguna alteración de tipo físico como pueden ser golpes, rajaduras y/o magulladuras, de la misma manera se inspeccionó que no haya alguna alteración microbiológica (contaminación por moho u otros microorganismos causantes de deterioro).

4.2.6.2.3 Control de madurez

Se inspeccionó visualmente para que la materia prima se encuentre en un estado óptimo de madurez, considerando que haya una uniformidad en todos los bananos a evaluar a través de la escala colorimétrica diseñada para el efecto. (Ferrer *et al*, 2009)

4.2.6.2.4 Lavado

Se lo realizó con agua potabilizada con el propósito de eliminar impurezas presentes que pueda llegar a contaminar el producto, tales como, tierra, rastros de cosechas, insectos, entre otros.

4.2.6.2.5 Análisis

Se realizaron la serie de análisis físicos y químicos propuestos anteriormente para la materia prima, acorde a lo estipulado en las correspondientes normas técnicas ecuatorianas.

4.2.6.2.6 Pelado

El proceso de pelado se lo realizó de forma manual mediante la utilización de un cuchillo de metal; en este caso los plátanos que fueron pelados se procedieron a colocar en un recipiente con agua a temperatura ambiente para evitar el pardeamiento enzimático, hasta poder ser utilizado en la siguiente etapa del proceso investigativo.

4.2.6.2.7 Pesado

Se procedió a pesar una cantidad aproximada de 250 g de los plátanos correspondientes a las variedades de estudio como son dominico y maqueño, para este efecto se utilizó una balanza analítica para garantizar en tal medida que los tratamientos evaluados tengan una adecuada uniformidad en relación a los pesos para que no alteren los resultados finales.

4.2.6.2.8 Corte

Con la ayuda de una guillotina se cortaron en rodajas los plátanos de aproximadamente 2 a 3 mm de espesor, para facilitar el secado y se sumerjan en el líquido de inmersión.

4.2.6.2.9 Inmersión

En bandejas plásticas de 200 ml de capacidad se procedió a sumergir los cortes de plátano de las dos variedades hasta que estos sean cubiertos por la solución de antioxidante preparada, para este caso fueron tanto del ácido cítrico como del ácido ascórbico. La solución se preparó con la utilización de 100 ml de agua destilada y en concentraciones de 13, 15 y 17 mg/kg respectivamente con los antioxidantes ácido cítrico y ascórbico descritos anteriormente.

4.2.6.2.10 Secado

Las rebanadas de plátanos se escurrieron en un colador y luego se procedió a secarlos de manera manual con ayuda de paños desechables Scott.

4.2.6.2.11 Almacenamiento

Se procedió a almacenar en fundas de polietileno de baja densidad con cierre hermético de 16.5 cm x 14.9 cm; los plátanos en las diferentes concentraciones fueron almacenados a temperatura ambiente 18 °C aproximadamente.

4.2.6.2.12 Análisis

A intervalos de 24 horas se procedió a realizar las mediciones propuestas, contrastando con muestras consideradas como testigos.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. ANALISIS DE pH, ACIDEZ, GRADOS BRUX Y HUMEDAD REPORTADOS EN BIBLIOGRAFÍA.

Los análisis de laboratorio que se realizan en la industria alimentaria y la agroindustria en general representan instrumentos importantes para determinar la calidad de los productos finales; por ello requieren la realización de análisis de laboratorio de tipo físico, químico y microbiológico que contribuyan a garantizar la calidad de la materia prima que será empleada para el procesamiento y obtención de los productos finales.

Los valores de mediciones experimentales relacionada a factores físico químicos como son el pH, acidez, grados Brix y humedad fueron obtenidos de reporte bibliográfico presentado por (Dávila, 2016) en la investigación “Cambios físicos y fisicoquímicos durante el almacenamiento en plátano impregnado al vacío con soluciones antioxidantes” que es una temática relacionada a este investigación.

De la misma manera los valores obtenidos son contrastados con la “Norma del Codex para el Banano (Plátano)” Codex Stan 205 – 1997, los mismos que cumplen los requerimientos mínimos de calidad estipulados, valores que se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 8: Valores de pH, Acidez y Grados Brix reportados en bibliografía para estudios de pardeamiento enzimático en plátanos.

pH	Acidez (g/l)	Grados Brix (%)	Humedad (%)
5,60 – 5,80	0,0050 – 0,0072	4,80 – 5,00	43 - 80

Fuente: (Dávila, 2016)

En base a los resultados presentados en la tabla 8 para estudios de pardeamiento enzimático en plátanos se procederá a considerar los plátanos de la variedad dominico y maqueño evaluados en los diferentes tratamientos a ser comparados con esta bibliografía y con la norma indicada para establecer si cumplen con las condiciones mínimas de calidad que debe tener este tipo de productos como un estándar de calidad.

5.2. ANALISIS DE pH, ACIDEZ, GRADOS BRUX Y HUMEDAD EN EL PRODUCTO OBTENIDO

5.2.1. Determinación de potencial hidrógeno (pH)

Los plátanos de las variedades dominico y maqueño deben cumplir con ciertos parámetros que se relacionan con aspectos físicos, químicos y microbiológicos de calidad que contribuyan de una manera eficaz a garantizar la inocuidad del producto alimentario elaborado, es así que uno de estos parámetros es la determinación de pH, el mismo que es empleado para determinar el contenido de ácido málico presente generalmente en los plátanos, midiendo así la acidez o alcalinidad del producto.

Este factor de pH se evaluó mediante la utilización del potenciómetro, el mismo que fue determinado por el método de inmersión directa del dispositivo en una muestra de 10 gramos de plátano de cada una de las variedades, siguiendo lo establecido en la metodología propuesta en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 389:86. Por lo tanto podemos manifestar que este factor puede ser utilizado como un indicador de madurez de los plátano, lo que se evidenciaría un cambio de color en la cascara y en la pulpa.

En la tabla 9 que se presenta a continuación se detallan los valores obtenidos de las mediciones de pH realizadas a los diferentes tratamientos con sus correspondientes replicas (3), los mismos que fueron sometidos al procesos de evaluación de agentes antioxidantes evaluados a 8 días de estudio, estos datos obtenidos de la medición a los 12 tratamientos se presentan a continuación:

Tabla 9: Valores de pH medidos en los diferentes tratamientos

N° Tratamientos	Código	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	a ₁ b ₁ c ₁	5.96	6.00	5.99
2	a ₁ b ₁ c ₂	5.89	5.89	5.85
3	a ₁ b ₁ c ₃	5.88	5.86	5.83
4	a ₂ b ₁ c ₁	5.78	5.76	5.71
5	a ₂ b ₁ c ₂	5.83	5.80	5.78
6	a ₂ b ₁ c ₃	5.81	5.78	5.81
7	a ₁ b ₂ c ₁	5.86	5.84	5.86
8	a ₁ b ₂ c ₂	5.88	5.90	5.91
9	a ₁ b ₂ c ₃	5.91	5.91	5.91
10	a ₂ b ₂ c ₁	5.91	5.94	5.91
11	a ₂ b ₂ c ₂	5.94	5.94	5.93
12	a ₂ b ₂ c ₃	5.90	5.96	5.93

Fuente: (Trujillo, J. 2016)

La tabla 9 de valores de pH medidos a los 12 tratamientos con sus respectivas replicas (36 unidades experimentales) son contrastados con los datos obtenidos de reportes bibliográficos que son presentados en la tabla N° 8; estos valores indican que las mediciones experimentales realizadas a esta respuesta experimental (pH) se encuentran dentro de los parámetros de calidad química mínima establecida para este tipo de productos.

Para el análisis de estas mediciones se realizaron las diferentes corridas experimentales mediante el uso de software estadístico apropiado para el caso como es el paquete Statgraphics, del mismo que se obtiene el diseño experimental presentado en la siguiente tabla de análisis de varianza (ADEVA), que se detalla a continuación:

Tabla 10: Análisis de Varianza (ADEVA) para la respuesta experimental pH

Fuente de variación	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón-F	Valor-P
Factor A: Variedad de plátano	1	0.0140028	0.0140028	31.89	0.0693
Factor B: Tipo de antioxidante	1	0.0354694	0.0354694	80.77	0.0493 *
Factor C: Cantidad de antioxidante	2	0.0001056	0.0000528	0.12	0.0073**
Réplicas	2	0.0012056	0.0006028	1.37	0.2743
Interacción AB	1	0.0600250	0.0600250	136.69	0.8873
Interacción AC	2	0.0086722	0.0043361	9.87	0.0932
Interacción BC	2	0.0085722	0.0042861	9.76	0.0687
Interacción ABC	2	0.0215167	0.0107583	24.50	0.0473
Residuo	22	0.0096611	0.0004391		
Total	35	0.1592310			

* Diferencia significativa

** Diferencia altamente significativa

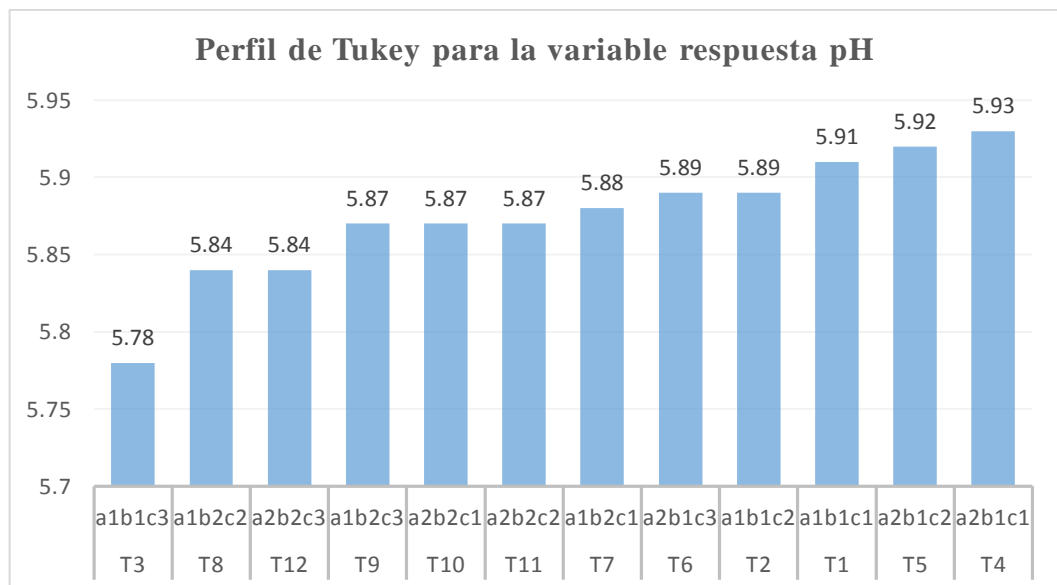
La tabla ADEVA diseñada para el análisis del pH, muestra la variabilidad debida a los tres factores de estudio: Variedad de plátano, tipo de antioxidante y cantidad de antioxidante. En base a los valores P correspondientes al factor B “tipo de antioxidante”; prueban la significancia estadística de estos factores. Debido a que el valor “P” del factor B (tipo de antioxidante) con un resultado de 0,0493 es menor que 0,05; este factor tiene una diferencia significativa sobre pH con un 95 % de nivel de confianza; lo que indica que los dos tipos de antioxidantes inciden directamente en el pH de los plátanos evaluados en los diferentes tratamientos.

