



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**EXTENSIÓN CHONE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

El Tiempo De Secado En Las Características Sensoriales En Las  
Rodajas De Banano (Musa Sapientum L.)

Prospero Pascual Tóala Salvatierra

Carrera de Ingeniería en Alimentos

Chone – Manabí – Ecuador

2015

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Ramón Zambrano Morán, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, en calidad de Tutor del Trabajo de Titulación

### CERTIFICO:

Que el presente TRABAJO DE TITULACIÓN titulado: **“EL TIEMPO DE SECADO EN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES EN LAS RODAJAS DE BANANO (MUSA SAPIENTUM L.)”**, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este Trabajo de Titulación son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de su autor: Tóala Salvatierra Prospero Pascual, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, abril de 2015

Ing. Ramón Zambrano Morán

**TUTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones presentados en este trabajo de titulación, es exclusividad del autor.

Chone, abril de 2015

Tóala Salvatierra Prospero Pascual

**AUTOR**



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**EXTENSIÓN CHONE**

**CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**INGENIERO EN ALIMENTOS**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe del Trabajo de Titulación, sobre el tema: **“EL TIEMPO DE SECADO EN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES EN LAS RODAJAS DE BANANO (MUSA SAPIENTUM L.)”**, elaborado por el egresado Tóala Salvatierra Prospero Pascual de la Carrera de Ingeniería en Alimentos.

Chone, abril del 2015

---

Dr. Víctor Jama Zambrano, Mg

**DECANO**

---

Ing. Ramón Zambrano Morán, Mg

**TUTOR**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**SECRETARIA**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a DIOS y a mi familia, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida y me han brindado fortaleza para continuar cuando he estado a punto de desistir en este duro camino.

A la Institución que me brindó la oportunidad de capacitarme y lograr esta meta, preparándome profesionalmente para estar inmerso en la sociedad competitiva.

Quiero dejar constancia que después del sacrificio entero vienen los frutos que se esperan percibir a lo largo de la vida universitaria y es precisamente al final de este lapso de tiempo que conlleva conocimientos que se obtiene un título académico.

***Prospero***

## RECONOCIMIENTO

Primero doy gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar este trabajo.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado de parte de Fátima Vargas y mis hijos, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado la seguridad, apoyo incondicional durante mi trayectoria universitaria.

Gracias al apoyo incondicional de mi amiga Patricia durante el transcurso de mi carrera universitaria, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre puedo contar con ella, de igual manera a mi madre y a mis catedráticos que de una u otra forma me estuvieron apoyando en mi formación profesional.

***Prospero***

## ÍNDICE

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
Aprobación del tribunal.....	iv
DEDICATORIA.....	v
RECONOCIMIENTO.....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN.....	x
SUMMARY.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Tiempo de secado de rodaja de banano.....	3
1.1.1. Secado o deshidratado.....	3
1.1.1.2. Mecanismo de deshidratación.....	5
1.1.1.3. Tipos de secados.....	6
1.1.1.3.1. Secado por el sol.....	6
1.1.1.3.2. Secado por desecación mecánica.....	9
1.1.1.3.3. Otros métodos de secado.....	10
1.1.1.4. Equipos para secado.....	11
1.1.1.5. Transferencia de calor y de masa.....	17
1.1.1.6. Tiempo de deshidratación de frutas.....	22

1.1. Características sensoriales de rodajas banano ( <i>musa sapientum l</i> ) .....	23
1.1.1. Banano.....	23
1.1.1.1. Definición .....	23
1.2.1.2. Composición nutricional .....	24
1.2.1.3. Banano deshidratado .....	26
1.2.1.4. Proceso de elaboración de rodaja de banano deshidratado .....	26
1.2.1.5. Características sensoriales del banano deshidratado.....	28
CAPITULO II .....	29
2. ESTUDIO DE CAMPO .....	29
2.1. Metodología .....	29
2.1.1. Tipo de investigación.....	29
2.1.2. Nivel de investigación.....	29
2.1.3. Métodos .....	30
2.1.4. Técnicas de recolección de información .....	30
2.2. Resultados .....	32
2.2.1. Tiempo de secado en características sensoriales de las rodajas de banano .....	32
2.2.2. Descripción de tratamiento previo a la deshidratación de las rodajas de banano .....	36
2.2.3. Puntos de control crítico en el proceso de deshidratación de las rodajas de banano .....	38
2.2.4. Evaluación de características físicas-químicas y microbiológicas del mejor tratamiento .....	40
CAPITULO III .....	41
3. DISEÑO DE PROPUESTA .....	41

