

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial

TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del proyecto:

“DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIOXIDANTE DEL ÁCIDO ASCÓRBICO A DIFERENTES CONCENTRACIONES Y TIEMPO DE MADURACIÓN EN EL BANANO (MUSA CAVENDISH) PARA LA DESHIDRATACIÓN”

Autor: Jessica Verónica Guamangallo Tandalla

Tutor: Ing. Paúl Ricaurte Mgs.

Riobamba – Ecuador

Año 2018

REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: "Determinación del efecto antioxidante del ácido ascórbico a diferentes concentraciones y tiempo de maduración en el banano (musa cavendish) para la deshidratación.", presentado por Jessica Verónica Guamangallo Tandalla y dirigida por: Msc. Paúl Ricaurte.

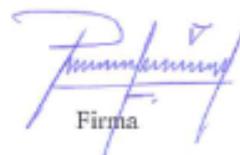
Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Sonia Rodas
Presidente del Tribunal


Firma

Ing. Paúl Ricaurte Mgs.
Director del Proyecto de Investigación


Firma

Ing. Julio Palmay
Miembro del Tribunal


Firma

Ing. Cristina Almeida
Miembro del Tribunal


Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

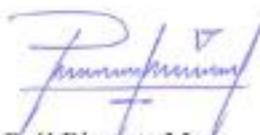
La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Jessica Verónica Guamangallo Tandalla y del Director del Proyecto: Ing. Paúl Ricaurte, incluyendo todas las tablas y figuras que se encuentran en este trabajo excepto las que contienen su propia fuente y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Jessica Verónica Guamangallo Tandalla

C.I. 185009768-2

Autor del Proyecto



Ing. Paúl Ricaurte Mgs.

C.I.060143675-1

Director del Proyecto de Investigación

DEDICATORIA

Fruto de lo que soy y de lo que llegaré a ser, se debe a lo que ustedes han forjado en mí. Su apoyo, compañía y amor me han permitido culminar una etapa más en mi vida.

Dedico este trabajo de investigación primeramente a Dios, porque él me dio la vida, él me ilumina, es quien me escucha y me cuida donde sea que esté, él me dio el privilegio de tener a mi familia, ya que ellos son el motor de mi vida.

Quiero dedicarles a mis padres Fausto y Sonia ya que ellos con su constante sacrificio me sacaron adelante, me impulsaron a ser mejor en todo, me enseñaron los mejores valores, gracias a ellos ahora cumplo una meta más en mi vida, lo cual me hace sentir orgullosa de tenerlos conmigo en todo momento y en cada paso que doy.

Jessica Verónica Guamangallo Tandalla

AGRADECIMIENTO

Este trabajo que es el fruto de esfuerzo y horas de dedicación por medio del cual agradezco a Dios quien me otorgó el milagro de la vida, él que siempre me ha dado su respaldo, proveyéndome en cada instante de fortaleza para continuar ante cualquier adversidad.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de prepararme como profesional y en la cual he forjado mis conocimientos día a día.

Agradezco a mis padres, hermanos y a todas las personas de corazón noble y bueno que siempre han estado junto a mí y me han dado su cariño, su apoyo y sus consejos para salir adelante.

A mis amigos y compañeros que siempre me han apoyado y con los cuales he compartido muchas cosas, les agradezco por la paciencia, por compartir tristezas y alegrías a mi lado, por compartir sus conocimientos conmigo cuando más he necesitado, por brindarme su amistad sincera sin interés alguno.

A mis profesores, por brindarme siempre su tiempo y sus conocimientos, que me han servido de mucho para culminar así mi carrera, en especial quiero agradecerle a los miembros de mi tribunal, los ingenieros Paúl Ricaurte, Cristina Almeida y Julio Palmay y a la ingeniera María Fernanda Rojas, ya que ellos estuvieron conmigo guiándome, ayudándome, enseñándome y dándome aliento para seguir adelante.

Jessica Verónica Guamangallo Tandalla

ÍNDICE

REVISIÓN DEL TRIBUNAL	2
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	9
ÍNDICE DE GRÁFICOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
1.INTRODUCCIÓN.....	12
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo general	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3. ESTADO DEL ARTE RELACIONADO A LA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN	14
3.1 MARCO TEÓRICO	15
3.1.1 Banano.....	15
3.1.2 Madurez del banano.....	16
3.1.3 Pardeamiento enzimático.....	17
3.1.4 Ácido ascórbico	17
3.1.5 Conservadores de alimentos	18
3.1.6 Conservación de Alimentos.....	18
3.6.1 ¿Que es La Deshidratación?	18
3.6.2. Proceso de Deshidratación.....	18
4. METODOLOGÍA.....	20

4.1. Tipo de estudio	20
4.2. Muestreo	20
4.3. Procedimientos	21
4.3.1 Análisis de la materia prima	21
4.4 Procesamiento y análisis.....	21
4.4.1 Preparación de la muestra.....	21
4.4.2 Descripción para el proceso de deshidratación del banano	22
4.4.3 Análisis fisicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos del producto final ...	24
4.5 Análisis sensorial.....	25
4.6 Análisis Estadístico	25
5. RESULTADOS	26
5.1 Análisis fisicoquímicos y bromatológicos de la materia prima.....	26
5.1.1 Análisis fisicoquímicos de la materia prima	26
5.1.2 Análisis bromatológicos de la materia prima	27
5.1.3 Análisis físicos de los tres tratamientos en las tres etapas de maduración del banano	28
5.1.4 Análisis colorimétricos de los tres tratamientos en las tres etapas de maduración.	29
5.1.5 Selección del mejor tratamiento	31
5.2 Análisis fisicoquímicos y bromatológicos del banano deshidratado con 500 ppm de ácido ascórbico en la etapa de maduración amarillo con punta verde y banano fresco. 31	
5.2.1 Comparación entre los análisis fisicoquímicos del banano deshidratado con 500 ppm de ácido ascórbico en la etapa de maduración amarillo con punta verde y banano fresco.	31
5.2.2 Comparación entre los análisis bromatológicos del banano deshidratado con 500 ppm de ácido ascórbico en la etapa de maduración amarillo con punta verde y banano fresco.	32
5.3 Análisis microbiológicos de los tres tratamientos de ácido ascórbico en las tres etapas de maduración del banano	32

5.4 Análisis sensorial comparativo de la muestra testigo y el banano deshidratado 0,5g de ácido ascórbico en la etapa de maduración amarillo con punta verde.....	33
6. DISCUSIONES	35
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
7.1 Conclusiones.....	39
7.2 Recomendaciones	39
8. BIBLIOGRAFÍA	40
9. ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Escala de maduración Von Loesecke	16
Tabla 2 Técnicas de estudio.....	21
Tabla 3 Interpretación y escala de los parámetros de color.....	24
Tabla 4 Requisitos microbiológicos para productos deshidratados.....	25
Tabla 5 Valores medios y desviación estándar de los análisis fisicoquímicos del banano fresco	26
Tabla 6 Valores medios y desviación estándar de los análisis bromatológicos del banano fresco	27
Tabla 7 Valores medios y desviación estándar de los análisis fisicoquímicos de los tres tratamientos del banano deshidratado en la etapa de maduración más amarillo que verde	28
Tabla 8 Valores medios y desviación estándar de los análisis físicos de los tres tratamientos del banano deshidratado en la etapa de maduración amarillo con punta verde	28
Tabla 9 Valores medios y desviación estándar de los análisis físicos de los tres tratamientos del banano deshidratado en la etapa de maduración totalmente amarillo..	29
Tabla 10 Parámetros de color de las tres etapas de maduración del banano fresco	30
Tabla 11 Valores medios y desviación estándar de los análisis de color de las tres etapas de maduración con los tres tratamientos de ácido ascórbico en el banano deshidratado	30
Tabla 12 Valores medios y desviación estándar de los análisis fisicoquímicos del banano fresco vs banano deshidratado.....	31

Tabla 13 Valores medios y desviación estándar de los análisis bromatológicos del banano fresco vs banano deshidratado	32
Tabla 14 UFC/g E.coli, mohos y levaduras a los tres tratamientos.....	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Etapas de maduración estudiadas	43
Ilustración 2 Muestras sumergidas en solución de ácido ascórbico y agua.....	43
Ilustración 3 Bananos deshidratados.....	43
Ilustración 4 Análisis Microbiológicos E. coli.....	44
Ilustración 5 Determinación de Mohos y Levaduras	44
Ilustración 6 Análisis sensorial	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

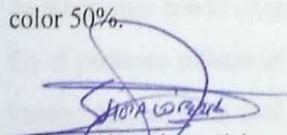
Gráfico 1 Diagrama de flujo para la elaboración de banano deshidratado	23
Gráfico 2 Análisis sensoriales de la muestra patrón y la muestra deshidratada 500 ppm de ácido ascórbico	34
Gráfico 3 Encuesta para el análisis sensorial del producto	45

RESUMEN

Las frutas son alimentos ampliamente consumidos en el mundo entero y su conservación es necesaria. Debido a esto se emplean diversas técnicas para su conservación, siendo la deshidratación por aire caliente una de las más utilizadas, reduciendo la actividad de agua a un nivel en que los microorganismos no se puedan desarrollar. En este estudio se utilizó el ácido ascórbico como un antioxidante natural, el mismo que permita conservar tanto las propiedades fisicoquímicas como bromatológicas del banano deshidratado, determinando el efecto antioxidante del ácido ascórbico en diferentes concentraciones y tiempo de maduración en el de banano (*Musa cavendish*) para ser deshidratado. Se realizaron los análisis fisicoquímicos y bromatológicos de las tres etapas de maduración del banano fresco (más amarillo que verde, amarillo con punta verde y totalmente amarillo) para determinar el banano que tiene mejores propiedades nutricionales y realizar la inmersión de 10 minutos en una solución de ácido ascórbico con diferentes concentraciones (500ppm, 250 ppm y 100 ppm) para deshidratar a una temperatura de 60°C por 8 horas y realizar los análisis fisicoquímicos de los tres tratamientos en las tres etapas de maduración y determinar el mejor tratamiento. Para corroborar la selección del mejor tratamiento se realizó el análisis de color a todos los tratamientos mediante la escala de color CIELab. Además se realizaron los análisis microbiológicos de todos los tratamientos de acuerdo a lo establecido en la norma INEN 2996 y se encontró que a nivel microbiológico el banano no presentó ningún tipo de contaminación al inicio ni durante el desarrollo del proyecto. También se realizaron los análisis fisicoquímicos y bromatológicos del mejor tratamiento del banano deshidratado para compararlos con los resultados de los análisis del banano fresco de la etapa de maduración amarillo con punta verde. Finalmente se realizó un análisis organoléptico del banano deshidratado a un grupo de panelistas no entrenados para conocer la aceptación del producto en los atributos de textura, olor, color y sabor. Como resultados más relevantes se observó que hubo diferencias estadísticamente significativas entre el banano fresco y el banano deshidratado en cuanto a la calidad nutricional. Se encontraron variaciones en las características organolépticas principalmente en el cambio de color obteniendo un valor de luminosidad (L) 45.7167 el mismo que es el que más se aproxima a los parámetros de color del banano fresco amarillo con punta verde que es de 75,5 L (luminosidad). En conclusión, el ácido ascórbico influye en la calidad nutricional del banano, siendo aceptado por los consumidores en los parámetros de textura 50%, olor 60%, sabor 60% y color 50%.