De la misma manera el valor “P” del factor C (tipo de antioxidante) con un resultado de 0,0073 es menor que 0,05 y menor que 0,01, por tanto este factor tiene una diferencia altamente significativa sobre pH con un 99 % de nivel de confianza; lo que indica que la cantidad de antioxidante utilizado incide directamente en el pH de los plátanos evaluados en los diferentes tratamientos.

Tabla 11: Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta pH

N° Tratamientos	Código	Medias	Rangos Ordenados
T3	a ₁ b ₁ c ₃	5.78	a
T8	a ₁ b ₂ c ₂	5.84	b
T12	a ₂ b ₂ c ₃	5.84	b
T9	a ₁ b ₂ c ₃	5.87	b
T10	a ₂ b ₂ c ₁	5.87	b
T11	a ₂ b ₂ c ₂	5.87	b
T7	a ₁ b ₂ c ₁	5.88	b
T6	a ₂ b ₁ c ₃	5.89	c
T2	a ₁ b ₁ c ₂	5.89	c
T1	a ₁ b ₁ c ₁	5.91	c
T5	a ₂ b ₁ c ₂	5.92	c
T4	a ₂ b ₁ c ₁	5.93	c

Gráfico 1: Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta pH.



La tabla 11 muestra la relación de los rangos ordenados de perfil de Tukey para la variable respuesta pH correspondiente a las mediciones realizadas a los diferentes tratamientos evaluados; en la misma que evidencia que el mejor tratamiento es el T3 con el código $a_1b_1c_3$ que corresponde a: plátano dominico + ácido cítrico + 17 mg/kg por encontrarse con un valor de pH de 5,78, el mismo que al ser comparado con bibliografía se encuentra cercano a este rango, lo que indica que el pH debe encontrarse dentro del rango de 5,6 a 5,8.

En el gráfico 1, se puede evidenciar claramente de una manera objetiva lo manifestado anteriormente, por tanto el tratamiento T3 es considerado como el mejor para la investigación desarrollada sobre agentes antioxidantes en plátano dominico y maqueño, ya que al considerar la aplicación de 17 mg/Kg de ácido cítrico al plátano dominico tiende a conservar el pH del producto dentro de los parámetros mínimos establecidos.

5.2.2. Determinación de acidez (g/l)

Los productos alimenticios en general y este caso específico los plátanos de las variedades dominico y maqueño sometidos a la acción de los agentes antioxidantes mediante esta investigación, deben cumplir ciertos parámetros mínimos que garanticen calidad e inocuidad del alimento, uno de estos parámetros en la medición de la acidez, la misma que es empleada para establecer el contenido de ácidos libres correspondiente al ácido málico ya que es un indicativo esencial para impedir que los microorganismos ataquen el alimento y se reproduzcan de una manera descontrolada; además contribuyen a contrarrestar el efecto de las enzimas causantes del pardeamiento enzimático.

Esta respuesta experimental fue evaluada mediante la utilización del acidómetro para la determinación de acidez por el método de titulación con hidróxido de sodio (Na OH) 0,1 Normal, utilizando fenolftaleína como indicador del cambio de acidez siguiendo la metodología establecida en la norma NTE INEN 381:86. Los datos obtenidos de estas mediciones a las unidades experimentales se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 12: Valores de acidez (g/l) medidos en los diferentes tratamientos

N° Tratamientos	Código	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	a ₁ b ₁ c ₁	0.0068	0.0074	0.0072
2	a ₁ b ₁ c ₂	0.0080	0.0086	0.0090
3	a ₁ b ₁ c ₃	0.0089	0.0085	0.0084
4	a ₂ b ₁ c ₁	0.0091	0.0090	0.0092
5	a ₂ b ₁ c ₂	0.0095	0.0098	0.0090
6	a ₂ b ₁ c ₃	0.0071	0.0070	0.0070
7	a ₁ b ₂ c ₁	0.0068	0.0072	0.0073
8	a ₁ b ₂ c ₂	0.0080	0.0090	0.0098
9	a ₁ b ₂ c ₃	0.0068	0.0073	0.0077
10	a ₂ b ₂ c ₁	0.0098	0.0103	0.0101
11	a ₂ b ₂ c ₂	0.0092	0.0095	0.0095
12	a ₂ b ₂ c ₃	0.0100	0.0104	0.0106

Fuente: (Trujillo, J. 2016)

La tabla 12 de los valores de acidez correspondiente a los 12 tratamientos con sus respectivas replicas (36 unidades experimentales) fueron contrastados con los datos obtenidos de reportes bibliográficos (Dávila, 2016) y que son presentados en la tabla N° 8 indican que las mediciones experimentales realizadas a esta respuesta experimental (acidez) se encuentran dentro de los parámetros de calidad química mínima establecida para este tipo de productos.

Para el análisis de estas mediciones se realizaron las diferentes corridas experimentales mediante el uso de software estadístico apropiado para el caso como es el paquete estadístico Statgraphics, del mismo que se obtiene el diseño experimental presentado en la tabla de análisis de varianza (ADEVA) que se detalla a continuación:

Tabla 13: Análisis de Varianza (ADEVA) para la respuesta experimental acidez

Fuente de variación	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón-F	Valor-P
Factor A: Variedad de plátano	1	0.00001521	0.00001521	127.18	0.9860
Factor B: Tipo de antioxidante	1	0.000002668	0.00000267	22.31	0.0437 *
Factor C: Cantidad de antioxidante	2	0.000004461	0.00000223	18.65	0.0012 **
Réplicas	2	0.000001102	0.00000055	4.610	0.0613
Interacción AB	1	0.000006760	0.00000676	56.52	0.0719
Interacción AC	2	0.000006132	0.00000307	25.63	0.0534
Interacción BC	2	0.000000987	0.00000004	4.130	0.0830
Interacción ABC	2	0.000010232	0.00000512	42.78	1.3210
Residuo	22	0.000002631	0.00000011		
Total	35	0.000050182			

* Diferencia significativa

** Diferencia altamente significativa

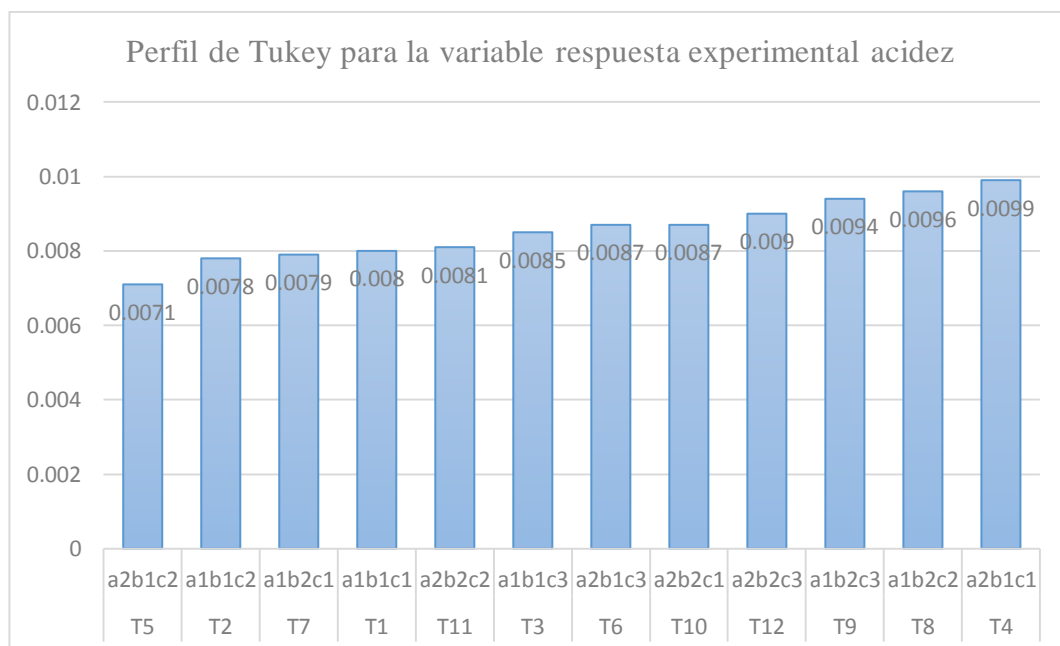
La tabla ADEVA diseñada para el análisis del factor acidez, muestra la variabilidad debida a al efecto de los tres factores de estudio: Variedad de plátano, tipo de antioxidante y cantidad de antioxidante y sus interacciones. Según los valores P obtenidos correspondientes al factor B “tipo de antioxidante” prueban la significancia estadística de estos factores. Debido a que el valor “P” del factor B (tipo de antioxidante) con un resultado de 0,0437 es menor que 0,05 este factor tiene una diferencia significativa sobre la acidez con un 95 % de nivel de confianza; lo que indica que los dos tipos de antioxidantes inciden directamente en la acidez de los plátanos evaluados en los diferentes tratamientos.

De la misma manera el valor “P” del factor C (tipo de antioxidante) con un resultado de 0,0012 es menor que 0,05 y menor que 0,01, por tanto este factor tiene una diferencia altamente significativa sobre la acidez con un 99 % de nivel de confianza; lo que indica que la cantidad de antioxidante utilizado incide directamente en la acidez de los plátanos evaluados en los diferentes tratamientos.