3.1. Tema.....	41
3.1.1. Tiempo óptimo de secado de las rodajas de banano (Musa Sapientum L.) .....	41
CAPITULO IV.....	42
4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	42
4.1. Tiempo de secado en características sensoriales de las rodajas de banano .....	42
4.2. Tratamiento previo a la deshidratación .....	42
4.3. Puntos de control críticos en proceso de deshidratación de rodaja de banano .....	43
4.4. Características físico-químicas y microbiológicas .....	43
CONCLUSIONES .....	45
RECOMENDACIONES .....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47
WEFGRAFIA.....	49
ANEXO .....	50

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “El tiempo de secado en las características sensoriales en la rodaja de banano (*Musa sapientum* L.)” tiene como objetivo principal determinar el tiempo de secado y las características sensoriales de la rodaja de banano, lo que permitirá reducir la sobreproducción de banano en nuestra zona, dándole un valor agregado a esta importante materia prima y alargando su vida útil mediante el proceso de deshidratación. Para esto se utilizó diferentes tratamientos que fueron sometidos a un predeshidratado por medio de ósmosis durante una hora, luego se colocaron en la estufa para la deshidratación final, aplicando diferentes tiempos (8-16 h) y temperaturas (70-80 °C); ya obtenido el producto se realizó una evaluación de sus características organolépticas, en la se calificaron atributos de sabor, aroma, textura, color y apariencia general y con los resultados obtenidos se determinó que el tratamiento 705, tuvo la mayor aceptación. Finalmente se le realizaron análisis bromatológicos (humedad) y microbiológicos (mohos y levaduras) obteniéndose valores aceptables según las normativas.

**Palabras clave:** Deshidratación, osmosis, características organolépticas

## SUMMARY

This paper titled "Drying time in the sensory characteristics in the slice of banana (*Musa sapientum* L.)" has as its main objective to determine the drying time and the sensory characteristics of the banana slice, thus reducing overproduction of bananas in our area, giving added value to this important raw material and extending its life through the process of dehydration. For this different treatments were subjected to a predeshidratado through osmosis was used for one hour, then placed in an oven for final drying, applying different times (8-16h) and temperatures (70-80 ° C); and the product obtained an evaluation of its organoleptic characteristics are carried out, they rated the attributes of flavor, aroma, texture, color and overall appearance and the results it was determined that the treatment 705, had the highest acceptance. He finally made bromatológicos (moisture) and microbiological analysis (mold and yeast) to obtain acceptable values according to the regulations.

**Keywords:** Dehydration, osmosis, organoleptic characteristics

## INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad de aprovechar al máximo la producción en Manabí y en los cantones de Tosagua y Chone e intentar reducir los desperdicios, el presente trabajo plantea una investigación de como alargar la vida útil de los productos mediante el proceso de la deshidratación.

La deshidratación consiste en eliminar en un gran porcentaje la humedad de los alimentos para que éstos no se echen a perder y así lograr aumentar la vida útil de las producciones estacionales como son las frutas, hierbas, vegetales y con este proceso de deshidratación se puede surtir al mercado de productos que favorezcan las condiciones al momento de comercializarlo.

El proceso de la deshidratación consiste en la aplicación de calor para eliminar el agua que contienen algunos alimentos mediante la evaporación. Se logra impedir el crecimiento de las bacterias, que no pueden vivir en un medio seco.

La deshidratación es la operación mediante la cual se pierde la gran mayoría del agua presente en el alimento. Se realiza mediante la vaporización, operación en la cual intervienen dos fenómenos fundamentales: la transferencia de calor, de esta forma el agua se transforma en vapor, y la transferencia de vapor de agua a través y fuera del alimento.