ABSTRACT

Fruit is widely consumed throughout the world and its conservation is necessary. Due to this several techniques are used for its conservation, being dehydration by hot air one of the most used, reducing the activity of water to a level where microorganisms can't develop. In this study the ascorbic acid was used as a natural antioxidant, which allows preserving both the physicochemical and bromatological properties of dehydrated bananas. The physicochemical and bromatological analyzes of the three stages of maturation of the fresh banana (more yellow than green, yellow with green tip and totally yellow) were carried out to determine the banana that has better nutritional properties and to make the immersion of 10 minutes in a solution of Ascorbic acid with different concentrations (500 ppm, 250 ppm and 100 ppm) to dehydrate at a temperature of 60 ° C for 8 hours and perform the physicochemical analysis of the three treatments in the three stages of maturation and determine the best treatment. In order to corroborate the selection of the best treatment, the color analysis was performed on all treatments using the CIELab color scale. The microbiological analyzes of all the treatments were carried out according to what was established in the INEN 2996 standard and it was found that at the microbiological level, the banana did not present any type of contamination at the beginning or during the development of the project. Also physic-chemical and bromatological analyzes of the best treatment of dehydrated bananas were also carried out to compare them with the results of the analysis of fresh banana from the yellow-ripened stage with green tip. Finally, an organoleptic analysis of the dehydrated banana was carried out to a group of untrained panelists to know the acceptance of the product in the attributes of texture, smell, color and flavor. As the most relevant results, it was observed that there were statistically significant differences between fresh bananas and dehydrated bananas in terms of nutritional quality. Variations were found in the organoleptic characteristics, mainly in the color change, obtaining a brightness value (L) 45.7167 which is the one that most closely approximates the color parameters of fresh yellow banana with a green tip that is 75.5 L (brightness). In conclusion, the ascorbic acid influences the nutritional quality of the banana, being accepted by the consumers in the parameters of texture 50%, odor 60%, flavor 60% and color 50%.


Reviewed by: López, Ligia
LANGUAGE CENTER TEACHER



1. INTRODUCCIÓN

Tovar (2013) afirma que Ecuador es uno de los mayores productores de banano y el primer exportador de este rubro del mundo ya que el banano es un alimento muy importante y su consumo satisface las necesidades de nutrientes esenciales de los consumidores en cantidades significativas como carbohidratos y minerales, especialmente el potasio y aporte de fibra, cuyos efectos benéficos en la dieta humana toman mayor importancia cada día. Campusano (2014) establece que el banano es una fruta muy perecible, ya que la vida poscosecha del banano madurado no es muy larga, por ser una fruta climatérica tiende a seguir madurando por ello es necesario transformarla a estados más estables para prolongar su conservación. Uno de los procesos más sencillos y eficientes de realizar es la deshidratación lo que obliga a que en nuestro país contemos con tecnología apropiada, que permita que los bananos que no pueden ser exportados sean utilizados para consumo o procesamiento nacional (Mejía, 2015).

Para preservar las frutas y verduras se han empleado varias tecnologías a escala industrial, entre las cuales está la deshidratación con aire caliente (Hernández et al., 2010). Esta técnica da lugar a productos deshidratados con una larga vida de anaquel; sin embargo, este proceso también impacta significativamente en la calidad de los alimentos, debido a los prolongados periodos de deshidratación y a las altas temperaturas utilizadas. La calidad de un producto deshidratado convencional es similar a la del producto fresco del que proviene, con un impacto en el color, la textura y otras características (Askari et al., 2009).

Coello (2015) establece que el ácido ascórbico, es el aditivo más utilizado en la industria, se presenta como un polvo blanco ligeramente amarillento, casi inodoro, y de gusto ácido; utilizado como aditivo alimentario es un producto obtenido a partir de derivados de la glucosa, que son fermentados por bacterias acéticas, es un potente agente reductor, capaz de reaccionar con el oxígeno, y utilizable por lo tanto como antioxidante.

En el presente trabajo se buscó la cantidad de antioxidante y etapa de maduración del banano óptimo en la cual podría realizarse la deshidratación y aprovechar el banano que no es de exportación, elaborando un producto deshidratado adicionado ácido ascórbico como antioxidante el cual además de evitar el empardeamiento enzimático del banano aporta grandes beneficios a la salud de las personas, también se busca que la pérdida de nutrientes sea mínima, por ello se evaluaron los cambios fisicoquímicos y bromatológicos ocurridos durante dicho proceso.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Determinar el efecto antioxidante del ácido ascórbico en diferentes concentraciones y tiempo de maduración en el de banano (*Musa cavendish*) para ser deshidratado.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la mejor etapa de maduración del banano, la cantidad óptima de ácido ascórbico y tiempo de sumergimiento en el mismo para evitar el empardeamiento enzimático del banano.
- Deshidratar las rodajas del banano mediante un deshidratador de bandejas.
- Realizar los análisis fisicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos luego de conocer la etapa de maduración del banano, concentración y tiempo de sumergimiento óptimos del banano en ácido ascórbico.
- Conocer el grado de aceptabilidad del mejor tratamiento mediante el análisis organoléptico ejecutado por un panel de catadores no entrenados.

3. ESTADO DEL ARTE RELACIONADO A LA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

Giraldo (2005) buscó determinar las mejores condiciones de producir rodajas de banano deshidratadas que recuerden las características organolépticas de los bananos frescos, a través de las operaciones de la Impregnación a vacío y el secado con aire caliente. Las rodajas fueron sumergidas en disoluciones de sacarosa (15, 20 y 25 °Brix), luego se les aplicó un pulso a vacío (50 mbar) durante 15 minutos. Las muestras impregnadas se sometieron a secado con aire caliente a 35°C durante 6 horas. Las muestras en estado fresco, las impregnadas a vacío y las secadas con aire caliente se les determinó la masa, la humedad y los sólidos solubles, datos que en los análisis sirvieron para detectar que el mejor tratamiento en cuanto a calidad fue el que se realizó con frutos entre 17 y 19°Brix de maduración en una la solución de 20°Brix.

Campuzano (2014) determinó el efecto del tipo de producción de banano Cavendish en su comportamiento poscosecha. Para ello, las muestras en etapa uno (verde y rígido) se sumergieron en una solución de Cerone con una concentración aproximada de 2000 ppm para almacenarlas dentro de una cámara fría a 21°C ± 1. Se determinó en cada etapa, los análisis y humedad en la cáscara y en la pulpa, firmeza y tiempo de maduración. Los resultados muestran que no existe diferencia significativa ($p > 0.03$) entre los promedios de las variables analizadas al finalizar el proceso de maduración, excepto en el tiempo de maduración ($p \leq 0.1$).

Guzmán (2013) realizó un azufrado que consiste en utilizar soluciones de diferentes concentraciones de bisulfito de sodio (0.5-2.0% NaHSOs) y metabisulfito de sodio (0.5-1.5% NaMS), en las cuales se sumergió el banano durante distintos períodos de tiempo (0.5-10 minutos). Concluyendo que las siguientes condiciones óptimas para la deshidratación de banano son: madurez del banano en la etapa "6" correspondiente a un 20% de azúcares totales; en cuanto al azufrado, por inmersión del banano en una solución de metabisulfito de Sodio, al 1% durante 5 minutos.

Casallas (2010) confirmó que la levadura *Candida guilliermondii*, tiene la capacidad de deshidratar el banano maduro. Se analizaron rodajas de banano maduro con tres tratamientos: Por inmersión durante 10 minutos en agua, con levadura durante el mismo tiempo y al aire libre. La levadura fue capaz de acelerar la pérdida de agua, dando como consecuencia la pérdida de peso (50%) y grosor (23%) en las rodajas de banano que estuvieron en contacto con la levadura frente a los que estuvieron en contacto con agua

(0,25%) o el medio ambiente (0,30%). A nivel fisicoquímico en las rodajas de banano con la levadura se encontraron diferencias en los valores de humedad (26,4%), extracto etéreo (1,1%), fibra cruda (1,21%), cenizas (1 %), proteína (1,37%) y azúcares (69).3.1

3.1 MARCO TEÓRICO

3.1.1 Banano

El banano pertenece a la especie *Musa cavendish* (plátanos comestibles cuando están crudos) y *M. paradisiaca* (plátanos machos o para cocer). Originaria de Asia meridional, siendo conocida en el Mediterráneo desde el año 650. El banano (*Musa spp*), es el principal producto de exportación de muchos países, ya que sustenta gran parte de la economía, por ingreso de divisas. En el Ecuador antes de la explotación petrolera era el primer rubro de ingresos de divisas (Tovar, 2013).

Esta planta se desarrolla en condiciones óptimas en las regiones tropicales, que son húmedas y cálidas. Presenta un crecimiento continuo, cuya inflorescencia aparece cuando se detiene la producción de hojas y raíces. Su velocidad de crecimiento es impresionante, y ese vigor vegetativo solo puede darse bajo condiciones ecológicas apropiadas. La luz, temperatura y reserva de agua son determinantes, así como un buen contenido de nutrimentos (Tovar, 2013).

Ecuador es el primer exportador y uno de los productores de banano más grandes del mundo contando con una experiencia de más de 50 años en la producción y exportación de esta apetecida fruta. Gracias a las condiciones climáticas del país tenemos una oferta de banano permanente durante las 52 semanas del año cumpliendo con los más altos estándares de calidad. El país cuenta con 180.000 hectáreas cultivadas en 9 provincias del Ecuador, de las cuales Los Ríos, El Oro y Guayas son las de mayor importancia, por estos motivos es una de las principales fuentes ingresos del país, en los últimos años el consumo de los derivados del banano en nuestro país se ha convertido en una alternativa para las personas que consumen esta fruta. (Orosco, 2011)

En general la producción agropecuaria enfrenta desafíos cada vez mayores en la búsqueda de alternativas que permitan la práctica de una agricultura acorde a la realidad económica, social y cultural de los países latinoamericanos, constituyen un reto, tanto para los gobiernos, como para quienes en el campo (agricultores y técnicos), se ven enfrentados a las difíciles tareas de producir, sobre todo los alimentos para satisfacer la demanda cada vez mayor de una población creciente. (Tovar, 2013)

3.1.2 Madurez del banano

Durante la maduración, los frutos sufren una sucesión de importantes cambios bioquímicos y fisiológicos que conducen al logro de las características sensoriales óptimas para el consumo. Pueden dividirse en dos etapas: la madurez fisiológica y la madurez organoléptica; cada una con características propias. La madurez fisiológica se refiere a la etapa de desarrollo del banano en la que se ha producido el máximo crecimiento y maduración. En cambio, se considera que adquiere madurez organoléptica, cuando el fruto alcanza su máximo sabor y aroma haciéndolo apto para el consumo. Para que lo logre, debe ser cosechado a partir de su madurez fisiológica. A esta etapa le sigue la senescencia que es considerada como la etapa catalítica o de envejecimiento de la fruta (Ordóñez, 2005).