Tabla 14: Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta acidez

N° Tratamientos	Código	Medias	Rangos Ordenados
T5	a ₂ b ₁ c ₂	0.0071	a
T2	a ₁ b ₁ c ₂	0.0078	a
T7	a ₁ b ₂ c ₁	0.0079	a
T1	a ₁ b ₁ c ₁	0.0080	a
T11	a ₂ b ₂ c ₂	0.0081	a
T3	a ₁ b ₁ c ₃	0.0085	b
T6	a ₂ b ₁ c ₃	0.0087	b
T10	a ₂ b ₂ c ₁	0.0087	b
T12	a ₂ b ₂ c ₃	0.0090	b
T9	a ₁ b ₂ c ₃	0.0094	b
T8	a ₁ b ₂ c ₂	0.0096	c
T4	a ₂ b ₁ c ₁	0.0099	c

Gráfico 2: Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta acidez



La tabla 14 presentada anteriormente muestra la relación que tiene los rangos ordenados de perfil de Tukey para la variable respuesta acidez correspondiente a las mediciones realizadas a los diferentes tratamientos; en la misma se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T5 con el código a₁b₁c₂ que corresponde a la combinación de los tratamientos: plátano maqueño + ácido cítrico + 15 mg/kg; por encontrarse con un valor de acidez de 0,0071 g/l, el mismo que al ser comparado con datos presentados en la bibliografía se encuentran dentro de los rangos estipulados ya que se señala que la acidez debe encontrarse dentro del rango de 0,0050 a 0,0072 g/l.

En el gráfico 2 presentado anteriormente, evidenciamos de una manera clara y precisa lo manifestado anteriormente, por lo tanto podemos definir que el tratamiento T5 es considerado como el mejor para la investigación desarrollada sobre agentes antioxidantes en plátano dominico y maqueño, ya que al considerar la aplicación de 15 mg/Kg de ácido cítrico al plátano maqueño tiende a conservar las características del producto dentro de los parámetros mínimos de calidad establecidos.

5.2.3. Determinación de grados Brix (° Brix)

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 muy importante de evaluar puesto que nos da una medida acertada de la presencia de los azúcares en el producto, contribuyendo a establecer el nivel de madurez.

Para medir la determinación de sólidos solubles o denominados grados Brix se procedió a realizar una dilución de aproximadamente 10 gramos de plátano por cada variedad y se tomó aproximadamente 1 ml de esta muestra para ser ubicado en el Brixómetro de escala 0 a 30 grados Brix y realizar la observación de forma directa. Los valores obtenidos en las mediciones experimentales de presentan en la tabla que se detalla a continuación:

Tabla 15: Valores de grados Brix medidos en los diferentes tratamientos

N° Tratamientos	Código	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	a ₁ b ₁ c ₁	4.38	4.50	4.50
2	a ₁ b ₁ c ₂	4.88	4.88	4.63
3	a ₁ b ₁ c ₃	4.50	4.38	4.38
4	a ₂ b ₁ c ₁	4.75	4.75	4.50
5	a ₂ b ₁ c ₂	4.75	4.75	4.50
6	a ₂ b ₁ c ₃	4.50	4.50	4.50
7	a ₁ b ₂ c ₁	4.63	4.63	4.75
8	a ₁ b ₂ c ₂	4.88	5.00	4.88
9	a ₁ b ₂ c ₃	4.88	4.88	4.50
10	a ₂ b ₂ c ₁	4.50	4.75	4.63
11	a ₂ b ₂ c ₂	4.75	4.63	4.63
12	a ₂ b ₂ c ₃	4.63	4.63	4.38

Fuente: (Trujillo, J. 2016)

La tabla 15 muestra los valores obtenidos de la medición de grados Brix evaluados en los plátanos de las dos variedades, las mismas que fueron realizadas a los 12 tratamientos con sus respectivas réplicas, dándonos un total de 36 tratamientos. Estos valores al ser contrastados con los datos reportados en bibliografía y normas según la tabla N° 8, se evidencia que los valores 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.

Para la realización del análisis de varianza para la respuesta experimental grados Brix se procedió a utilizar el software estadístico Statgraphics, resultados que se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 16: Análisis de Varianza (ADEVA) para la respuesta experimental grados Brix

Fuente de variación	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón-F	Valor-P
Factor A: Variedad de plátano	1	0.029469	0.029469	2.76	0.0106*
Factor B: Tipo de antioxidante	1	0.114469	0.114469	10.74	0.1400
Factor C: Cantidad de antioxidante	2	0.283172	0.141586	13.28	0.2620
Réplicas	2	0.107639	0.053819	5.05	0.0571
Interacción AB	1	0.107803	0.107803	10.11	0.436
Interacción AC	2	0.110872	0.055436	5.20	0.1420
Interacción BC	2	0.027539	0.013769	1.29	0.2949
Interacción ABC	2	0.011506	0.005753	0.54	0.5905
Residuo	22	0.234561	0.010662		
Total	35	1.027030			

* Diferencia significativa

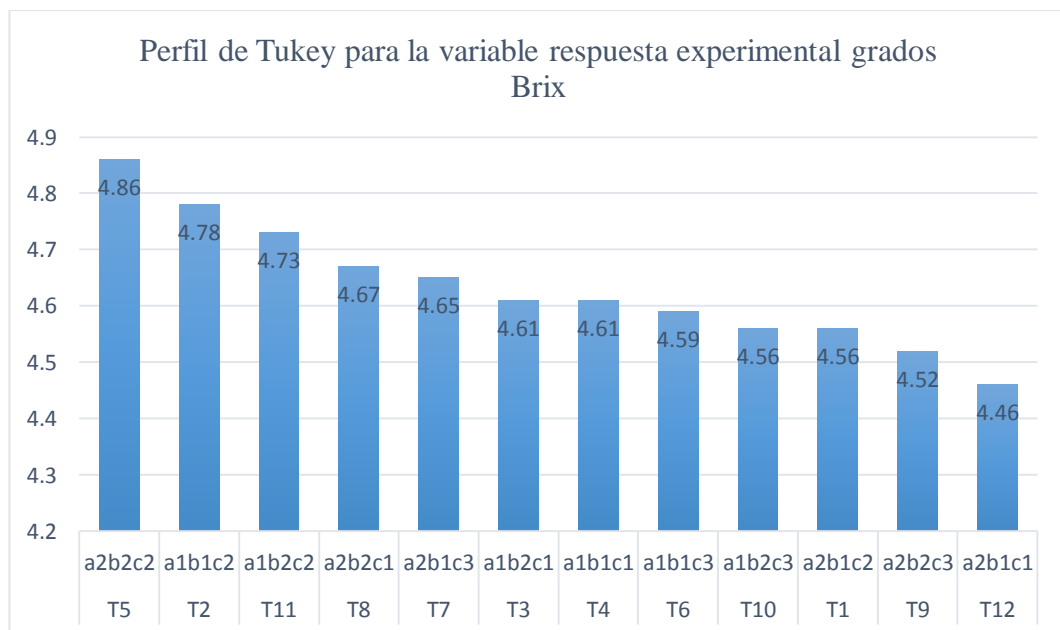
La tabla ADEVA para el análisis de la respuesta experimental grados Brix presentada anteriormente, muestra la variabilidad de los tres factores de estudio como son: Variedad de plátano, tipo de antioxidante y cantidad de antioxidante y sus interacciones. En base a los resultados obtenidos de los valores P correspondiente al factor A “variedad de plátano” con un resultado de 0,0106 se deduce que este valor es menor que 0,05.

Con este antecedente se define que este factor tiene una diferencia significativa sobre los grados Brix con un 95 % de nivel de confianza; lo que señala que las dos variedades de plátano presentan diferentes concentraciones de azúcares lo que incide directamente en los grados Brix de los plátanos evaluados en los diferentes tratamientos.

Tabla 17: Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta grados Brix

N° Tratamientos	Código	Medias	Rangos Ordenados
T5	a ₂ b ₂ c ₂	4.86	a
T2	a ₁ b ₁ c ₂	4.78	b
T11	a ₁ b ₂ c ₂	4.73	b
T8	a ₂ b ₂ c ₁	4.67	c
T7	a ₂ b ₁ c ₃	4.65	c
T3	a ₁ b ₂ c ₁	4.61	c
T4	a ₁ b ₁ c ₁	4.61	c
T6	a ₁ b ₁ c ₃	4.59	d
T10	a ₁ b ₂ c ₃	4.56	d
T1	a ₂ b ₁ c ₂	4.56	d
T9	a ₂ b ₂ c ₃	4.52	d
T12	a ₂ b ₁ c ₁	4.46	e

Gráfico 3: Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta grados Brix



El gráfico anterior muestra la relación que existe de los rangos ordenados de perfil de Tukey para la variable respuesta grados Brix, correspondiente a las mediciones realizadas a los diferentes tratamientos evaluados; en el mismo se evidencia que el mejor tratamiento es el T5 con el código $a_1b_1c_2$ que corresponde a la combinación de los tratamientos: plátano maqueño + ácido cítrico + 15 mg/kg; por encontrarse con un valor correspondiente de grados Brix de 4,86, el mismo que al ser comparado con datos expresados en la bibliografía se encuentran dentro de los rangos estipulados ya que señala que los grados Brix de los plátanos deben encontrarse dentro del rango de 4,80 a 5,00.

En el gráfico anterior evidenciamos de una manera clara lo manifestado anteriormente, por tanto el tratamiento T5 es considerado como el mejor para la investigación desarrollada sobre agentes antioxidantes en plátano dominico y maqueño, ya que la aplicación de 15 mg/Kg de ácido cítrico al plátano maqueño tiende a conservar las características del producto dentro de los parámetros mínimos de calidad establecidos en relación a los grados Brix sin llegar a alterar esta característica de calidad.

5.2.4. Determinación de humedad

La determinación de humedad en los plátanos evaluados en los diferentes tratamientos representan un factor importante para la calidad del mismo, pues contribuye a establecer la cantidad de agua libre que se encuentra en el producto, mediante esta medida se pueden tomar acciones para evitar el ataque de microorganismos (mohos). Esta respuesta experimental es importante de evaluar puesto que da una medida acertada del porcentaje de agua y la potencial pérdida de este líquido pues los plátanos tienden a secarse y perder su textura, evidenciándose marchites.