Uno de los puntos críticos que se deben controlar cuando se realiza el proceso de deshidratación es el tiempo que se aplica al momento que se realiza el secado de las materias primas, ya que controlando el tiempo que el producto

está en el equipo deshidratador se pueden conservar las características sensoriales del producto que se está secando para prolongar la vida útil sin que se vean alterados los parámetros de calidad, proporcionando un alimento sano al consumidor.

El desarrollo de esta investigación está distribuido por capítulos: En el capítulo I consta el desarrollo del marco teórico acorde a los temas de las variables independientes y dependientes. En el capítulo II se incluye la metodología, tipos de investigación, métodos, técnicas de recolección de información y los resultados obtenidos. En el capítulo III se desarrolla la propuesta que se presenta a la comunidad y en el capítulo IV se realiza la evaluación de los resultados contrastándolos con los obtenidos por otros investigadores.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de todo el proceso de investigación.

## **CAPÍTULO I**

### **1. MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. Tiempo de secado de rodaja de banano**

##### **1.1.1. Secado o deshidratado**

###### **1.1.1.1. Definición**

El banano es la fruta tropical con la mayor producción en el ECUADOR, donde se cosechan miles de toneladas al año, lo cual produce inconveniente en los frutos que no se comercializan. En Manabí por ejemplo, este tipo de fruta puede producir un problema sanitario al descomponerse. Una posible alternativa para aprovechar al máximo la producción es buscar determinar las mejores condiciones de producir rodajas de banano deshidratado por medio del proceso de secado o deshidratado. (<http://www.proecuador.gob.ec/2013/05/21/banano-y-deshidratados-c...>)

Duran (2007:98) establece que “El deshidratado o secado de alimentos es un fenómeno complejo que involucra la transferencia de calor y materia, ósea el transporte de calor hacia y dentro del alimento, el transporte de agua en el alimento y luego hacia el exterior”. En términos simples el secado consiste en aplicar temperatura al alimento para reducir el contenido de agua existente en él.

Umaña (2003:13-14) plantea que “El tratamiento del secado o deshidratación ha sido usado por siglos para preservar diferentes alimentos y es una operación unitaria importante en muchas industrias alimenticias, entre los usos que se le atribuyen a este método de preservación esta la conservación de café, hierbas, carnes, frutas, vegetales.

Ibarz (2005) manifiesta que “La deshidratación o secado de alimentos es una de las operaciones unitarias más utilizadas en la conservación de los mismos. Ya era utilizada en tiempos prehistóricos por nuestros antepasados, pues le permitía obtener productos alimenticios con un tiempo de vida superior. Con el paso del tiempo, la demanda de alimentos ha ido creciendo con el aumento de la población, y cada vez es mayor la demanda, lo que ha acarreado el que la industria de conservación por secado haya adquirido una gran importancia en el sector alimentario.”

Casp (2003) plantea a su vez que “El secado de los alimentos es el método más antiguo de conservación de los productos perecederos. En el siglo XIX las ciencias intervienen en la deshidratación, pero es en el siglo XX cuando las técnicas industriales aportan extraordinarios resurgimientos de este sistema de conservación, que todavía continua dando lugar al nacimientos de productos nuevos: en polvo, en copos, de utilización instantánea.”

En conclusión esta forma de conservar alimentos consiste de reducir su contenido de agua, sin embargo es necesario diferenciar entre el secado, el cual es un método tradicional próximo a la desecación natural como frutos

secados al sol, y la deshidratación propiamente dicha, que es una técnica artificial basada en la exposición a una corriente de aire caliente bajo condiciones más controladas. El mecanismo de deshidratación al remover agua de un producto busca disminuir la actividad agua (que es la que utilizan los microorganismos para sobrevivir) hasta un nivel que permita extender su vida útil o de anaquel.

#### **1.1.1.2. Mecanismo de deshidratación**

Umaña (2003:12) expresa que “El éxito de la deshidratación consiste en que, además de proporcionar estabilidad microbiológica, debido a la reducción de la actividad del agua y fisicoquímica, aporta otras ventajas derivadas de la reducción del peso, en relación con el transporte, manipulación y almacenamiento; para conseguir esto, “la transferencia de calor debe ser tal que se alcance el calor latente de evaporación y que se logre que el agua o el vapor de agua atraviese el alimento y lo abandone”.