Durante su crecimiento, el banano presenta una coloración verde, característica de la presencia de clorofila en su estructura. Sin embargo, durante la maduración, debido a variaciones de pH, contenido de fenoles, presencia de oxígeno y acción de clorofilasas, este cambia a amarillo y, posteriormente a café. Desde el punto de vista comercial, el cambio de color es de primordial importancia para determinar el estado de madurez del banano. En 1950, Von Loesecke propuso una escala de siete niveles para describir los cambios observados en la coloración de la cáscara de banano (Bajaña, 2015).

Tabla 1 *Escala de maduración Von Loesecke*

1- Totalmente Verde	
2- Verde con líneas Amarillas	
3- Más Verde que Amarillo	
4- Más Amarillo que Verde	
5- Amarillo con Punta Verde	
6- Todo Amarillo	
7- Amarillo con Áreas Marrones	

Fuente: Von Loesecke, 1950

3.1.3 Pardeamiento enzimático

El pardeamiento enzimático es una reacción de oxidación en la que interviene como sustrato el oxígeno molecular, las principales enzimas implicadas en este proceso son la polifenoloxidasas y la peroxidasa, catalizan la oxidación de fenoles a quinonas, las cuales al reaccionar con proteínas y otros compuestos generan colores pardos y reducen las propiedades sensoriales de textura, color y sabor, disminuyendo la calidad nutricional del alimento (García, 2010).

Uno de los principales objetivos de la industria alimentaria es la prevención o inhibición de este pardeamiento, lo que implica la eliminación del medio de reacción de alguno de los componentes implicados en el proceso, la enzima o los sustratos. Revela Guerrero (2009) que el pardeamiento se puede controlar a través del uso de métodos físicos y químicos, y, en la mayoría de los casos, se emplean ambos. Los métodos físicos incluyen la reducción de temperatura y oxígeno, uso de empaque en atmósferas modificadas o recubrimientos comestibles, tratamiento con irradiación gama o altas presiones. Los métodos químicos utilizan compuestos que inhiban la enzima, eliminan sus sustratos (oxígeno y fenoles) o funcionen como un sustrato preferido.

3.1.4 Ácido ascórbico

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



El ácido ascórbico es un ácido orgánico, con propiedades antioxidantes, se utilizan como los aditivos alimenticios para ayudar a preservar los alimentos. La exposición al oxígeno y la luz del sol son los dos factores principales que causan la oxidación de alimentos, por tanto, este actúa reduciendo y neutralizándolos factores que afectan a la oxidación en los alimentos (Coello, 2015).

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

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

3.1.5 Conservadores de alimentos

Los antioxidantes se utilizan como los aditivos alimenticios para ayudar a preservar los alimentos. La exposición al oxígeno y la luz del sol son los dos factores principales que causan la oxidación de alimentos. Sin embargo, como el oxígeno es también importante para la respiración de la planta, almacenar los materiales de planta en condiciones anaerobias produce sabores y olores desagradables (Coello, 2015).

3.1.6 Conservación de Alimentos.

La necesidad de conservar los alimentos es tan antigua como el ser humano. Se pasaba por períodos de escasez y de abundancia sin poder controlarlos. En general los alimentos son perecederos, por lo que necesitan ciertas condiciones de tratamiento, conservación y manipulación. Su principal causa de deterioro es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). Esto tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes como para distribuidores y consumidores. El secado de alimentos es uno de los procesos comerciales más usados en la conservación de productos agropecuarios, sin que ellos pierdan mucho sus propiedades nutricionales en el caso del banano, se escoge la fruta con la madurez adecuada (Giraldo, 2015).

3.6.1 ¿Que es La Deshidratación?

Consiste en eliminar al máximo el agua que contiene el alimento, bien de una forma natural o bien por la acción de la mano del hombre en la que se ejecuta la transformación por desecación simple al sol o por medio de una corriente a gran velocidad de aire caliente (Wais, 2011).

3.6.2. Proceso de Deshidratación.

Según Cevallos (2012) la deshidratación es una de las técnicas más antiguas y más utilizadas en la conservación de frutas y verduras debido a su amplio consumo, y producción restringida a ciertas temporadas del año y a su alto contenido de humedad.

La deshidratación por aire caliente es la técnica más utilizada para conservar este tipo de alimentos. La calidad de las frutas y verduras deshidratadas se puede medir por la conservación y estabilidad de sus propiedades químicas y físicas durante el proceso de secado. Para obtener frutas y verduras deshidratadas de alta calidad, es necesario minimizar los tiempos de exposición a altas temperaturas de secado, así como utilizar

temperaturas y velocidades de aire bajas de forma que se eviten reacciones químicas de degradación de compuestos que a su vez repercuten en cambios físicos indeseables en los productos. Es muy importante tomar en cuenta que el uso de bajas temperaturas y velocidades de aire puede ocasionar una activación o aceleración de reacciones indeseadas como reacciones enzimáticas o crecimiento microbiano, por lo que es de suma importancia el estudio de las condiciones adecuadas de deshidratación para llegar a un equilibrio donde se puedan obtener productos estables y de alta calidad, dependiendo de las propiedades que se necesiten mantener y la naturaleza del alimento (Della, 2013).

En la industria alimenticia se conocen dos procesos de extracción del agua de los alimentos, el primero se conoce como producto deshidratado el cual no contiene más del 2.5% de agua, el segundo se conoce como producto seco en el que se ha eliminado agua pero contiene más del 2.5% de agua (Guzmán, 2013).

El propósito u objeto primordial en los procesos de deshidratación de alimentos es detener la proliferación de microorganismos y la mayoría de reacciones químicas y enzimáticas que alteran su composición, ya que la actividad del agua se reduce al mínimo. En realidad no es posible detener estas acciones pero si se consigue retrasarlas por un largo periodo de tiempo (Caicedo, 2008).

Físicamente en la deshidratación o eliminación de agua de un alimento húmedo, la extracción de esta es hecha en forma de vapor, aquí ocurre un fenómeno de transferencia de materia, pero para hacer posible esa transferencia es necesario tener un aporte de energía para pasar el agua de líquido a vapor, esto se consigue por el fenómeno de transferencia de calor, a partir de estos dos fenómenos se realiza el análisis y desarrollo de la deshidratación del alimento para perfeccionar el sistema de secado (Campo, 2007).

4. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de estudio

La investigación recopiló información de forma cualitativa y cuantitativa ya que se desarrollaron análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de diferentes muestras de banano deshidratado, con el fin de correlacionar estos parámetros a la aceptación del producto final.

Es cuantitativa ya que se pretende obtener resultados medibles mediante un análisis estadístico; es cualitativa ya que se analizará el nivel de aceptación del producto final mediante un análisis sensorial a un grupo de catadores no entrenados.

Es experimental ya que se analizará la capacidad antioxidante del ácido ascórbico en diferentes concentraciones y el tiempo de maduración del banano (*Musa cavendish*).

4.2. Muestreo

Se seleccionó 3 kilos de cada etapa de maduración del banano variedad *Musa cavendish* adquiridos del mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba, los mismos que se distribuyeron en muestras de 1000 g para cada tratamiento y etapa de maduración del banano según la escala de Von Loesecke.

El antioxidante que se utilizó para el desarrollo de la investigación fue el ácido ascórbico en polvo; para la deshidratación del fruto se utilizó un deshidratador de bandejas marca NOVATECH de la escuela de Ingeniería Industrial.

A cada etapa de maduración del banano seleccionada se le aplicó tres tratamientos de ácido ascórbico de la siguiente manera:

- Banano más amarillo que verde (500 ppm, 250 ppm, 100 ppm)
- Amarillo con puntas Verdes (500 ppm, 250 ppm, 100 ppm)
- Totalmente Amarillo (500 ppm, 250 ppm, 100 ppm)

4.3. Procedimientos

4.3.1 Análisis de la materia prima

Los análisis que se realizaron a la materia prima fueron

Tabla 2 *Técnicas de estudio*

CONTROL DE CALIDAD BROMATOLÓGICO DE LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO FINAL	
Humedad	NTE INEN-ISO 8851-1:2013 en una estufa Memmert
Cenizas	NTE INEN-ISO 2171:2013 equipo Mufla marca Thermo Scientific
Proteína	Método Kjeldahl
Extracto etéreo (Grasa)	Método de Soxhlet
Fibra	Método de Kennedy equipo de reflujo Novatech
CONTROL DE CALIDAD FISICOQUÍMICO DE LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO FINAL	
Azúcar (°Brix)	AOAC (1990) 932.12 Refractómetro modelo Vee Gee BX-3 escala de 0-32% a temperatura ambiente
pH	Método AOAC (1990) 981.12. Potenciómetro modelo Milwaukee
Acidez Titulable	Método AOAC (1990) 22.070 volumétricamente con NaOH 0.1N

Elaborado por: Jessica Guamangallo

4.4 Procesamiento y análisis

4.4.1 Preparación de la muestra

Se lavó el banano con agua potable con la finalidad de eliminar todo tipo de impurezas y evitar la contaminación del producto, luego se procedió a pelar y cortar en rodajas de 2,5 mm de espesor. Se aplicó tres soluciones de ácido ascórbico con diferentes concentraciones (500 ppm, 250 ppm, 100 ppm) a las tres etapas de maduración con dos tiempos de sumergimiento (10 y 15 minutos) para posteriormente deshidratarlos en un deshidratador de bandejas a 60°C por 8 horas y realizar los análisis microbiológicos establecidos por la norma INEN 2996 de productos deshidratados.

4.4.2 Descripción para el proceso de deshidratación del banano

1. Selección: Se realizó la selección de las tres etapas de maduración del banano que estuvieron en estudio, se eliminaron aquellos que presentaban síntomas de contaminación por insectos o microorganismos. Tampoco se usaron frutas dañadas con golpes porque las regiones afectadas podían originar cambios de color en el secado.

2. Lavado: El lavado se realizó con agua potable, este proceso se lo realizó con el fin de eliminar materiales extraños, los cuales vienen adheridos al producto después de haber sido cosechados.