Esta medición experimental se realizó mediante la utilización de una balanza de humedad, según el método establecido para este tipo de producto y equipo utilizado. Los valores obtenidos en las mediciones experimentales de presentan en la tabla que se detalla a continuación:

Tabla 18: Valores de humedad obtenidos en los diferentes tratamientos

N° Tratamientos	Código	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	a ₁ b ₁ c ₁	46,50	44,86	31,16
2	a ₁ b ₁ c ₂	44,55	44,15	40,61
3	a ₁ b ₁ c ₃	41,73	31,14	45,52
4	a ₂ b ₁ c ₁	33,43	40,74	45,28
5	a ₂ b ₁ c ₂	49,65	29,72	39,38
6	a ₂ b ₁ c ₃	53,63	31,27	44,39
7	a ₁ b ₂ c ₁	35,02	37,43	46,72
8	a ₁ b ₂ c ₂	44,60	48,29	35,71
9	a ₁ b ₂ c ₃	46,67	32,48	30,59
10	a ₂ b ₂ c ₁	47,68	31,73	46,59
11	a ₂ b ₂ c ₂	43,83	46,19	39,97
12	a ₂ b ₂ c ₃	39,31	43,34	50,00

Fuente: (Trujillo, J. 2016)

La tabla 18 muestra los valores obtenidos de humedad, evaluada en los plátanos de las dos variedades, las mismas que fueron realizadas a los 12 tratamientos con sus respectivas réplicas (3), dándonos un total de 36 unidades experimentales. Estos valores al ser contrastados con los datos reportados en bibliografía según la tabla N° 8, se evidencia que se encuentran dentro de los parámetros mínimos establecidos para este tipo de productos ya que señala que los valores promedio deben encontrarse en un rango desde 43 – al 80 % de humedad.

Para la realización del análisis de varianza para la respuesta experimental humedad se procedió a utilizar el software estadístico Statgraphics, resultados que se presentan a continuación:

Tabla 19: Análisis de Varianza (ADEVA) para la respuesta experimental humedad.

Fuente de variación	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón-F	Valor-P
Factor A: Variedad de plátano	1	22.4044	22.4044	0.43	0.5210
Factor B: Tipo de antioxidante	1	1.97871	1.97871	0.04	0.8481
Factor C: Cantidad de antioxidante	2	18.4478	9.22391	0.18	0.8405
Réplicas	2	177.664	88.832	1.69	0.2082
Interacción AB	1	31.8472	31.8472	0.60	0.4451
Interacción AC	2	81.0408	40.5204	0.77	0.4754
Interacción BC	2	10.4467	5.22335	0.10	0.9060
Interacción ABC	2	0.24051	0.12025	0.00	0.9977
Residuo	22	1158.67	52.666700		
Total	35	1502.74			

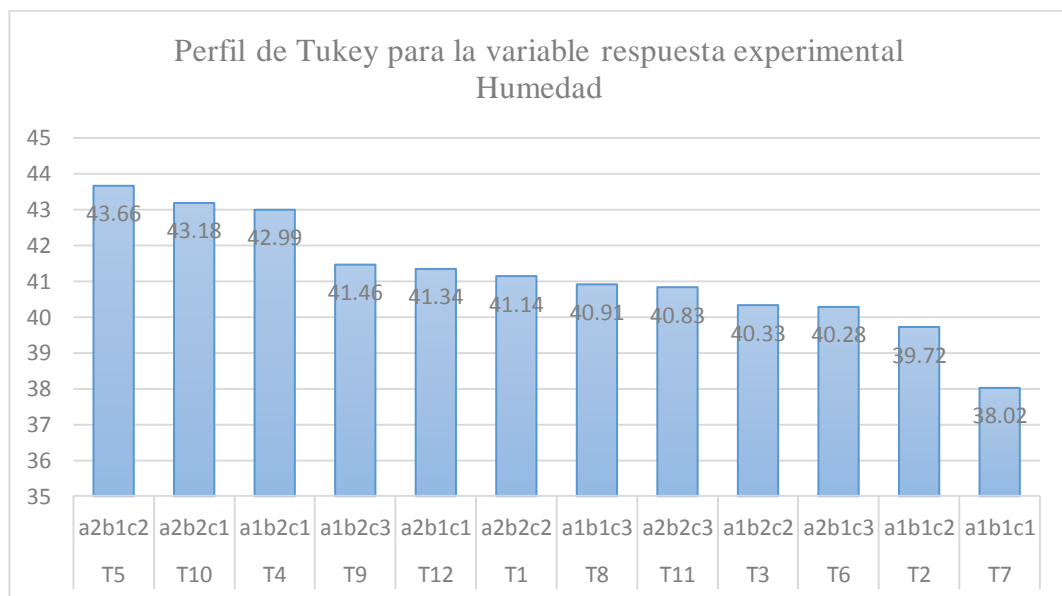
La tabla de análisis de varianza (ADEVA) obtenida para el análisis de la respuesta experimental humedad, muestra la variabilidad de los datos en relación a los tres factores de estudio como son: Variedad de plátano, tipo de antioxidante y cantidad de antioxidante. En base a los resultados obtenidos de los valores P de los factores de estudio, interacciones y replicas no existe ningún de diferencia estadística.

Considerando los valores obtenidos de la tabla anterior, se establece que no existe diferencia estadística sobre la humedad ni al 95 % de nivel de confianza ni al 99% de confianza en vista que ninguno de los valores P obtenidos es menor a 0,05 o 0,01. Esto demuestra que los factores de estudio evaluados con sus diferentes niveles no afecta o no tiene ninguna incidencia en la humedad de las dos variedades de plátano evaluados en los diferentes tratamientos, esto es que la humedad es independiente de cada uno de estas fuentes de variación analizados, ya que es un propiedad propia del plátano y no es incidida por un factor externo.

Tabla 20: Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta humedad

N° Tratamientos	Código	Medias	Rangos Ordenados
T5	a ₂ b ₁ c ₂	43.66	a
T10	a ₂ b ₂ c ₁	43.18	a
T4	a ₁ b ₂ c ₁	42.99	a
T9	a ₁ b ₂ c ₃	41.46	a
T12	a ₂ b ₁ c ₁	41.34	a
T1	a ₂ b ₂ c ₂	41.14	a
T8	a ₁ b ₁ c ₃	40.91	b
T11	a ₂ b ₂ c ₃	40.83	b
T3	a ₁ b ₂ c ₂	40.33	b
T6	a ₂ b ₁ c ₃	40.28	b
T2	a ₁ b ₁ c ₂	39.72	b
T7	a ₁ b ₁ c ₁	38.02	b

Gráfico 4: Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta humedad



El gráfico anterior muestra la relación de los rangos ordenados de perfil de Tukey para la variable respuesta experimental humedad correspondiente a las mediciones realizadas a los diferentes tratamientos evaluados; en la misma se evidencia que el mejor tratamiento es el T5 con el código $a_1b_1c_2$ que corresponde a: plátano maqueño + ácido cítrico + 15 mg/kg; por encontrarse con un valor de humedad del 43,66%, considerando que el tratamiento T10 no se encuentran fuera del rango reportado en bibliografía pero este se encuentra muy cercano al límite inferior que es 43% .

En este gráfico anterior evidenciamos de una manera clara lo manifestado anteriormente, por tanto el tratamiento T5 es considerado como el mejor en la investigación desarrollada con relación a la humedad, en relación a los agentes antioxidantes en plátano dominico y maqueño, ya que al considerar la aplicación de 15 mg/Kg de ácido cítrico al plátano maqueño tiende a conservar las características del producto dentro de los parámetros mínimos de calidad establecidos en relación a la humedad sin llegar a alterar esta característica de calidad.

5.2.5. Determinación de pardeamiento enzimático

La determinación del pardeamiento enzimático en los plátanos evaluados en los diferentes tratamientos representan un factor importante para la visual del mismo, pues contribuye a establecer la acción de la polifenol oxidasa que interviene en la canalización de la oxidación de compuestos fenólicos para producir colores marrones y/o cafés indeseables sobre la superficie de este alimento. Esta respuesta experimental es importante de evaluar puesto que da una medida de la acción de la enzima polifenol oxidasa cuando el tejido del alimento es dañado por el corte o por la eliminación de su capa de recubrimiento (corteza) y la acción del oxígeno del ambiente.

Esta medición experimental se realizó mediante la utilización del equipo espectrofotómetro el mismo que mide la cantidad proporcional de luz reflejada por una superficie como una función de las longitudes de onda para producir un espectro de reflectancia y de él se pueden obtener valores de transmitancia y

absorbancia a diferentes longitudes de onda Los valores obtenidos en las mediciones experimentales de presentan en la tabla que se detalla a continuación:

Tabla 21: Valores de pardeamiento enzimático obtenidos en los diferentes tratamientos

Nº Tratamientos	Código	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	a ₁ b ₁ c ₁	0.099	0.093	0.0958
2	a ₁ b ₁ c ₂	0.130	0.124	0.1270
3	a ₁ b ₁ c ₃	0.063	0.076	0.0693
4	a ₂ b ₁ c ₁	0.081	0.099	0.0898
5	a ₂ b ₁ c ₂	0.095	0.065	0.0800
6	a ₂ b ₁ c ₃	0.149	0.134	0.1415
7	a ₁ b ₂ c ₁	0.108	0.104	0.1058
8	a ₁ b ₂ c ₂	0.132	0.073	0.1025
9	a ₁ b ₂ c ₃	0.085	0.072	0.0780
10	a ₂ b ₂ c ₁	0.235	0.313	0.2738
11	a ₂ b ₂ c ₂	0.119	0.131	0.1248
12	a ₂ b ₂ c ₃	0.147	0.099	0.1225

Fuente: (Trujillo, J. 2016)

La tabla 21 muestra los valores obtenidos de pardeamiento enzimático, evaluada en los plátanos de las dos variedades, las mismas que fueron realizadas a los 12 tratamientos con sus respectivas réplicas (3), dándonos un total de 36 unidades experimentales. Estos valores al ser contrastados con los datos reportados en bibliografía (Morales, 2012), se evidencia que se encuentran dentro de los parámetros mínimos establecidos para este tipo de productos.

Para la realización del análisis de varianza para la respuesta experimental pardeamiento enzimático se procedió a utilizar el software estadístico Statgraphics, resultados que se presentan a continuación:

Tabla 22: Análisis de Varianza (ADEVA) para la respuesta experimental pardeamiento enzimático.