Casp (2003:331) menciona que “la eliminación de agua de un producto se puede conseguir por:

**Eliminación de agua por vía mecánica:** Solo permite la separación de una parte del agua libre de los productos tratados. Ningún procedimiento mecánico permite reducir la humedad de un producto más del 60%. Precisamente el hecho de que solo se elimine una fracción de agua no ligada, implica un menor consumo de energía en los procesos de eliminación del agua por vía mecánica.

Así mismo, con los procedimientos mecánicos no se elimina agua pura, sino que se trata de una dispersión o de una solución más o menos rica en extracto seco.

**Eliminación de agua por vía térmica:** En este caso se trata esencialmente de una operación de transferencia de masa, que requiere una “activación” previa del agua por una cierta cantidad de energía aportada por una transferencia de calor.”

#### **1.1.1.3. Tipos de secados**

Existen diferentes métodos o tipos de secado para alargar la vida de los alimentos, dentro de ellos se destacan:

##### **1.1.1.3.1. Secado por el sol**

Duran, R. (2007:196) menciona que “el secado al sol permite retirar el agua hasta un nivel del 15%, que es suficiente en algunos casos. Para aplicar este sistema se requiere de un espacio bastante grande y los alimentos expuestos al sol son susceptibles a la contaminación y a pérdidas debidas al polvo, los insectos, los roedores y otros factores.”

Casp, A. (2003:349) a su vez indica que “la utilización del calor radiante del sol para evaporar la humedad de los alimentos es el método de secado más antiguo y extendido por todo el mundo.

Sin embargo, el secado del aire presenta muchas limitaciones para producciones a gran escala, entre éstas se pueden citar los elevados costes de mano de obra, la necesidad de grandes superficies, ausencia de posibilidades de control del proceso de secado, infestación por insectos, posible degradación de los alimentos debido a reacciones bioquímicas y desarrollo de microorganismos, debido entre otras cosas a los largos tiempos de secado. La temperatura del producto del secado al sol oscila entre 5 y 15 °C por encima de la temperatura ambiente y el tiempo del secado puede alcanzar 3-4 semanas, por ejemplo para uvas y albaricoque. La características del producto: color, forma y las condiciones de humedad iniciales y finales deseadas influyen sobre la temperatura del producto y el tiempo de secado.”

Ibarz, A. (2005:622,623) manifiesta que “la práctica del secado de alimentos cosechados mediante diseminación en finas capas expuestas al sol se denomina secado solar abierto o secado solar natural.

Estas técnicas son utilizadas en el proceso de uvas, ciruelas, granos de café, cacao, pimientos, pimientas y arroz entre otros. Este tipo de secado presenta ciertas limitaciones, como son:

- Falta de control sobre el proceso de secado, que puede dar lugar a un excesivo secado de alimentos, pérdida de grano en germinación y cambios nutricionales.
- Falta de uniformidad del secado.
- Contaminación por hongos, bacterias, roedores, pájaros o insectos.

Debido a ello, se han desarrollado secaderos solares, todo basado en la utilización de la energía proveniente del sol y la utilización del aire caliente generado para el secado del alimento. De tal modo, existen secaderos solares de convección natural, en los que no se requiere ningún tipo de energía mecánica o eléctrica. Aunque también existe los secaderos de convección forzada, que requieren del uso de ventiladores o soplantes para bombear el aire caliente.”

Casp, A. (2003:351-353) plantea que “los secadores solares se clasifican en tres grupos principales, según el tipo de energía utilizada para el secado y el equipo empleado:

- Secadero solar natural
- Secadero solar semiartificial
- Secadero solar asistido

#### **a) Secadero solares naturales**

Pueden a su vez ser de 2 tipos:

**Secadero solares directos:** Son el tipo más sencillo de secadero solar. Generalmente se utilizan para secado de productos agrícolas, tales como frutas, forrajes y hortalizas. En líneas generales constan de una superficie de secado cubierta por un material transparente, que protege al producto de la lluvia y de la polución. El material a secar se extiende de una capa fina sobre un fondo perforado y es expuesto directamente a la radiación solar.