3. Pelado: El pelado se lo realizó de forma manual.

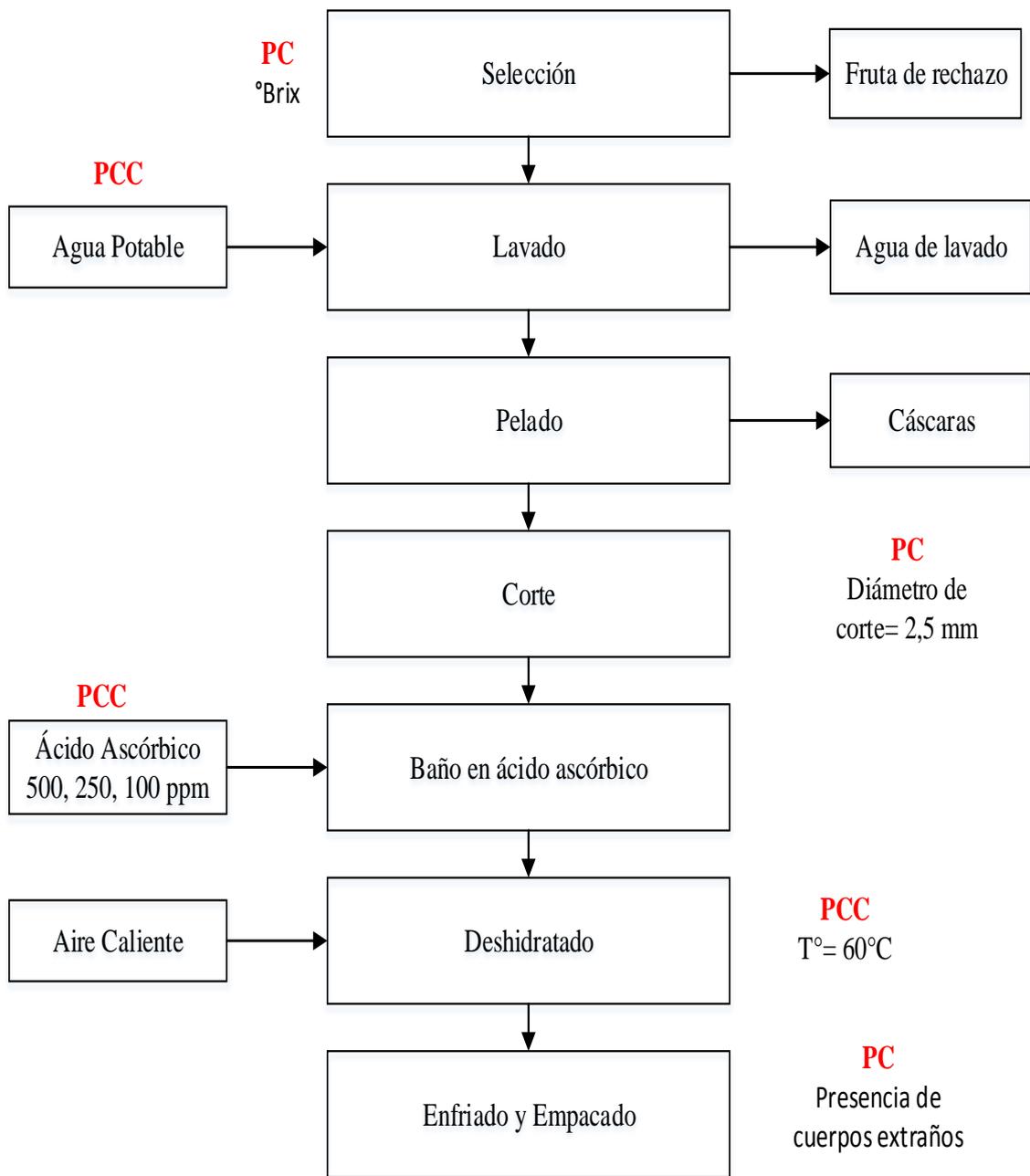
4. Corte: El corte se lo realizó de forma manual en rodajas de 2,5 mm de espesor.

5. Baño en ácido ascórbico: Este es un tratamiento antioxidante, para prevenir el oscurecimiento del banano. Para evitar este fenómeno se empleó una solución de ácido ascórbico con diferentes concentraciones 500 ppm, 250 ppm, 100 ppm en 1 L de agua y tiempo de sumergimiento (5 y 10 min.), con los cual se les dio un baño al banano.

6. Secado o deshidratado del banano: Este proceso de deshidratación se lo realizó con aire caliente en un deshidratador de bandejas a 60°C por 8 horas. La operación de secado termina cuando el deshidratado alcanza la humedad deseada.

7. Enfriado y empacado: Luego de deshidratar el banano se sacó del deshidratador y se dejó enfriar a temperatura ambiente para evitar la proliferación de microorganismos en el empaque.

Gráfico 1 Diagrama de flujo para la elaboración de banana deshidratado



Elaborado por: Jessica Guamangallo

4.4.3 Análisis fisicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos del producto final

4.4.3.1 Análisis fisicoquímicos y bromatológicos

Al producto elaborado se lo analizó siguiendo las mismas técnicas que las utilizadas para banano fresco como son acidez, pH, °Brix, proteína, grasa, fibra, humedad y cenizas comparando las mismas con la norma y con estudios similares.

4.4.3.2 Análisis colorimétricos de los tres tratamientos en las tres etapas de maduración del banano

Para la medición de color se utilizó un colorímetro de marca KONICA - MINOLTA CM-700D/CM – 600D. Este análisis se determinó mediante la escala de color CIELab. Esta escala de color es recomendada para usos industriales debido a su fácil interpretación, como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 3 Interpretación y escala de los parámetros de color

Parámetro	Interpretación	Escala
L *	Designa brillantez o luminosidad	100 = blanco 0 = negro
a *	Indica que tan rojo o verde es el alimento	Positivo = rojo Negativo = verde
b *	Indica que tan amarillo o azul es el alimento	Positivo = amarillo Negativo = azul

Fuente: (Padrón, 2010).

4.4.3.2 Análisis microbiológicos

Basándonos en la norma INEN 2996 en los requisitos microbiológicos indica, que el producto debe estar exento de microorganismos capaces de desarrollarse en condiciones normales de almacenamiento. No debe contener ninguna sustancia tóxica originada por microorganismos, por lo tanto debe haber ausencia total de *Escherichia coli* y Mohos y levaduras 2 UFC/g como máximo para identificar un nivel aceptable de calidad (NTE INEN 2996, 2015).

Tabla 4 *Requisitos microbiológicos para productos deshidratados*

Requisitos	Unidad	n	m	M	c	Método de ensayo
Escherichia coli	NMP/g	5	10	5×10^2	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras	UFC/g	5	1.0×10^2	1.0×10^3	2	NTE INEN 1529-10
*Se podrán utilizar métodos validados para la determinación de estos requisitos						

Fuente: NTE INEN 2996, 2015

4.5 Análisis sensorial

Para el análisis sensorial se utilizó la prueba escalar de control donde Hernández (2012) indica que se necesita como mínimo 10 panelistas para que la prueba tenga credibilidad, la misma que consiste en que los panelistas miden la diferencia entre una muestra control y una o más muestras problema, utilizando una escala para determinar una característica específica del producto alimenticio como textura, color, olor y sabor; por lo tanto de la carrera de Ingeniería Agroindustrial se seleccionó un grupo 10 de panelistas no entrenados de octavo semestre con una edad comprendida entre 20 y 27 años. Para ello se tomaron dos muestras, las cuales son la muestra testigo (banano sin tratamiento) y el banano deshidratado (500 ppm ascórbico en banano con punta verde).

4.6 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se realizó una Anova en el programa estadístico SPSS versión 23, realizándose un análisis de varianza y prueba de diferencia mínima significativa de Tukey, se consideró un nivel de confianza del 95 %, es decir un nivel de significación igual a 0,05 (5%). Comparando diferencias en cada una de las etapas de maduración (4, 5 y 6), de la misma manera las diferencias entre banano fresco y deshidratado.

Con los datos obtenidos del mejor tratamiento de banano deshidratado se realizó una ANOVA para determinar la existencia de diferencias significativas entre el banano fresco y el banano deshidratado con relación a sus propiedades nutricionales.

5. RESULTADOS

5.1 Análisis fisicoquímicos y bromatológicos de la materia prima

5.1.1 Análisis fisicoquímicos de la materia prima

En la Tabla 5 se muestran los valores medios y la desviación estándar de los análisis fisicoquímicos del banano fresco (*Musa Cavendish*) entre las tres etapas de maduración.

Tabla 5 Valores medios y desviación estándar de los análisis fisicoquímicos del banano fresco

Etapas de maduración	Azúcar (°Brix)	pH	Acidez %
Banano más amarillo que verde	21,67 ± 0,667 ^a	4,7233 ± 0,1362 ^a	0,1769 ± 0,0034 ^a
Banano con punta verde	24 ± 0,000 ^b	5,0533 ± 0,0260 ^b	0,1584 ± 0,0134 ^b
Banano amarillo completamente	26 ± 0,000 ^b	5,1133 ± 0,0033 ^{ab}	0,1311 ± 0,0040 ^{ab}

^{a-b} Medias en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$).
Elaborado por: Jessica Guamangallo

En la Tabla 5 se observa que la concentración de azúcar en la etapa de maduración más amarillo que verde es menor en comparación con las siguientes etapas, ya que el dulzor del banano se incrementa según va madurando la fruta por efecto del etileno que es la hormona de maduración de las frutas. De la misma manera con el pH, en la etapa de maduración más amarillo que verde se observa que es de 4,7233 y según va madurando la fruta la acidez va disminuyendo haciendo más apetecible para quienes lo consumen. Con un nivel de confianza del 95% la interacción entre el tiempo de maduración y el contenido de sólidos solubles es significativa ($0,001 < 0,05$) ya que el dulzor del banano se va incrementando conforme va madurando la fruta.

En cuanto a la interacción entre el tiempo de maduración y el pH es significativa ($p < 0,05$) ya que el mismo está relacionado con el tiempo de maduración, mientras el banano sigue madurando el pH va aumentando.

Con respecto al contenido porcentual del ácido málico presente en el banano también es significativa ($p < 0,05$) ya que se observa una disminución progresiva de la acidez mientras va madurando la fruta la acidez va disminuyendo, misma que influye en el aroma y sabor de la fruta.

5.1.2 Análisis bromatológicos de la materia prima

En la Tabla 6 se muestran los valores medios y la desviación estándar de los análisis bromatológicos del banano fresco (*Musa Cavendish*) entre las tres etapas de maduración.

Tabla 6 Valores medios y desviación estándar de los análisis bromatológicos del banano fresco

Parámetros	Banano más amarillo que verde	Banano amarillo con punta verde	Banano amarillo completamente
Proteína	1,0956 ± 0,00579 ^a	1,8179 ± 0,0304 ^b	1,0484 ± 0,0227 ^c
Grasa	0,7723 ± 0,0546 ^a	1,3428 ± 0,0568 ^a	1,4026 ± 0,0109 ^b
Fibra	3,2819 ± 0,2334 ^a	3,0898 ± 0,0011 ^b	2,6327 ± 0,0333 ^c
Humedad	3,0909 ± 0,0849 ^a	4,2003 ± 0,0867 ^a	4,4354 ± 0,0260 ^b
Cenizas	1,1708 ± 0,1523 ^a	1,7327 ± 0,0562 ^b	2,5231 ± 0,0366 ^b
ELN	9,4116 ± 0,5309 ^a	12,1836 ± 0,2286 ^b	12,0422 ± 0,0988 ^{ab}

^{a-c} Medias en la misma fila con diferente superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$).