Fuente de variación	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón-F	Valor-P
Factor A: Variedad de plátano	1	0.0087111	0.00871111	6.11	0.0217*
Factor B: Tipo de antioxidante	1	0.0036401	0.00364011	2.55	0.1243
Factor C: Cantidad de antioxidante	2	0.0064607	0.00323036	2.27	0.1274
Réplicas	2	0.0028050	0.00140253	0.98	0.3898
Interacción AB	1	0.0071684	0.00716844	5.03	0.3530
Interacción AC	2	0.0056990	0.00284953	2.00	0.1594
Interacción BC	2	0.0159011	0.00795053	5.58	0.1100
Interacción ABC	2	0.0084893	0.00424469	2.98	0.0717
Residuo	22	0.0313649	0.00142568		
Total	35	0.0902399			

* Diferencia significativa

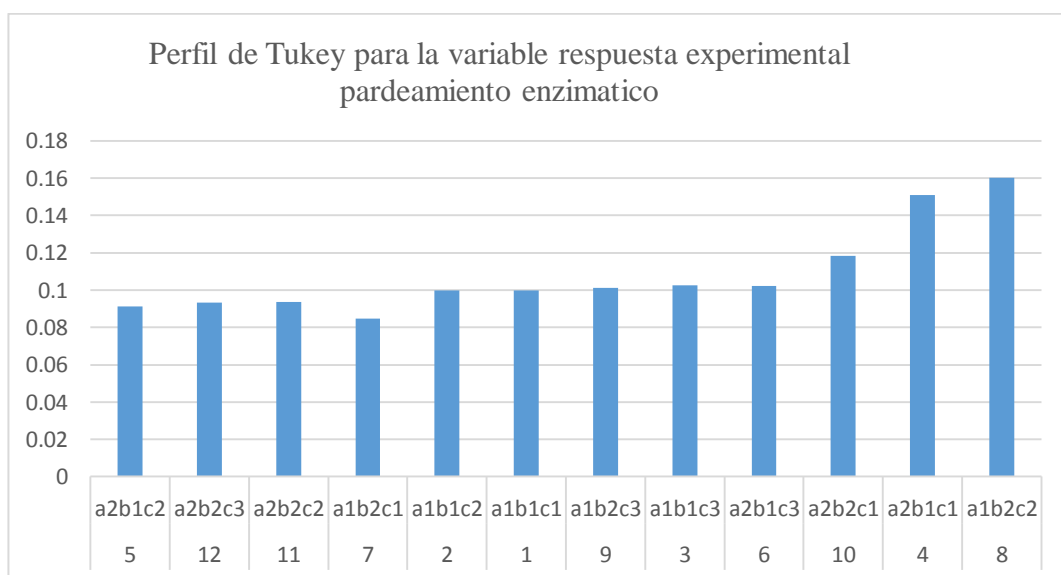
La tabla de análisis de varianza (ADEVA) obtenida para el análisis de la respuesta experimental pardeamiento enzimático, muestra la variabilidad de los datos en relación a los tres factores de estudio: Variedad de plátano, tipo de antioxidante y cantidad de antioxidante. En base a los resultados obtenidos de los valores P de los factores de estudio, interacciones y replicas diferencia estadística para el factor A, variedad de plátano.

Considerando los valores obtenidos de la tabla anterior, se establece que existe diferencia estadística sobre el pardeamiento enzimático al 95 % de nivel de confianza en vista que el valor P del factor A con un valor de 0,0217 es menor que 0,05. Esto muestra que la variedad de plátano maqueño y dominico inciden en el pardeamiento enzimático.

Tabla 23: Rangos ordenados del perfil de Tukey para la respuesta experimental pardeamiento enzimático.

N° Tratamientos	Código	Medias	Rangos Ordenados
5	a ₂ b ₁ c ₂	0.0914	a
12	a ₂ b ₂ c ₃	0.0932	a
11	a ₂ b ₂ c ₂	0.0935	a
7	a ₁ b ₂ c ₁	0.0847	a
2	a ₁ b ₁ c ₂	0.0997	a
1	a ₁ b ₁ c ₁	0.0998	a
9	a ₁ b ₂ c ₃	0.1013	b
3	a ₁ b ₁ c ₃	0.1024	b
6	a ₂ b ₁ c ₃	0.1022	b
10	a ₂ b ₂ c ₁	0.1182	b
4	a ₂ b ₁ c ₁	0.1508	b
8	a ₁ b ₂ c ₂	0.1603	b

Gráfico 5: Rangos ordenados del perfil de Tukey para la variable respuesta pardeamiento enzimático



El gráfico anterior muestra la relación de los rangos ordenados de perfil de Tukey para la variable respuesta experimental pardeamiento enzimático correspondiente a las mediciones realizadas a los diferentes tratamientos evaluados; en la misma se evidencia que el mejor tratamiento es el T5 con el código a₁b₁c₂ que corresponde a: plátano maqueño + ácido cítrico + 15 mg/kg; por encontrarse con un valor de pardeamiento enzimático de 0,0914 ya que según lo estipulado por (Morales, 2012) el pardeamiento enzimático de un producto debe encontrarse entre 0.0910 a 0.0925.

Además en este gráfico evidenciamos de una manera clara y precisa lo manifestado anteriormente, por tanto podemos determinar que el tratamiento T5 es considerado como el mejor en la investigación desarrollada con relación a la acidez, en relación a los agentes antioxidantes en plátano dominico y maqueño, ya que al considerar la aplicación de 15 mg/Kg de ácido cítrico al plátano maqueño tiende a conservar las características del producto dentro de los parámetros mínimos de calidad establecidos en relación al pardeamiento enzimático sin llegar a alterar esta característica de calidad.

5.3 COMPARACION DE DATOS EXPERIMENTALES CON DATOS TEÓRICOS PARA LOS PLÁTANOS EVALUADOS

Tabla 24: Comparación de datos experimentales y teóricos.

Mediciones experimentales	Valores teóricos	Valores experimentales	Mejor tratamiento
pH	5,6 – 5,8	5.78	T ₃
Acidez (g/l)	0,0050 – 0,0072	0.0071	T ₅
Grados Brix (%)	4,8 – 5,0	4.86	T ₅
Humedad (%)	43 - 80	43.16	T ₅
Pardeamiento enzimático (%)	0.0910 – 0.0925	0.0914	T ₅

La tabla anterior muestra que las mediciones experimentales evaluadas en la fase experimental con sus correspondientes valores se encuentran dentro de los parámetros mínimos establecidos en los reportes de bibliografía contrastada en (Dávila, 2016) para el caso del pH, acidez, grados Brix y humedad y por (Morales, 2012) para el caso del pardeamiento enzimático así como las normas establecidas para estas variables, en este sentido los factores de estudio con sus correspondientes niveles fueron los más adecuados evitar el pardeamiento enzimático en plátanos y así obtener un tiempo de vida útil máximo de 6 días, debido a que si no se tiene ningún tratamiento el tiempo máximo sería de 2 horas.

5.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

La realización de análisis microbiológicos ayuda a garantizar que no haya presencia de microorganismos fuera de los rangos permitidos y por ende garantizar que el producto cumpla con una calidad higiénica sanitaria y así encontrarse en condiciones aptas para el consumo humano.

Uno de los análisis que contribuyen a este establecer la calidad microbiológica es la medición de mohos y levaduras, los mismos que tiene como objetivo establecer la presencia de microorganismos contaminantes debido al a contenido de humedad y a la presencia de azúcares debido al almidón de los plátanos, quienes podrían provocar olores y sabores desagradables en el producto final.

El análisis se desarrolló siguiendo la metodología establecida en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1529-8, la misma que fue contrastada con la presencia de un testigo por cada una de las variedades de plátano. Los resultados que fueron obtenidos relacionados al análisis de mohos y levaduras fueron realizados en el “Laboratorio de Bromatología” del Departamento de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar mediante la metodología utilizada que fue “pretrifilm”; los valores obtenidos fueron expresados en unidades formadoras de colonia (Ufc). Los análisis fueron realizados a las 36 unidades experimentales que consta en la investigación, tomando como referencia a los 3 y 6 días de tratamiento con los diferentes ácidos.

Los resultados obtenidos de estas mediciones microbiológicas se presentan en las tablas a continuación:

Tabla 25: Análisis de mohos y levaduras realizadas a los plátanos evaluados al día 3 de tratamiento.

Tratamiento	Código	R1	R2	R3	UNIDAD	Rango
1	a ₁ b ₁ c ₁	< 10	< 10	< 10	Ufc	2X10 ² Ufc
2	a ₁ b ₁ c ₂	< 10	< 10	< 10	Ufc	
3	a ₁ b ₁ c ₃	< 10	< 10	< 10	Ufc	
4	a ₂ b ₁ c ₁	< 10	< 10	< 10	Ufc	
5	a ₂ b ₁ c ₂	< 10	< 10	< 10	Ufc	
6	a ₂ b ₁ c ₃	< 10	< 10	< 10	Ufc	
7	a ₁ b ₂ c ₁	< 10	< 10	< 10	Ufc	
8	a ₁ b ₂ c ₂	< 10	< 10	< 10	Ufc	
9	a ₁ b ₂ c ₃	< 10	< 10	< 10	Ufc	
10	a ₂ b ₂ c ₁	< 10	< 10	< 10	Ufc	
11	a ₂ b ₂ c ₂	< 10	< 10	< 10	Ufc	
12	a ₂ b ₂ c ₃	< 10	< 10	< 10	Ufc	

Fuente: (Trujillo, J. 2016)

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1529-10 establece los parámetros mínimos que debe tener unos productos alimentarios, por tanto los plátanos se encajan dentro de esta denominación, por tanto el límite de unidades formadoras de colonia (Ufc) en relación a mohos y levaduras es de 2X10² o 200 Ucf.

Los resultados obtenidos a los 3 días de tratamiento muestran en una primera instancia que cada una de las 36 unidades experimentales cumplen estos parámetros microbiológicos por cuanto los resultados indican que las muestras evaluadas tiene un nivel microbiológico inferior a 10 (<10) Ufc, lo cual manifiesta que se encuentran de los rangos planteados por esta norma.

Tabla 26: Análisis de mohos y levaduras realizadas a los plátanos evaluados al día 6 de tratamiento.