**Secadero solares indirectos:** En este tipo de secaderos, la radiación solar no incide directamente sobre el producto a secar. El aire se calienta en un colector y es conducido a la cámara de secado para deshidratar el producto. Generalmente se utilizan como colectores placas solares para calentar el aire en aplicaciones que utilizan bajas y moderadas temperaturas.

#### **b) Secaderos solares semiartificiales**

En este tipo de secaderos solares el caudal másico de aire requerido es proporcionado por un ventilador. Uno de los sistemas más extendidos para el secado de productos agrícolas es el secadero solar de túnel.

#### **c) Secaderos solares asistidos**

En este tipo de secaderos se puede llevar a cabo un proceso de secado planificado y optimizado para obtener un producto de calidad. Se elimina la influencia de las condiciones climatológicas sobre la calidad del producto por la utilización de una fuente de energía independiente”.

#### **1.1.1.3.2. Secado por desecación mecánica**

Duran, F. (2008:99) establece que “la mayoría de los métodos de desecación artificial implican el paso de aire caliente con una humedad relativa controlada sobre el alimento a desecar o el paso del alimento por aire en las condiciones dichas. El más simple de los secadores, es el evaporador u horno, empleado a

veces en el medio rural el cual lleva a cabo la desecación del alimento aprovechando las corrientes naturales que se producen al calentar el aire.”

Casp, A. (2003:348) expresa que “los métodos de secado se ha desarrollado alrededor de los requerimientos específicos de cada producto. Por esta razón el proceso tiene lugar de muchas formas y se utilizan diferentes clases de equipos”.

#### **1.1.1.3.3. Otros métodos de secado**

- **Secado por microonda**

Casp (2003:383) menciona que “En el secado por microondas el producto se expone a ondas electromagnéticas de alta frecuencia. La transferencia de estas ondas al producto es similar a la transferencia de calor radiante, como resultado de estas ondas de alta frecuencias, las moléculas de agua se polarizan y tiende a cambiar de orientación. En el proceso de orientación, se genera suficiente calor para expeler la humedad del producto”.

- **Deshidratación Osmótica**

Sharma, S. (2003:225) opina que “la deshidratación osmótica es un proceso de eliminación de agua basado en el gradiente de agua y actividad de solubilidad a través de la membrana semipermeable de una célula. Se ha propuesto la aplicación de tratamiento osmótico como un paso intermedio antes del secado

o la congelación, para reducir la carga de agua del producto con una mejora simultánea de la calidad. Se ha propuesto también que la ósmosis es una técnica potencial para producir alimentos de humedad intermedia.

La deshidratación osmótica con recirculación requiere dos a tres veces menos energía que el secado convectivo. A temperatura de proceso relativamente bajas (50 °C), mejora el color del producto y la retención del sabor. La velocidad de pérdida de agua en la deshidratación osmótica depende de la concentración de la solución osmótica, el tiempo de contacto, la temperatura de proceso, la relación de solución osmótica a materiales alimenticios, así como el área superficial expuesta.

Sin embargo, la aplicación de la deshidratación osmótica en la industria alimentaria está limitada a causa de algunos problemas relacionados. La transferencia simultánea de soluto a los alimentos puede afectar la calidad del producto. Esto que se conoce como “endulzamiento” o “saladura” podría mejorar el sabor y el agrado de aceptación de algunos productos finales, como las rebanadas secas y endulzada de plátano, manzana, pera, etc.”

#### **1.1.1.4. Equipos para secado**

Umaña (2003:16) menciona que “debido a la amplia variedad en las características de los productos a tratar y a la diversidad de alimentos deshidratados en el mercado, existen diferentes tipos de secadores que son usados en la industria. Desde que la deshidratación es utilizada para la

conservación de alimentos, se han generado muchas opciones para su aplicación.

El primer deshidratador artificial fue introducido en Francia en 1795, este ya contaba con control de temperatura de 40 °C (105 °F) y un flujo continuo de aire caliente, fue utilizado para secar rodajas muy delgadas de frutas y vegetales.”