Elaborado por: Jessica Guamangallo

En la Tabla 6 se observa que la cantidad de proteína en la etapa de maduración amarillo con punta verde es mayor que en las otras etapas, lo cual resulta óptimo para el consumo, en cuanto a la grasa, la etapa de maduración que menor cantidad tiene es la etapa más amarillo que verde mientras que la etapa amarillo completamente contiene mayor cantidad de grasa y la etapa amarillo con punta verde es la que posee una cantidad de grasa promedio. En cuanto a la cantidad de fibra la etapa de maduración amarillo con punta verde es menor en comparación con las otras etapas; la humedad en la etapa de maduración amarillo totalmente es más alta en comparación con las otras etapas ya que el banano está llegando a su punto máximo de maduración incrementando su humedad y el contenido de agua en la pulpa aumenta por el movimiento osmótico del agua de la cáscara hacia la pulpa; en cuanto a los minerales y ELN hay más presencia de los mismos en la etapa de maduración amarillo con punta verde.

En la misma tabla se puede observar que en los análisis bromatológicos los resultados son significativos en el análisis de varianza ($p < 0,05$) con un 95% de confianza, por lo tanto las etapas de maduración del banano si influyen en la calidad nutricional de la fruta.

5.1.3 Análisis físicos de los tres tratamientos en las tres etapas de maduración del banano

Banano más amarillo que verde

En la Tabla 7 se muestran los valores medios y la desviación estándar de los análisis fisicoquímicos entre los tres tratamientos.

Tabla 7 Valores medios y desviación estándar de los análisis fisicoquímicos de los tres tratamientos del banano deshidratado en la etapa de maduración más amarillo que verde

Tratamientos (ppm)	pH	Acidez	°Brix
500	5,6267 ± 0,0153 ^a	0,0501 ± 0,0004 ^a	23,67 ± 0,577 ^a
250	5,7533 ± 0,0058 ^b	0,0509 ± 0,0000 ^a	24 ± 0,0000 ^b
100	5,4367 ± 0,0116 ^a	0,0436 ± 0,0000 ^a	23 ± 0,0000 ^b

^{a-b} Medias en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$).
Elaborado por: Jessica Guamangallo

En la Tabla 7 se puede observar que en el parámetro de pH existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el tratamiento con 500 ppm y el tratamiento con 250 ppm de ácido ascórbico, es decir este antioxidante si influye en la calidad de este parámetro nutricional. En cuanto al parámetro de acidez no existen diferencias significativas entre los tres tratamientos, finalmente existen diferencias estadísticas significativas en los °Brix entre el tratamiento con 500 ppm y los tratamientos con 250 ppm y 100 ppm de ácido ascórbico.

Banano amarillo con punta verde

En la Tabla 8 se muestran los valores medios y desviación estándar de los análisis fisicoquímicos entre los tres tratamientos de esta etapa de maduración del banano.

Tabla 8 Valores medios y desviación estándar de los análisis físicos de los tres tratamientos del banano deshidratado en la etapa de maduración amarillo con punta verde

Tratamientos (ppm)	pH	Acidez	°Brix
500	5,8267 ± 0,0058 ^a	0,0359 ± 0,0004 ^a	23 ± 0,000 ^a
250	5,6333 ± 0,0058 ^a	0,0369 ± 0,000 ^a	23 ± 0,000 ^a
100	5,8733 ± 0,0112 ^b	0,0384 ± 0,0008 ^b	23 ± 0,000 ^a

^{a-b} Medias en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$).
Elaborado por: Jessica Guamangallo

En la Tabla 8 se observa que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) ente entre los tres tratamientos en el parámetro de pH en la concentración de 250 ppm de ácido ascórbico siendo menor que en las concentraciones de 500 y 100 ppm. En cuanto a la acidez, la concentración de 100 ppm de ácido ascórbico es alta en comparación con las otras concentraciones, es decir el ácido ascórbico sí influye en la calidad de estos parámetros nutricionales. Mientras que en el parámetro de sólidos totales no existe diferencia significativa entre los tres tratamientos lo cual hace que el producto sea apetecible para el consumidor ya que el antioxidante hace que se conserve el dulzor de la fruta.

Banano totalmente amarillo

En la Tabla 9 se muestran los valores medios y desviación estándar de los análisis fisicoquímicos entre los tres tratamientos en esta etapa de maduración del banano.

Tabla 9 *Valores medios y desviación estándar de los análisis físicos de los tres tratamientos del banano deshidratado en la etapa de maduración totalmente amarillo*

Tratamientos (ppm)	pH	Acidez	°Brix
500	5,6300 ± 0,0173 ^a	0,0353 ± 0,0003 ^a	24 ± 0,000 ^a
250	5,4300 ± 0,000 ^b	0,0364 ± 0,0004 ^a	23 ± 0,000 ^a
100	5,8733 ± 0,0116 ^a	0,0282 ± 0,000 ^b	23 ± 0,000 ^a

^{a-b} Medias en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$).
Elaborado por: Jessica Guamangallo

En la Tabla 9 se observa que el pH del banano en esta etapa de maduración y con la concentración de 100 ppm de ácido ascórbico es alto en comparación con las demás concentraciones por lo tanto existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tres tratamientos, en cuanto a la acidez la misma es baja en la concentración 100 ppm de ácido ascórbico existiendo diferencias significativas entre los tratamientos, mientras que en los parámetros de solidos solubles no existen diferencias estadísticas significativas, es decir el ácido ascórbico no afecta al dulzor de la fruta.

5.1.4 Análisis colorimétricos de los tres tratamientos en las tres etapas de maduración.

En la Tabla 10 se muestran los valores de los parámetros de color del banano fresco en las tres etapas de maduración.

Tabla 10 *Parámetros de color de las tres etapas de maduración del banano fresco*

Etapas	L*	a*	b*
Más amarillo que verde	73	1,5	45
Amarillo con punta verde	75,5	4	49
Totalmente amarillo	78,5	6,5	52,5

Elaborado por: Jessica Guamangallo

En la Tabla 11 se muestran los valores medios y desviación estándar de las tres etapas de maduración con los tres tratamientos de ácido ascórbico para determinación de diferencias estadísticas del color.

Tabla 11 *Valores medios y desviación estándar de los análisis de color de las tres etapas de maduración con los tres tratamientos de ácido ascórbico en el banano deshidratado*

Etapas de maduración	Tratamiento	L*	a*	b*
Más amarillo que verde	500	31,2533 ± 0,3427 ^a	11,1267 ± 0,2003 ^a	12,3033 ± 0,4996 ^a
	250	35,2833 ± 0,5132 ^b	12,9667 ± 0,8849 ^b	21,2967 ± 2,4270 ^b
	100	31,7167 ± 0,2811 ^{ab}	8,1233 ± 0,4579 ^c	7,6400 ± 0,4531 ^a
Amarillo con punta verde	500	45,7167 ± 1,4411 ^a	11,7467 ± 0,5125 ^a	28,4233 ± 0,9393 ^a
	250	43,0100 ± 0,2972 ^b	11,7067 ± 0,5923 ^a	22,4000 ± 1,0659 ^b
	100	29,4633 ± 0,4708 ^c	6,9967 ± 0,4378 ^b	6,7733 ± 0,6596 ^c
Amarillo totalmente	500	33,2267 ± 0,4020 ^a	11,1733 ± 0,2214 ^a	19,5133 ± 0,6539 ^a
	250	35,0933 ± 0,2829 ^b	9,9633 ± 0,7159 ^b	14,7233 ± 0,1626 ^b
	100	33,7133 ± 0,2417 ^b	7,3800 ± 0,4349 ^c	11,0133 ± 0,0929 ^c

^{a-c} Medias en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$).

Elaborado por: Jessica Guamangallo

En la Tabla 11 se presenta datos de los análisis de color de las tres etapas de maduración con los tres tratamientos de ácido ascórbico en donde claramente se puede observar que el tratamiento con 500 ppm de ácido ascórbico en la etapa de maduración amarillo con punta verde es la que más se aproxima a los parámetros de color establecidos del banano fresco en esta etapa (Tabla 10), ya que tiene un valor de L (luminosidad) de 45,7167, a (rojo-verde) de 11,7467 y b (amarillo-azul) de 28,4233.

En las etapas de maduración más amarillo que verde y totalmente amarillo se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos. Los bananos deshidratados presentaron valores finales de L (luminosidad) y b (amarillo-azul) menores

que los estándares provenientes de la Tabla 10 mientras que a (rojo-verde) presenta valores más altos que el estándar.

5.1.5 Selección del mejor tratamiento

Para la selección del mejor tratamiento se comparó entre los tres tratamientos y etapas de maduración que más se acercaban a los estándares establecidos en la Tabla 10, la cual fue el banano deshidratado con 500 ppm de ácido ascórbico en la etapa de maduración amarillo con punta verde, ya que el valor de L (45,7167) es el que más se aproxima al estándar (75,5), en cuanto al valor de a en el banano deshidratado fue de 11,7467 y el estándar es de 4; el valor de b en el banano deshidratado fue de 22,4 y el estándar es de 49. Así mismo los resultados de los análisis fisicoquímicos fueron los más óptimos en esta etapa de maduración ya que tiene un pH de 5,8267, el mismo que representa un valor normal en esta fruta, además de que no existe mucha variación en la concentración de azúcar entre el banano fresco (24°Brix) y el banano deshidratado (23°Brix).

5.2 Análisis fisicoquímicos y bromatológicos del banano deshidratado con 500 ppm de ácido ascórbico en la etapa de maduración amarillo con punta verde y banano fresco.

Una vez establecido el mejor tratamiento se realizaron los análisis físicos y bromatológicos del mismo.

5.2.1 Comparación entre los análisis fisicoquímicos del banano deshidratado con 500 ppm de ácido ascórbico en la etapa de maduración amarillo con punta verde y banano fresco.

En la Tabla 12 se muestran los valores medios y la desviación estándar de los análisis fisicoquímicos del banano deshidratado vs el banano fresco para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ambos.

Tabla 12 Valores medios y desviación estándar de los análisis fisicoquímicos del banano fresco vs banano deshidratado

Parámetros	Banano fresco amarillo con punta verde	Tratamiento 500 ppm Ac. Ascórbico
pH	5,0533 ± 0,0451 ^b	5,8267 ± 0,0058 ^a
Acidez %	0,1584 ± 0,0134 ^b	0,0359 ± 0,0004 ^a
°Brix	24 ± 0,0000 ^a	23 ± 0,0000 ^a

^{a-b} Medias en la misma fila con diferente superíndice difieren significativamente (p < 0.05).
Elaborado por: Jessica Guamangallo

Como se puede observar la Tabla 14 nos indica que los parámetros azúcar, pH y acidez son significativos, es decir que la cantidad de ácido ascórbico si influye en las propiedades fisicoquímicas del banano.

5.2.2 Comparación entre los análisis bromatológicos del banano deshidratado con 500 ppm de ácido ascórbico en la etapa de maduración amarillo con punta verde y banano fresco.

En la Tabla 13 se muestran los valores medios y desviación estándar de los análisis bromatológicos del banano deshidratado vs banano fresco para determinar si existen diferencias significativas entre las propiedades nutricionales del banano fresco y el banano deshidratado.