Tratamiento	Código	R1	R2	R3	UNIDAD	Rango
1	a ₁ b ₁ c ₁	< 10	Incont.	< 10	Ufc	2X10 ² Ufc
2	a ₁ b ₁ c ₂	< 10	< 10	35	Ufc	
3	a ₁ b ₁ c ₃	364	Incont.	< 10	Ufc	
4	a ₂ b ₁ c ₁	348	Incont.	54	Ufc	
5	a ₂ b ₁ c ₂	53	102	148	Ufc	
6	a ₂ b ₁ c ₃	29	652	205	Ufc	
7	a ₁ b ₂ c ₁	556	24	47	Ufc	
8	a ₁ b ₂ c ₂	< 10	< 10	35	Ufc	
9	a ₁ b ₂ c ₃	< 10	52	< 10	Ufc	
10	a ₂ b ₂ c ₁	Incont.	356	67	Ufc	
11	a ₂ b ₂ c ₂	80	118	344	Ufc	
12	a ₂ b ₂ c ₃	288	117	360	Ufc	

Fuente: (Trujillo, J. 2016)

Los resultados obtenidos a los 6 días de tratamiento muestran que cada una de las 36 unidades experimentales presentan variaciones en los parámetros microbiológicos por cuanto los resultados indican que las muestras evaluadas tiene un nivel microbiológico variable, pero en el caso de los mejores tratamientos T₃ y T₅ se evidencia un contaminación variable en el tratamiento T₃ pues presenta un nivel de contaminación que sale de las normas establecidas ya que sus dos primeras replicas existe contaminación.

Para el caso del tratamiento T₅ no existe contaminación pues los valores que se presentan se hallan dentro de los rangos establecidos que es de 200 Ufc, ya que estos presentan un valor de 53, 102, 148 Ufc.

5.5 EVALUACIÓN SENSORIAL

Los tratamientos que fueron evaluados en la investigación mediante los agentes antioxidantes y las variedades de plátano, fueron sometidos a una evaluación sensorial ejecutada a un panel de 25 catadores no entrenados, los mismos que expresan los siguientes resultados:

Tabla 27: Resultados de los promedios obtenidos de la evaluación sensorial de los plátanos.

PARÁMETROS	M₁	M₂	M₃	M₄
COLOR	2.1	1.7	1.8	2.6
OLOR	2.5	2.4	2.6	2.8
TEXTURA	2.6	2.6	2.7	2.4

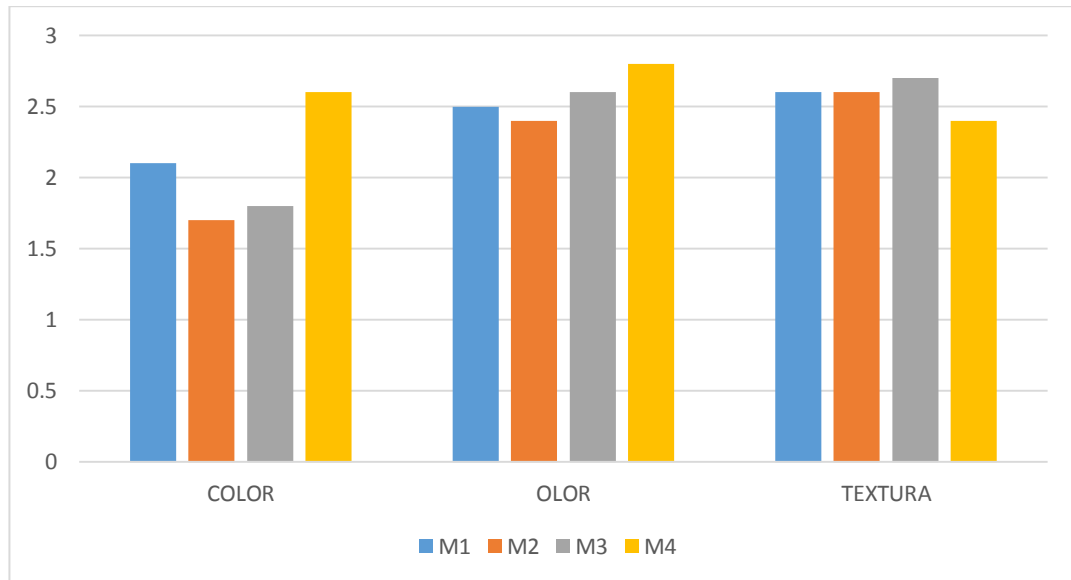
Fuente: (Trujillo, J. 2016)

Los resultados obtenidos de la tabla anterior muestra que los parámetros evaluados a los plátanos de las variedades dominico y maqueño en las cuatro muestras proporcionadas se encontraban dentro de los parámetros normales; en la que en relación al color la muestra M₄ es la que predomina con un valor promedio de 2.6 correspondiente a color canario, siendo este un color aceptable para el plátano. En relación al olor la muestra M₃ predomina con un valor de 2,8 cercano a tres que corresponde a olor agradable.

En relación a la textura con un valor de 2.7 la muestra M₄ es la que predomina pues presenta el valor más cercano a 3, el mismo que corresponde consistente. En este sentido de las muestras proporcionadas se tiene que los catadores lo catalogan con

muy aceptable a las muestra M₄, representando en este caso nuestro mejor producto según lo señalan los catadores.

Grafico 6: Valores promedio obtenidos de la evaluación sensorial de los plátanos.



Fuente: (Trujillo, J. 2016)

Como podemos apreciar en el gráfico anterior, los 25 catadores evalúan que la muestra M₄ es la que predomina en relación a los diferentes parámetros evaluados como se mencionó anteriormente.

CAPÍTULO VI

COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Las hipótesis de la investigación desarrollada fueron:

6.1 Hipótesis Nula

H_0 = La evaluación de los agentes antioxidantes en diferentes concentraciones (ácido ascórbico y ácido cítrico) en plátano dominico (*musa sapientum, L*) y maqueño (*musa balbisiana, L*); serán evaluados durante el proceso de almacenamiento y alargarán la vida útil de anaquel.

6.2 Hipótesis Alternativa

H_1 = La evaluación de los agentes antioxidantes en diferentes concentraciones (ácido ascórbico y ácido cítrico) en plátano dominico (*musa sapientum, L*) y maqueño (*musa balbisiana, L*); serán evaluados durante el proceso de almacenamiento pero no alargarán la vida útil de anaquel.

Para verificar la hipótesis se consideraron los análisis físicos y químicos realizados al producto terminado como se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 28: Verificación de la hipótesis considerando los análisis físicos y químicos del producto final.

CARACTERÍSTICAS	F CAL	F TAB
pH	0.12	4.139
Acidez	2.31	4.139
Grados Brix	2.76	4.139
Humedad	0.04	4.139
Pardeamiento enzimático	2.55	4.139

Fuente: (Trujillo, J. 2016)

6.3 Regla de decisión

Para establecer si la hipótesis nula planteada se acepta o se rechaza conviene establecer las características mediante las cuales se aceptaría o se rechazaría la misma; es decir conviene formular una regla de decisión, la misma que quedaría expresada de la siguiente manera:

“Se rechaza la hipótesis nula H_0 si el valor estadístico de la prueba F de Fisher calculado es mayor que el valor estadístico F teórico”

Según los resultados expuestos en la tabla 28, se observa que los valores “F” calculados son menores que los valores “F” teóricos obtenidos de tablas al 95 % de confianza; en este sentido:

Se acepta la hipótesis nula H_0 que dice “La evaluación de los agentes antioxidantes en diferentes concentraciones (ácido ascórbico y ácido cítrico) en plátano dominico (*musa sapientum*, L) y maqueño (*musa balbisiana*, L); serán evaluados durante el proceso de almacenamiento y alargarán la vida útil de anaquel”, en este sentido utilizar agentes antioxidantes en diferentes concentraciones a plátanos de la variedad maqueño y dominico si alargan el tiempo de vida útil por al menos 6 días.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Se evaluaron los agentes antioxidantes del plátano Dominicó (*Musa sapientum, L*) y Maqueño (*Musa balbisiana, L*) los mismos que fueron ácido cítrico y ácido ascórbico en las cantidades de 13, 15 y 17 mg/Kg; evaluados en 12 tratamientos con sus 3 respectivas replicas, obteniendo 36 unidades experimentales, los mismos que en el caso del ácido cítrico tuvo un efecto catalizador de las reacciones de pardeamiento en el plátano evitando efectos como la decoloración, rancidez, pérdida de nutrientes y en el caso del ácido ascórbico regulando la acidez del plátano, evitando así la actuación de las enzimas manteniendo de esta forma un adecuado criterio de calidad.
- Se estableció que la mejor variedad de plátano fue el maqueño en vista que los análisis obtenidos de las mediciones experimentales como pH, acidez, grados Brix, humedad y pardeamiento enzimático dieron como resultado esta variedad según el tratamiento T5 ya que predomina en las variables de acidez, grados Brix, humedad y agentes antioxidantes; lo que nos da una clara idea que esta variedad de plátano es la más conveniente de ser utilizada para los procesos de producción agroindustrial o industrialización del plátano ya que conserva mejor las características físico químicas, microbiológicas y sensoriales del producto.
- El mejor tipo de antioxidante es el ácido cítrico, según los resultados obtenidos de las tablas de análisis de varianza, en el que se señala que el tratamiento T5 es el que mejores resultados presenta en el producto procesado, además en este tratamiento se utiliza una menor cantidad de agente antioxidante a razón de 15 mg/Kg en comparación con el otro tratamiento que fue el T3 en el que utilizamos una cantidad más alta de agente antioxidante como es 17 mg/Kg, lo que quiere decir que este ácido es mejor ya que se requiere de una menor cantidad para

tener los efectos esperados y pueda conservar las características físico químicas y sensoriales del producto.

- Se determinaron las características físico químicas del plátano como son el pH, acidez, grados Brix, humedad y pardeamiento enzimático a las 36 unidades experimentales, los mismos que fueron evaluados durante 6 días de tratamiento; en las que al obtener los resultados finales según las tablas de análisis de varianza (ADEVA) se llegó establecer que cumplen con parámetros mínimos establecidos en la Norma del Codex para el Banano (Plátano) Codex Stan 205 – 1997, así como las referencias reportadas en análisis bibliográfico. Además se estableció las características microbiológicas del mejor tratamiento T₅, en los días 3 y 6 de tratamiento, en los cuales entre <10, 53, 102, y 148 Ufc los mismos que al ser comparados se encuentra dentro de la norma que exige un valor máximo de 2×10^2 (200) Ufc según la norma INEN 1529-10; por tanto este producto es apto para el consumo humano.
- Las características sensoriales del producto mediante la realización de una evaluación sensorial fue efectuada a un panel de 25 catadores no entrenados, los mismos que evaluaron cuatro muestras (M₁, M₂, M₃ y M₄) en el cual la muestra M₄ que correspondió al tratamiento T₅ fue el que mejores resultados arrojó, ya que los catadores en una escala de 1 a 3 calificaron con un valor promedio de 2,8 que corresponde a muy aceptable, lo que indica que los plátanos tratados mediante este tratamiento pueden llegar a tener una vida útil máxima de 6 días según los reportes evaluados, lo que es muy bueno en vista que un plátano al ser pelado y cortado presenta en términos de aproximadamente 1 hora características de pardeamiento evidenciándose cambios de color y sabor lo que no resulta agradable al consumidor.