Tabla 13 Valores medios y desviación estándar de los análisis bromatológicos del banano fresco vs banano deshidratado

Mejor tratamiento	Banano fresco amarillo con punta verde	500 ppm de ácido ascórbico
Proteína	1,8179 ± 0,0304 ^a	2,0568 ± 0,0428 ^b
Grasa	1,3428 ± 0,0568 ^a	1,0826 ± 0,0459 ^b
Fibra	3,0898 ± 0,0011 ^a	2,5121 ± 0,0505 ^b
Humedad	4,2003 ± 0,0867 ^a	0,1885 ± 0,0437 ^b
Cenizas	1,7327 ± 0,0562 ^a	1,8196 ± 0,0062 ^a
ELN	12,1836 ± 0,2286 ^a	7,6596 ± 0,0771 ^b

^{a-b} Medias en la misma fila con diferente superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$).

Elaborado por: Jessica Guamangallo

En la Tabla 13 se puede observar que los resultados de los parámetros de proteína, grasa y fibra son significativos lo cual indica que la presencia del ácido ascórbico sí influye en la calidad nutricional del banano.

Con respecto al porcentaje de cenizas no son significativos con un 95% del intervalo de confianza, es decir el que el ácido ascórbico no influye en este parámetro nutricional.

5.3 Análisis microbiológicos de los tres tratamientos de ácido ascórbico en las tres etapas de maduración del banano

En la Tabla 14 se muestran los análisis realizados a los tres tratamientos en las tres etapas de maduración del banano según lo establece la norma INEN 2996, la misma solicita realizar análisis de Mohos y levaduras donde debe presentar como máximo 2UFC/g y E. coli ausencia total para que el producto sea aceptado.

Tabla 14 UFC/g *E.coli*, mohos y levaduras a los tres tratamientos

Tres tratamientos		Día 1	Día 8	Día 15	Día 30
R1	E.coli	N/D	N/D	N/D	N/D
	Mohos y Levaduras	N/D	N/D	N/D	N/D
R2	E.coli	N/D	N/D	N/D	N/D
	Mohos y Levaduras	N/D	N/D	N/D	N/D
R3	E.coli	N/D	N/D	N/D	N/D
	Mohos y Levaduras	N/D	N/D	N/D	N/D

N/D: no se determinó

Elaborado por: Jessica Guamangallo

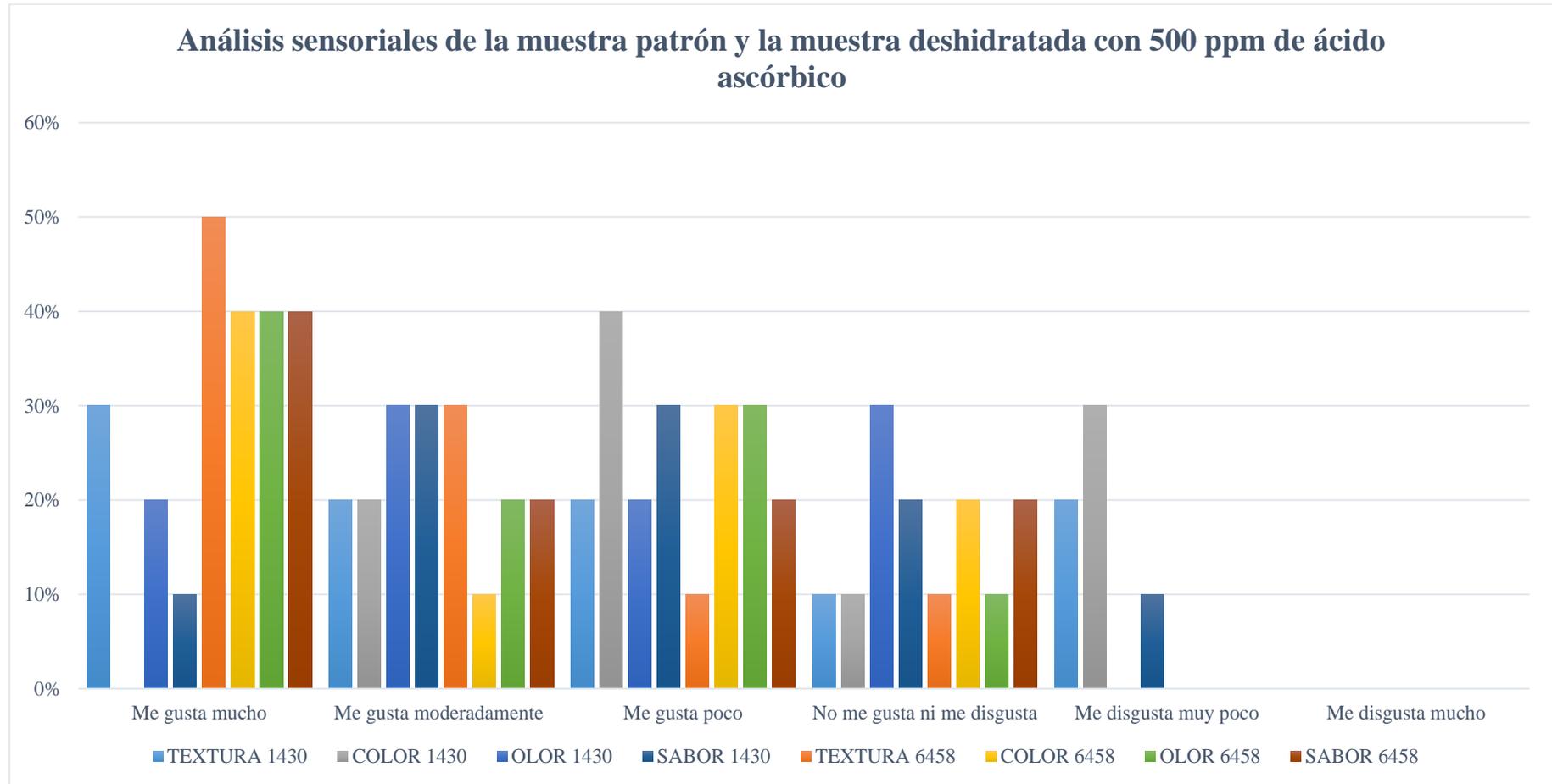
Como se puede observar en los análisis microbiológicos realizados en los 30 días de elaborado el producto, hubo ausencia total tanto de Mohos y levaduras como de *E. coli* en todos los tratamientos realizados en las tres etapas de maduración del banano, tal como lo establece la norma INEN 2996 en los requisitos microbiológicos de productos deshidratados.

5.4 Análisis sensorial comparativo de la muestra testigo y el banano deshidratado

500 ppm de ácido ascórbico en la etapa de maduración amarillo con punta verde

En el Gráfico 2 se observa el porcentaje de aceptación de las dos muestras con los atributos de textura, color, olor y sabor.

Gráfico 2 *Análisis sensoriales de la muestra patrón y la muestra deshidratada 500 ppm de ácido ascórbico*



Elaborado por: Jessica Guamangallo

6. DISCUSIONES

Análisis colorimétricos

En la Tabla 11 se puede observar que existen diferencias significativas entre los tres tratamientos, se observa que la luminosidad (L) del banano deshidratado son bajas en los tres tratamientos, siendo bajo comparado con el estándar del banano fresco en la etapa de maduración más amarillo que verde que tiene un valor de luminosidad de 73 indicándonos que el banano deshidratado tiende a tomar un color oscuro, el mismo que no es aceptado visualmente, de igual manera los valores de (a) presentan valores altos, tendiendo el producto a colores rojo-verde, y en los valores de (b) se observa que existen valores bajos de amarillo – azul.

En la misma tabla se observan los resultados de color en la etapa de maduración amarillo con punta verde en donde la luminosidad (L) del tratamiento con 500ppm de ácido ascórbico tiene un valor de 45,7167 siendo el que más se aproxima a los estándares de color del banano fresco (75,5) en comparación con los demás tratamientos, en cuanto a los valores de (a) presentaron un valor alto en comparación de los estándares establecidos en el banano fresco, en los valores de (b) en el tratamiento con 500 ppm de ácido ascórbico tiene un valor de 28,4233 el mismo que se aproxima a los estándares de color de esta etapa de maduración en el banano fresco (49) amarillo – azul.

De la misma manera se observan los valores de color en la etapa de maduración totalmente amarillo, en donde se encuentran diferencias estadísticas significativas entre todos los tratamientos, obteniendo valores bajos en los parámetros de luminosidad L, a y b a diferencia de los estándares establecidos de los bananos frescos. L (77-80), a (5-8) y b (51-54). Por lo tanto el mejor tratamiento es el banano deshidratado con 500 ppm de ácido ascórbico en la etapa de maduración amarillo con punta verde.

Análisis fisicoquímicos

En la Tabla 12 se observa que el pH inicial del banano fresco amarillo con punta verde es de 5,0533; durante el experimento se pudo observar una variación de los datos del pH en el banano deshidratado de 5,8267, debido al paso de algunos componentes del banano a la solución Hersom, *et al.*, (1980). Por lo cual los resultados del análisis estadístico demuestran que existen diferencias significativas entre el banano fresco y el banano deshidratado.

En la misma tabla se muestran los resultados del análisis de acidez en la que se observa que el banano fresco tiene un valor de 0,1584% de ácido málico mientras que la acidez en el banano deshidratado disminuye obteniendo porcentajes de ácido málico de 0,0359% existiendo diferencia significativa entre ambos productos. Según Ordoñez (2005) la acidez decrece gradualmente en el banano deshidratado ya que cuando existe la presencia de un antioxidante el mismo va a ayudar a reducir la acidez, jugando un papel importante en el balance acidez/azúcar, influyendo en el sabor y dulzor del producto final.

También se muestran los resultados de sólidos solubles del banano fresco amarillo con punta verde con un valor de 24°Brix lo cual coincide con (Barrera, 2010) quien menciona que en esta etapa es donde hay un aun aumento progresivo de azúcar siendo el mismo apetecido por los consumidores. Mientras que en el banano deshidratado se obtuvo 23°Brix existiendo una diferencia significativa entre ambos. Según Guzmán (2013) esto puede explicarse porque posiblemente durante la deshidratación se activan algunas enzimas (α -amilasa, β -amilasa e invertasa), las cuales son responsables de la disminución del azúcar.

Análisis bromatológicos

En la Tabla 13 se observa que la humedad en el banano fresco tuvo un promedio de 4,2003% esto es porque en la maduración el contenido de agua en la pulpa aumenta por el movimiento osmótico del agua de la cáscara hacia la pulpa, evidenciando que a mayor peso, mayor porcentaje de humedad como lo establece Aurore (2009).

Según los datos de humedad obtenidos en los análisis del banano de deshidratado se obtuvo 0,1885% lo que hizo que el producto fuera microbiológicamente estable durante los 30 días que se lo analizó. En este tiempo no se encontró crecimiento de mohos y levaduras ni de E. coli tal como lo establece la norma INEN 2996 en los requisitos microbiológicos. El análisis de humedad en ANOVA determinó que existen diferencias significativas entre el banano deshidratado y el banano fresco siendo estadísticamente diferentes.

En la misma tabla en los datos obtenidos en grasa del banano fresco se encontró un contenido de 1,3428%. En el banano deshidratado se observó un contenido de grasa de 1,0826% este dato es menor que el banano fresco lo que podría explicarse que debido a la pérdida de agua ocasionada por la deshidratación hay pérdida de este nutriente

coincidiendo con Casallas (2010). Por lo cual existen diferencias significativas entre ambos productos siendo estadísticamente diferentes.

Se observan datos de fibra en el banano fresco de 3,0898%, Cardeñosa (1995) reportó que la fibra es mayor en frutos verdes y menor en frutos maduros, lo que coincide con los datos obtenidos en la investigación ya que en esta etapa de maduración el banano aún tiene un contenido verde a diferencia de las siguientes etapas de maduración en donde ya han madurado en su totalidad. En el banano deshidratado se obtuvo un valor de fibra cruda de 2,5121% indicándonos que entre ambos productos existen diferencias significativas pero el porcentaje de fibra que se pierde no es muy alto.

Se observó que el banano fresco tuvo un contenido de minerales de 1,7327% similar al porcentaje de minerales del banano deshidratado con un porcentaje de 1,8196% probablemente pertenecientes a minerales como el potasio, magnesio y fósforo. Y la poca variación que se presentó ($0,056 > 0,05$) pudo ser debido a la pérdida de agua que hizo que los minerales se concentraran más en el producto. Según Aurore (2009) por métodos convencionales como el deshidratado el porcentaje de cenizas en los bananos es de 1,79g lo cual se acerca con los datos obtenidos en la investigación y ratifica la concentración de minerales en el proceso de deshidratación.

Analizando estadísticamente, se demostró que no hay diferencias significativas entre los datos obtenidos, corroborando que el contenido de cenizas es similar en el banano fresco y en el banano que estuvo en contacto con el ácido ascórbico, lo que indica que el aumento en el contenido de cenizas no es significativamente influenciado por la aplicación de este antioxidante.

Se pudo observar un mayor contenido de proteína bruta en el banano deshidratado con un porcentaje promedio de 2,0568% en comparación con el promedio obtenido de los bananos frescos 1,8179%, esto probablemente sucedió debido a que al perder agua pudieron concentrarse el contenido de nutrientes, aumentando su valor. Aurore (2009) establece que está reportado en investigaciones que se ha observado el aumento de este nutriente en los procesos convencionales con valores de 3% en deshidratado, en este caso el aumento se produce debido a que las proteínas se ven afectadas por el exocarpo, donde en los procesos de maduración aumentan gracias a la síntesis de enzimas, por ser un fruto climatérico, existe producción enzimática y por ende proteínas (Wills et al., 1984).

Análisis microbiológicos

La calidad microbiológica de las frutas deshidratadas depende fundamentalmente de la contaminación inicial proveniente de las frutas frescas, del método de deshidratación y de las condiciones de operación durante el deshidratado.

En la tabla 14 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos realizados según la norma INEN 2996 de los requisitos microbiológicos de productos deshidratados, en donde se obtuvo ausencia total de *Escherichia coli* y de Mohos y levaduras como lo establece dicha norma.

Análisis organolépticos

La norma INEN 2996 en los requisitos establece que las frutas deshidratadas deben tener un olor y color característico de la variedad además deben estar libres de olores extraños y trazas de olores procedentes del producto. Para verificar esto se procedió a realizar un análisis organolépticos del banano deshidratado con 500 ppm de ácido ascórbico como mejor tratamiento y el banano deshidratado sin tratamiento los cuales se codificaron con los números 6458 y 1430 respectivamente, una vez aplicada la encuesta se procedió a tabular los datos, dándonos como resultado que:

Al 80% de los encuestados les gusta mucho y moderadamente la textura del banano deshidratado (6458) por lo cual el producto es aceptado en cuanto a este atributo a diferencia del banano sin tratamiento (1430) que al 50% de los panelistas les gusta mucho y moderadamente. El cuanto al atributo color al 50% de los panelistas no entrenados les gusta mucho y moderadamente el color del banano deshidratado y al 20% les gusta moderadamente el banano deshidratado sin tratamiento a pesar de tener un nivel de luminosidad (L^*) de 42, 7163 el producto es aceptado por los panelistas.

En el atributo olor al 60% de los panelistas no entrenados les gustó mucho y moderadamente el banano deshidratado con el tratamiento 500 ppm de ácido ascórbico, mientras que al 50% de los panelistas les gustó entre mucho y moderadamente el producto sin tratamiento. Estos porcentajes no presentan gran diferencia ya que el antioxidante logró conservar este atributo. Respecto al atributo sabor al 60% de los panelistas no entrenados les gusta mucho y moderadamente el banano deshidratado con 500ppm de ácido ascórbico, mientras que al 40% les gustó entre mucho y moderadamente el producto sin tratamiento. Siendo la muestra 6458 aceptada por los panelistas en cuanto a este atributo.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- El estudio del efecto que producen los antioxidantes en la elaboración de deshidratados determinó que el ácido ascórbico mantiene significativamente las propiedades nutricionales del banano, es decir no afecta mayormente la calidad nutritiva del banano deshidratado. Determinando que la mejor etapa de maduración para el deshidratado fue la etapa amarillo con punta verde con 500 ppm de ácido ascórbico por un tiempo de sumergimiento de 10 minutos.
- Se realizó la deshidratación del banano a una temperatura de 60°C, consiguiendo que el contenido de humedad disminuya de 4,2003 a 0,1885% lo que permitió que en los análisis microbiológicos realizados en el laboratorio de control de calidad de la Universidad Nacional de Chimborazo dé un crecimiento nulo para mohos y levaduras y *Escherichia coli* durante los treinta días que se los analizó.
- Se realizó el análisis organoléptico del producto final obteniendo como resultado la aceptación del producto deshidratado de un 80% en textura, 50% color y 60% en olor y sabor siendo el banano deshidratado aceptado por los consumidores a pesar de tener una luminosidad L de 45,7167.

7.2 Recomendaciones

- Los antioxidantes deben añadirse dentro de los límites permitidos por las normas INEN; ya que si no se las considera podría provocar la aparición de características físicas y nutricionales deficientes afectando directamente al producto final y a la salud del consumidor.
- Se recomienda no exceder el tiempo de sumergimiento del banano en la solución de ácido ya que si se pasa de los 10 minutos el banano tiende a desintegrarse por la acción antioxidante del ácido ascórbico.
- Luego de hacer el análisis fisicoquímico del fruto deshidratado con ácido ascórbico y de observarse su contenido nutricional, se recomienda que debería incluirse en la dieta diaria ya que se demostró que este producto tiene un contenido nutricional similar al fruto fresco.
- Realizar nuevas investigaciones acerca de los antioxidantes dentro del proceso de deshidratación de la frutas, de acuerdo al pardeamiento enzimático, para determinar nuevas medidas que eviten o disminuyan dicha problemática, evitando así el deterioro del producto final y reduciendo pérdidas económicas para la industria.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Askari, G., Emam-Djomeh, Z. y Mousavi, S. (2009) *An investigation of the effects of drying methods and conditions on drying characteristics and quality attributes of agricultural products during hot air and hot air/microwave-assisted dehydration*. *Drying Technology*. 27: 831 - 841.
- Aurore, G. (2009). *Bananas raw materials for making processed food products*. Trends in Food Science and Technology.
- Bajaña, S. (2015). “*Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de banano y su efecto en las propiedades fisicoquímicas del pan tipo molde*.”. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil - Ecuador.
- Barrera, V. (2010). *Caracterización fisicoquímica y fisiológica del proceso de maduración de plátano en dos sistemas de producción*. Tesis de Grado, Departamento de agronomía, Argentina
- Caicedo, L. (2008). “*Aprovechamiento de los Excedentes de Banano para la Obtención de un Producto Tipo Bombón*”. Tesis de grado, Guayaquil.
- Campo, J. (2007). *Diseño y construcción de una máquina deshidratadora de banano*. Tesis de grado , Universidad Técnica de Ambato , Ambato - Ecuador.
- Campusano, A. (2014). *Efecto del Tipo de Producción de Banano Cavendish en su Comportamiento Poscosecha*. Revista Tecnológica ESPOL (2), p.17 , Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, Guayaquil.
- Cardeñosa, B. (1995). *El género Musa en Colombia plátanos, bananos y afines*. Tesis de Grado, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Palmira. Colombia.
- Casallas, L. (2010). *Evaluación del análisis fisicoquímico del banano común transformado por acción del de la levadura Candida guilliermondii*. Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana, Departamento de Microbiología Industrial y Nutrición y Dietética, Bogotá - Colombia.
- Cevallos, E. (2012). *Cambios en las propiedades de frutas y verduras durante la deshidratación con aire caliente y su susceptibilidad al deterioro microbiano*.

Tesis de grado , Universidad de las Américas Puebla, Departamento de Ingeniería Química, Mexico.

Coello, V. (2015). “*Efecto de la adición de Ácido Ascórbico y Butil Hidroxitolueno (BHT) en la oxidación enzimática y rancidez oxidativa de pasta de aguacate (Persea americana) variedades Hass y Bacon*”. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos , Ambato - Ecuador.

Della, P. (2013). *Secado de alimentos por métodos combinados*:. Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica Nacional , Buenos Aires .

García, C. (2010). *Cinética enzimática de la polifenol oxidasa del banano Gros michel en diferentes estados de maduración*. Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia.

Giraldo, G. (2015). “*Tratamiento de Conservación del Banano (Gross Michel) por el Método Combinado de Impregnación a Vacío y Secado Con Aire Caliente*”. Revista de Investigaciones (3) p.15, Universidad del Quindío , Laboratorio Diseño de Nuevos Productos, Colombia.

Guerrero, C. (2009). *inhibición de la actividad enzimática de la polifenol oxidasa extraída del banano (Cavendish valery) mediante sistemas bifásicos acuosos con isoespintanol y ácido ascórbico*. Tesis de Posgrado, Universidad Nacional de Colombia.

Gutiérrez, T. (2013). *Determinación del contenido de ácido ascórbico en Uchuva (Physalis peruviana L.), por cromatografía líquida de alta resolución (CLAR)*. Tesis de Grado, Universidad del Valle, Departamento de Química, Guatemala.

Guzmán, R. (2013). *Deshidratación de banano y cambios químicos ocurridos durante el proceso de deshidratación*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Hernández, J., Quinto, P., Flores, F., Acosta, R. y Aguilar, J. (2010). *Cinética del secado de productos agrícolas*. Memorias del XII Congreso Nacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas., México Distrito Federal, México.