4.3 RECOMENDACIONES

- Utilizar agentes antioxidantes del plátano Dominicano (*Musa sapientum, L*) y Maqueño (*Musa balbisiana, L*) como es el caso del ácido cítrico pues este tipo de ácido al ser utilizado para evitar el pardeamiento del plátano ejerce un efecto catalizador de las reacciones de pardeamiento evitando efectos como la decoloración, rancidez y pérdida de nutrientes.
- Emplear plátano maqueño para los diferentes procesos de producción agroindustrial o industrialización del plátano ya que conserva mejor las características físico químicas, microbiológicas y sensoriales del producto.
- Aplicar el agente antioxidante ácido cítrico a razón de 15 mg/Kg ayuda a conseguir efectos esperados y conserva las características físico químicas, microbiológicas y sensoriales del producto final.
- Continuar con la realización de investigaciones en otros productos procesados a partir del plátano para lograr establecer más parámetros de calidad físico química que contribuyan a alcanzar una calidad óptima en cuanto al procesamiento del plátano para así poder obtener un producto con una vida útil superior a los 6 días.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOFARMA. 2011. Distribución Farmacológica. Ficha de informacion técnica. Madrid, España.
- Aditives, M. 2011. Aditivos y Antioxidantes artificiales. Ficha técnica de antioxidantes. Londres, Inglaterra.
- Aditivos alimentarios. 2014. Efecto de del conservante E-300 Ácido ascórbico en Harina de platano. Revista Scielo. Santiago, Chile.
- Alimentaria, F. 2011. Definición de Aditivos Alimentarios. Elika. Universidad Autonoma de Chile. Santiago, Chile.
- Alomar, M. 2011. Antioxidantes: captadores de radicales libres ó sinónimo de salud. Revista Argentina de Salud. Buenos Aires, Argentina.
- Amaiquema, V. 2015. Estudio descriptivo, analítico e interpretativo del sector primario de la provincia los Ríos período 2000-2013. Babahoyo, Ecuador.
- Arteaga, E. 2012. Diseño de una microempresa productiva y de comercialización de empanadas de verde en la ciudad de Quito. Tesis. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. P 117
- Bueno, M. 2011. Aditivos Antioxidantes. Biosalud - Instituto de Medicina Biológica y Antienvjecimiento. Buenos Aires, Argentina.
- CIMPA S.A.S. 2013. Insumos y Tecnología para la Industria Alimentaria. Ficha tecnica metabisulfito de sodio. Bogota, Colombia.
- Coronado, M. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Revista Scielo. Santiago de Chile.

- Cortés. 2012. Capacidad atrapadora de radicales libres de *passiflora mollisimma*.
Revista Scielo. La Habana, Cuba.
- Dávila, M. 2016. Cambios físicos y fisicoquímicos durante el almacenamiento en plátano impregnado al vacío con soluciones antioxidantes. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad del Cauca, EL Cauca, Colombia. P145.
- Fabre, N. 2015. Causas de perdidas que se producen en la post cosecha de banano en la zona de Quevedo. Tesis Ing Agronómica. Universidad Tecnica de Quevedo. Quevedo, Ecuador.
- Farinango, R. 2014. Evaluación de dos estados de madurez del plátano hartón Musa AAB utilizado en la elaboración de pan . Ibarra, Ecuador.
- Flores, W. 2013. Manual Técnico para el manejo poscosecha del Plátano. San José, Costa Rica. P 45.
- Gutiérrez, G. (2012). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha de platanos. Revista Educación Ingenieria. Caldas, Colombia.
- Hernández, J. 2011. Ciencia de los alimentos: Toxicología alimentaria . Ed. Panamericana. México DF, México.
- Herrera, M., y Colonia, L. 2011. Manejo integrado del cultivo de plátano. Revista de Recursos Agronómicos. Lima, Perú.
- Kalaiselvam, T. 2011. An Experimental Study on Citric Acid Production by *Aspergillus niger* Using *Gelidiella acerosa* as a Substrate. Indian Journal of Microbiology.
- Laboratorios Vitafor S.R.L. 2010. Clases de antioxiidantes. Universidad de Catania, Catania, Brasil.

- Livestrong. 2013. Cuáles son los efectos secundarios de demasiado ácido cítrico. Universidad Politécnica de Quintana. Yucatan, Mexico
- Max, B. (2010). Biotechnological production of citric acid. Brazilian Journal of Microbiology. Sao Paulo, Brasil.
- Mejía, L. 2013. Evaluacion del comportamiento fisico y quimico poscosecha del platano dominico harton (musa aab simmonds) cultivado. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Morales, L. 2012. Pardeamiento enzimático de la polifenol oxidasa del banano *Gros Michel* en diferentes estados de maduración. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Moreira, C. 2015. Efecto de la diversidad intraespecífica en el cultivo de musáceas como medida de control de sus problemas fitosanitarios. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Tecnica de Quevedo. Quevedo, Ecuador.
- Muñoz, A. 2014. El Acico citrico. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila, México.
- Orozco, A., & Picón, J. 2011. Plan de exportación de harina de platano de la empresa Brito Vaca Cia. Ltda. Molino el Fenix de la ciudad de Riobamba al mercado de Estados Unidos ciudad de Miami fl. Riobamba, Ecuador.
- Perez, G. 2011. Acido Ascorbico. Revista de Tecnología de la Alimentación. FARina, Italia.
- PRO ECUADOR. 2015. Promoción ecuaotoriana para la exportación. Análisis sectorial del plátano. Guayaquil, Ecuador.



- Sandoval, S. 2010. Cuantificación de Ácido Ascórbico (Vitamina C) en Néctares de Melocotón y Manzana Comercializados en Supermercados de la Ciudad Capital . Guatemala.
- Secretaría de Economía, Dirección General de Industrias Básicas. 2012. Monografía del Sector Plátano en México: Situación actual y oportunidades de mercado. Puebla, México.
- SENA. (2014). Buenas prácticas en el cultivo del plátano: Poscosecha, industrialización y uso de subproductos del plátano. Cali, Colombia.
- UNIRRIOJA. .2011. Dieta de Antioxidantes y prevención de enfermedades causadas por alimentos. Caracas, Venezuela.
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2011). Pardeamiento enzimático. Revista Colombiana de Investigaciones. Bogota, Colombia.
- Vélez, M. 2011. Reacción de diez cultivares de *Musa spp.* Al ataque de picudo negro (*cosmopolites sordidus germar*) durante el primer año de establecimiento”. Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador.

ANEXOS

ANEXO I
MAPA DE UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



ANEXO II
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS

	UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA					
Dir. Avenida Ernesto Che-Guevara s/n y Gabriel Secaira www.ueb.edu.ec						
CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO						
CERTIFICADO No: 00226						
Información del solicitante:						
Solicitante: Juliana Trujillo		Teléfono: 0992031619				
Dirección: Guaranda						
Descripción de las muestras:						
Producto: Plátano en rodajas		Peso: Aproximadamente 200 g				
Tipo de envase: Fundas plásticas con cierre		No de muestras: 36				
Conservación:	Ambiente (X)	Refrigeración				
		Congelación				
Fecha de recepción: 08 de Agosto del 2016						
Cierres de Seguridad:	Ninguno: []	Intacto:				
		Otros:				
Fecha de entrega: 15 de Agosto del 2016						
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código laboratorio	Código solicitante	Ensayos solicitados	Métodos Utilizados	Unidades	Resultados
1	3013230	a2b1c1 R3	Humedad	Balanza de humedad	%	45,28
2	3013231	a1b1c3 R1	Humedad	Balanza de humedad	%	41,73
3	3013232	a1b1c3 R2	Humedad	Balanza de humedad	%	31,14
4	3013233	a2b1c3 R2	Humedad	Balanza de humedad	%	31,27
5	3013234	a2b1c2 R2	Humedad	Balanza de humedad	%	29,72
6	3013235	a1b2c1 R1	Humedad	Balanza de humedad	%	35,02
7	3013236	a1b2c2 R3	Humedad	Balanza de humedad	%	35,71
8	3013237	a2b2c2 R3	Humedad	Balanza de humedad	%	39,97
9	3013238	a2b2c1 R2	Humedad	Balanza de humedad	%	31,73
10	3013239	a2b1c1 R2	Humedad	Balanza de humedad	%	40,74
11	3013240	a2b1c1 R1	Humedad	Balanza de humedad	%	33,43

12	3013241	a1b1c1 R3	Humedad	Balanza de humedad	%	31,16
13	3013242	a1b2c1 R2	Humedad	Balanza de humedad	%	37,43
14	3013243	a2b2c1 R3	Humedad	Balanza de humedad	%	46,59
15	3013244	a1b2c3 R3	Humedad	Balanza de humedad	%	30,59
16	3013245	a1b2c3 R2	Humedad	Balanza de humedad	%	32,48
17	3013246	a2b2c2 R2	Humedad	Balanza de humedad	%	46,19
18	3013247	a1b2c2 R2	Humedad	Balanza de humedad	%	48,29
19	3013248	a2b2c3 R3	Humedad	Balanza de humedad	%	50,00
20	3013249	a1b1c3 R3	Humedad	Balanza de humedad	%	45,52
21	3013250	a2b2c1 R1	Humedad	Balanza de humedad	%	47,68
22	3013251	a2b1c2 R1	Humedad	Balanza de humedad	%	49,65
23	3013252	a2b1c3 R1	Humedad	Balanza de humedad	%	53,63
24	3013253	a1b1c1 R2	Humedad	Balanza de humedad	%	44,86
25	3013254	a1b1c1 R1	Humedad	Balanza de humedad	%	46,50
26	3013255	a2b2c3 R1	Humedad	Balanza de humedad	%	39,31
27	3013256	a1b2c2 R1	Humedad	Balanza de humedad	%	44,60
28	3013257	a2b2c2 R1	Humedad	Balanza de humedad	%	43,83
29	3013258	a1b1c2 R1	Humedad	Balanza de humedad	%	44,55
30	3013259	a2b1c2 R3	Humedad	Balanza de humedad	%	39,38
31	3013260	a1b1c2 R2	Humedad	Balanza de humedad	%	44,15
32	3013261	a2b2c3 R2	Humedad	Balanza de humedad	%	43,34
33	3013262	a2b1c3 R3	Humedad	Balanza de humedad	%	44,39
34	3013263	a1b1c2 R3	Humedad	Balanza de humedad	%	40,61