- Hernández, E. (2012). *Evaluación Sensorial en la Industria Alimentaria de cereales, oleaginosas y frutas*. Tesis de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Bogotá - Colombia.
- Mejía, L. (2015). *Determinación de tiempo de crecimiento para cosecha y comportamiento fisiológico poscosecha del banano variedad "Mussa cavendish"*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia.
- NTE INEN 2996. (2015). *Productos deshidratados. zanahoria, zapallo, uvilla*.
- NTE INEN-CODEX. (192- 2013). *Norma General del Códex para los aditivos*.
- Ordóñez, A. (2005). *Diseño de un proceso para la maduración acelerada de banano utilizando etefón como agente madurador*. Tesis de Grado, Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil - Ecuador .
- Orosco, A. (2011). *"Plan de exportación de harina de plátano de la empresa Brito Vaca CIA. LTDA. molino EL FENIX de la ciudad de Riobamba al mercado de Estados Unidos ciudad de MIAMI FL."*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.
- Padrón, C A. (2009). "Sistema de visión computarizada y herramientas de diseño gráfico para la obtención de imágenes de muestras de alimentos segmentadas y promediadas en coordenadas CIE-L*a*b*". *Agronomía Costarricense*, vol. 33(2), pp. 283-301.
- Tovar, F. (2013). *"Comportamiento agronómico con la aplicación de gallinaza en el cultivo de banano (Musa spp), en época de invierno en el Cantón Quevedo"*. Tesis de grado, Quevedo - Ecuador.
- Wais, N. (2011). *Secado combinado de frutas: deshidratación osmótica y aire caliente*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata .
- Wills, R., Lee, T., MC Glasson, B., & Graham, D. (1984). *Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas Post-Recolección*. Acribia. . Zaragoza, España: Acribia. p.1 8-22, 43-46, 81-83.

9. ANEXOS



Ilustración 1 *Etapas de maduración estudiadas*



Ilustración 2 *Muestras sumergidas en solución de ácido ascórbico y agua*



Ilustración 3 *Bananos deshidratados*

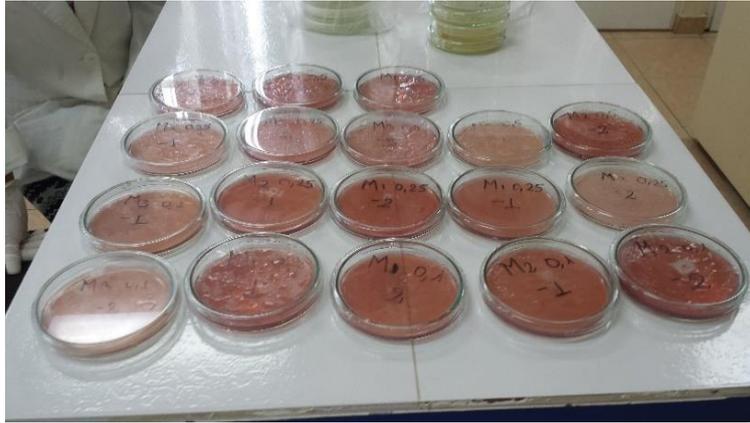


Ilustración 4 *Análisis Microbiológicos E. coli*

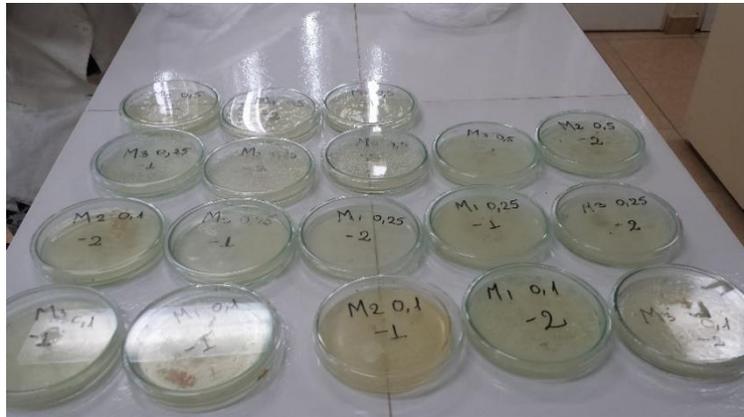


Ilustración 5 *Determinación de Mohos y Levaduras*



Ilustración 6 *Análisis sensorial*

Gráfico 3 Encuesta para el análisis sensorial del producto

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**FICHA DE CATA DEL GUINEO DESHIDRATADO PARA EL TEMA DE
INVESTIGACIÓN**

SEXO: _____ **FECHA** _____

Frente a usted se encuentran dos muestras de banano deshidratado, los cuales debe probar una a la vez y marque con una X a su juicio sobre cada una de las muestras según los siguientes atributos.

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+</div> ESCALA ATRIBUTOS	MUESTRAS							
	6458				1430			
	TEXTURA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR	OLOR	SABOR
Me gusta mucho								
Me gusta moderadamente								
Me gusta poco								
Me disgusta muy poco								
Me disgusta mucho								

COMENTARIOS:

MUCHAS GRACIAS

Elaborado por: Jessica Guamangallo



Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 2996
2015-XX

**PRODUCTOS DESHIDRATADOS. ZANAHORIA, ZAPALLO, UVILLA.
REQUISITOS**

PRODUCTS DEHYDRATED. CARROT, PUMPKIN, CAPE GOOSEBERRY. REQUIREMENTS.

DESCRIPTORES: Deshidratados, zanahoria, zapallo, uvilla
ICS: 67.000

03
Páginas

Norma Técnica Ecuatoriana	PRODUCTOS DESHIDRATADOS. ZANAHORIA, ZAPALLO, UVILLA. REQUISITOS	NTE INEN 2996:2015
--	--	-------------------------------

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la zanahoria el zapallo y la uvilla que han sido deshidratadas artificialmente (incluidas las desecadas por liofilización), bien sea a partir de productos frescos o bien en combinación con la desecación al sol, y comprende los productos a los que suele aludirse con la expresión "alimentos deshidratados".

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplica a productos deshidratados como la zanahoria, zapallo, uvilla .

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 1529-8 *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E.coli.*

NTE INEN 1529-10 *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad.*

NTE INEN 1529-15 *Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección*

NTE INEN 1334-1 *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos.*

NTE INEN 1334-2 *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.*

NTE INEN-CODEX 192 *Norma general del Codex para los aditivos alimentarios.*

NTE INEN-ISO 2859-1 *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote.*

NTE INEN-ISO 2859-2 *Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 2: Planes de muestreo para las inspecciones de lotes independientes, tabulados según la calidad límite (CL).*

NTE INEN-ISO 3951-2 *Procedimientos de muestreo para la inspección por variables. Parte 2: Especificación general para los planes de muestreo simples tabulados según el nivel de calidad aceptable (NCA) para la inspección lote por lote de características de calidad independientes.*

ISO 3951-1 *Procedimientos de inspección por variables de una serie continua de lotes de una sola característica.*

CPE INEN CODEX CAC/RCP-5:2014. *Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas deshidratadas incluidos los hongos comestibles.*

NTE INEN CODEX CAC/MRL 1 *Lista de límites máximos para residuos de plaguicidas.*

4. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

4.1 Deshidratación. Se entiende por la eliminación de la humedad por medios artificiales y, en algunos casos, en combinación con el secado al sol.

5. REQUISITOS

5.1 Las hortalizas pueden presentarse en forma de rodajas, cubitos, dados, granuladas o en cualquier otro tipo de división, o dejarse enteras antes de su deshidratación.

5.2 La zanahoria el zapallo y la uvilla deshidratadas deben cumplir con los requisitos estipulados en CPE INEN CODEX CAC/RCP-5:2014.

5.3 Las zanahorias zapallos y uvillas deshidratadas deben tener un olor y color característico de la variedad. Deben estar libres de olores extraños y trazas de olores procedentes de zanahorias, zapallos o uvillas fermentadas.

5.4 En los alimentos regulados por la presente Norma podrán emplearse antioxidantes y conservantes de conformidad NTE INEN-CODEX 192

5.5 Los productos a los que se aplican las disposiciones de la presente norma deberán cumplir con los niveles máximos contaminante y plaguicidas de la NTE INEN CODEX CAC/MRL 1

5.6 Se Los productos deshidratados concernientes a esta norma deben estar libres de insectos vivos, ácaros, otros parásitos y mohos; deben estar prácticamente libres de insectos muertos, fragmentos de insectos y contaminación de roedores.

5.7 La cantidad de materias extrañas, tales como tierra, restos de piel, tallos, hojas, restos de semilla y otras materias extrañas, que se adhieran o no a la fruta u hortaliza, no será superior a 1% en base a 100g de producto.

5.8 Los productos deshidratados deben cumplir los parámetros de humedad descritos en la tabla 1

Tabla 1. Límites de humedad para productos deshidratados

Requisitos	Unidad	Min	Max	Método de ensayo
Zanahoria				
Temperatura	°C	--	60	--
Humedad	% m/m	--	6	AOAC 934.06
Zapallo				
Temperatura	°C	--	60	--
Humedad	% m/m	--	8	AOAC 934.06
Uvilla				
Temperatura	°C	--	55	--
Humedad	% m/m	--	12	AOAC 934.06

5.10 Requisitos microbiológicos, el producto debe estar exento de microorganismos capaces de desarrollarse en condiciones normales de almacenamiento. No debe contener ninguna sustancia tóxica originada por microorganismos, y cumplir con lo establecido en la tabla 2.

Tabla 2. Requisitos microbiológicos para productos deshidratados

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

* Se podrán utilizar métodos validados para la determinación de estos requisitos

En donde

n = número de muestras.

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

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

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

6. MUESTREO

6.1 Muestreo

La cantidad de muestras y los criterios de aceptación y rechazo serán acordados por las partes de acuerdo con lo establecido en las siguientes normas técnicas:

- NTE INEN ISO 2859-1 para los procedimientos de inspección por atributo lote a lote de lotes continuos;
- NTE INEN- ISO 2859-2 para los procedimientos de inspección por atributos de lotes aislados;
- ISO 3951-1 para los procedimientos de inspección por variables de una serie continua de lotes y de una sola característica.
- NTE INEN 3951-2 para los procedimientos de inspección por variables de una serie continua de lotes, una sola característica y con una desviación estándar no mayor al 10% de la desviación estándar del proceso.

6.2 Aceptación o rechazo.

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma se rechazará el lote. En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para rechazar el lote.

7. ENVASADO Y ROTULADO

7.1 Los envases para los productos deshidratados deben ser de materiales que no alteren las características físicas y químicas y microbiológicas del producto y conserven las mismas durante su vida útil. No deben presentar deformaciones u otros defectos que atenten a la calidad y buena presentación del producto; el sellado debe ser hermético, pero el sistema debe permitir al consumidor

NTE INEN 2996

cerrar nuevamente el envase durante su uso.

7.2 El rotulado de la mostaza debe cumplir con lo especificado en la NTE INEN 1334-1 y la 1334-2.

7.3 La etiqueta no debe llevar ninguna leyenda de significado ambiguo, ilustraciones o adornos que induzcan a engaño, ni descripciones de características del producto que no se puedan comprobar.

7.4 En la etiqueta se puede declarar el contenido de sólidos solubles provenientes del tomate.

PROYECTO A2

**Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telés: (593 2)2 501885 al 2 501891
Dirección Ejecutiva: E-Mail: direccion@normalizacion.gob.ec
Dirección de Normalización: E-Mail: consultanormalizacion@normalizacion.gob.ec
Dirección Zonal Guayas: E-Mail: inenguayas@normalizacion.gob.ec
Dirección Zonal Azuay: E-Mail: inencuenca@normalizacion.gob.ec
Dirección Zonal Chimborazo: E-Mail: inensiobamba@normalizacion.gob.ec
[URL: www.normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec)**