ANEXO III
BASES DE DATOS

Valores de pH medidos en los diferentes tratamientos

N° Tratamientos	Código	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	a ₁ b ₁ c ₁	5.96	6.00	5.99
2	a ₁ b ₁ c ₂	5.89	5.89	5.85
3	a ₁ b ₁ c ₃	5.88	5.86	5.83
4	a ₂ b ₁ c ₁	5.78	5.76	5.71
5	a ₂ b ₁ c ₂	5.83	5.80	5.78
6	a ₂ b ₁ c ₃	5.81	5.78	5.81
7	a ₁ b ₂ c ₁	5.86	5.84	5.86
8	a ₁ b ₂ c ₂	5.88	5.90	5.91
9	a ₁ b ₂ c ₃	5.91	5.91	5.91
10	a ₂ b ₂ c ₁	5.91	5.94	5.91
11	a ₂ b ₂ c ₂	5.94	5.94	5.93
12	a ₂ b ₂ c ₃	5.90	5.96	5.93

Valores de acidez medidos en los diferentes tratamientos

Nº Tratamientos	Código	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	a ₁ b ₁ c ₁	0.0068	0.0074	0.0072
2	a ₁ b ₁ c ₂	0.0080	0.0086	0.0090
3	a ₁ b ₁ c ₃	0.0089	0.0085	0.0084
4	a ₂ b ₁ c ₁	0.0091	0.0090	0.0092
5	a ₂ b ₁ c ₂	0.0095	0.0098	0.0090
6	a ₂ b ₁ c ₃	0.0071	0.0070	0.0070
7	a ₁ b ₂ c ₁	0.0068	0.0072	0.0073
8	a ₁ b ₂ c ₂	0.0080	0.0090	0.0098
9	a ₁ b ₂ c ₃	0.0068	0.0073	0.0077
10	a ₂ b ₂ c ₁	0.0098	0.0103	0.0101
11	a ₂ b ₂ c ₂	0.0092	0.0095	0.0095
12	a ₂ b ₂ c ₃	0.0100	0.0104	0.0106

Valores de grados Brix medidos en los diferentes tratamientos

N° Tratamientos	Código	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	a ₁ b ₁ c ₁	4.38	4.50	4.50
2	a ₁ b ₁ c ₂	4.88	4.88	4.63
3	a ₁ b ₁ c ₃	4.50	4.38	4.38
4	a ₂ b ₁ c ₁	4.75	4.75	4.50
5	a ₂ b ₁ c ₂	4.75	4.75	4.50
6	a ₂ b ₁ c ₃	4.50	4.50	4.50
7	a ₁ b ₂ c ₁	4.63	4.63	4.75
8	a ₁ b ₂ c ₂	4.88	5.00	4.88
9	a ₁ b ₂ c ₃	4.88	4.88	4.50
10	a ₂ b ₂ c ₁	4.50	4.75	4.63
11	a ₂ b ₂ c ₂	4.75	4.63	4.63
12	a ₂ b ₂ c ₃	4.63	4.63	4.38

Valores de humedad obtenidos en los diferentes tratamientos

N° Tratamientos	Código	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	a ₁ b ₁ c ₁	46,50	44,86	31,16
2	a ₁ b ₁ c ₂	44,55	44,15	40,61
3	a ₁ b ₁ c ₃	41,73	31,14	45,52
4	a ₂ b ₁ c ₁	33,43	40,74	45,28
5	a ₂ b ₁ c ₂	49,65	29,72	39,38
6	a ₂ b ₁ c ₃	53,63	31,27	44,39
7	a ₁ b ₂ c ₁	35,02	37,43	46,72
8	a ₁ b ₂ c ₂	44,60	48,29	35,71
9	a ₁ b ₂ c ₃	46,67	32,48	30,59
10	a ₂ b ₂ c ₁	47,68	31,73	46,59
11	a ₂ b ₂ c ₂	43,83	46,19	39,97
12	a ₂ b ₂ c ₃	39,31	43,34	50,00

Valores de pardeamiento enzimático obtenidos en los diferentes tratamientos

N° Tratamientos	Código	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	a ₁ b ₁ c ₁	0.099	0.093	0.0958
2	a ₁ b ₁ c ₂	0.130	0.124	0.1270
3	a ₁ b ₁ c ₃	0.063	0.076	0.0693
4	a ₂ b ₁ c ₁	0.081	0.099	0.0898
5	a ₂ b ₁ c ₂	0.095	0.065	0.0800
6	a ₂ b ₁ c ₃	0.149	0.134	0.1415
7	a ₁ b ₂ c ₁	0.108	0.104	0.1058
8	a ₁ b ₂ c ₂	0.132	0.073	0.1025
9	a ₁ b ₂ c ₃	0.085	0.072	0.0780
10	a ₂ b ₂ c ₁	0.235	0.313	0.2738
11	a ₂ b ₂ c ₂	0.119	0.131	0.1248
12	a ₂ b ₂ c ₃	0.147	0.099	0.1225

ANEXO IV
FICHAS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

UNIVERSIDAD ESTATAL DEL BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Marque con una X el casillero que corresponda su evaluación sensorial a las diferentes muestras proporcionadas

PARÁMETROS	M₁	M₂	M₃	M₄
COLOR				
1. Crema				X
2. Canario	X	X		
3. Maíz			X	
OLOR				
1. Desagradable				
2. Poco agradable		X		X
3. Agradable	X		X	
TEXTURA				
1. Muy blando				
2. Blando	X			
3. Consistente				
ACEPTABILIDAD				
1. Poco aceptable	X			X
2. Aceptable		X		
3. Muy aceptable			X	

COMENTARIO.....
.....

¡Gracias por su colaboración!

NOTA: Los códigos de las muestras corresponden a:

M1: Muestra plátano maqueño sin antioxidante

M2: Muestra plátano dominico sin antioxidante

M3: Plátano maqueño más ácido cítrico + 17 mg/kg

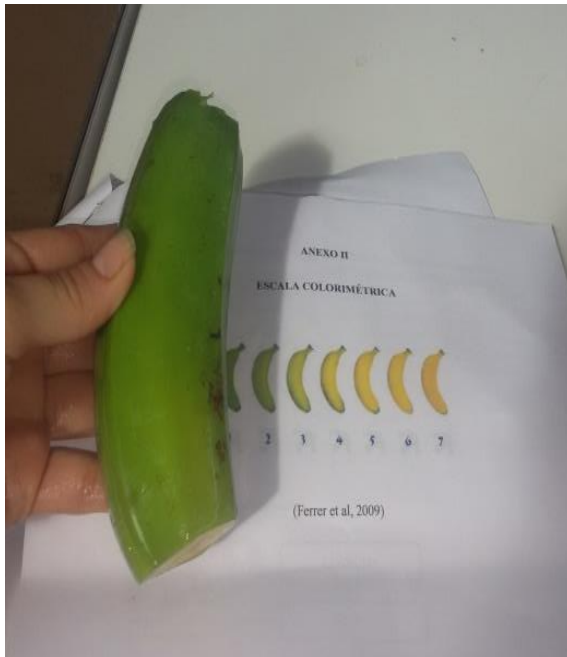
M4: Plátano maqueño más ácido cítrico + 15 mg/kg

**ANEXO V
FOTOGRAFÍAS**

RECEPCIÓN



CONTROL DE MADUREZ



SELECCIÓN



LAVADO



PELADO



PESADO



REBANADO



INMERSIÓN



SECADO



ALMACENAMIENTO



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS - MICROBIOLÓGICOS

PH



ACIDÉZ



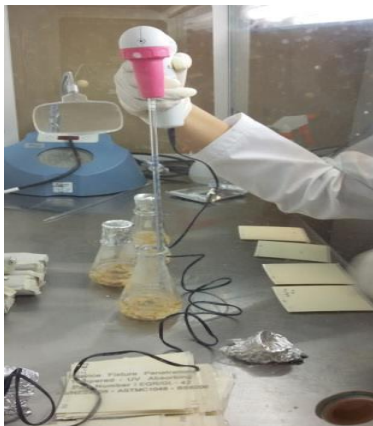
GRADOS BRUX



PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO



MICROBIOLOGÍA



ANEXO 6

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Antioxidante: Es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas.

Acidez: Representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte.

Compuestos fenólicos: son sustancias con uno o más anillos aromáticos (benceno) y, al menos, un sustituyente hidroxilo.

Criterio de Calidad: Los criterios de calidad se definen como aquella condición que debe cumplir una determinada actividad, actuación o proceso para ser considerada excelente. Es decir qué perseguimos, cuál es el objetivo.

Desmane: consiste en desprender del mástil los dedos o gajos del plátano sin dañarlos, utilizando una cuchilla bien afilada.

Fruto: baya oblonga. Durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente

Higroscópico es decir, absorbe los olores del medio donde se almacena.

Índice de madurez: Corresponde al estado de madurez que poseen los productos vegetales, frutas y hortalizas al ser cosechados, es específicamente importante para su manejo, transportación y comercialización ya que repercute directamente en su calidad y potencial de conservación de fresco.

Materias vegetales extrañas - hojas o porciones de planta de arándanos y otras materias vegetales inocuas semejantes.

Propagación: Se llama propagación al conjunto de fenómenos físicos que conducen a las ondas del transmisor al receptor.

Pseudotallo: Un crecimiento erecto y aéreo que parece ser un tallo con hojas, pero es realmente llenas o superpuestas vainas y hojas de los tallos de esencialmente basal.

Racimo: Conjunto de frutos que cuelgan de un mismo tallo, especialmente en la vid.

Secado es un método de conservación de alimentos consistente en extraer el agua de estos, lo que evita la proliferación de microorganismos y la putrefacción.