A continuación un detalle de los tipos de deshidratadores o secadores más comunes:

#### **a) Secaderos de aire por convección**

En este caso el material a secar se pone en contacto con un gas caliente que suministra el calor de vaporización del agua y arrastra el vapor formado. En la deshidratación de alimentos es poco frecuente el empleo directo de gases de combustión, utilizándose generalmente aire que se calienta indirectamente en un cambiador de calor, de carcasa y tubos, por el interior de los cuales circula vapor de agua o gases de combustión. También puede ser calentado usando resistencias eléctricas. (<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/.Pr46891DF>)

#### **b) Secaderos de túnel**

Se utiliza para grandes capacidades de producción y están indicados para el secado de frutas y hortalizas troceadas. Están formados por un túnel de hasta

25 m de longitud y sección transversal cuadrada o rectangular de unos 4 m<sup>2</sup> por el que se hace circular de manera semicontinua vagonetas que contienen el material a secar dispuesto en capas delgadas sobre bandejas de madera perforada o sobre mallas metálicas. El aire impulsado por ventiladores a través de un cambiador de calor entra en el túnel circulando a través de las vagonetas. Se suelen utilizar velocidades del aire comprendidas entre 2 y 7 m/s.

Estos secaderos se clasifican de acuerdo con las direcciones relativas del movimiento fluido-sólido en secaderos en paralelo y secaderos en contracorriente. En el primer caso el aire caliente y seco se pone en contacto con el material frío y húmedo por lo que se alcanzan altas velocidades de evaporación que originan un producto final poroso y de baja densidad debido a la pequeña contracción que tiene lugar.

En el secado en contracorriente, la fuerza impulsora y por tanto la velocidad de secado, varía mucho más suavemente a lo largo del túnel y en general aumenta a medida que progresa el secado. Estas circunstancias determinan frecuentemente una gran contracción del material originándose un producto de alta densidad. Sin embargo las condiciones en el extremo seco del túnel son tales que permiten alcanzar pequeños valores de la humedad final, si bien debe controlarse adecuadamente la temperatura de entrada del aire, ya que se va a poner en contacto con un producto prácticamente seco que puede recalentarse con facilidad. (<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/.Pr46891DF>)

### **c) Secaderos con evacuación central del aire**

Se utilizan para evitar los inconvenientes de los secaderos anteriores. A menudo se combinan empleando primero un flujo en paralelo, con aire más caliente y a mayor velocidad y a continuación un flujo en contracorriente con aire más frío y seco. De esta forma se acortan los tiempos de secado y se aumenta la capacidad de producción, siendo más fácil el control de las condiciones. (<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/.Pr46891DF>)

### **d) Secaderos de flujo transversal**

La dirección del aire es perpendicular al movimiento del alimento. Las condiciones de secado se controlan más fácilmente porque existen varios calentadores intercambiadores de calor y el tiempo de procesado se reduce. El contenido de humedad del producto final es más homogéneo pero el coste del equipo es superior. (<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/.Pr46891DF>)

### **e) Secaderos rotatorios**

Consisten en cámaras cilíndricas inclinadas, que al girar mantienen al producto en continuo movimiento. El cilindro está provisto de palas o aletas internas para favorecer la mezcla del producto y contacto con el aire caliente. El modo de calentamiento puede ser directo con aire caliente o indirecto por conducción y radiación a través de la pared. Estos secaderos son adecuados para productos que tienen tendencia a la adhesión y cierta resistencia mecánica, por ejemplo

el azúcar. (<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/.Pr46891DF>)

#### **f) Secaderos atomizadores**

Estos secaderos son ampliamente utilizados en la Industria agroalimentaria para el secado de disoluciones acuosas y suspensiones. En ellos el material a secar se introduce finamente pulverizado en una cámara en la que se pone en contacto con una corriente de aire caliente. Las gotitas producidas, de diámetro comprendido entre 10 y 200  $\mu\text{m}$ , presentan una gran superficie por unidad de volumen y entran en el aire con una velocidad de secado constante, la temperatura de los sólidos apenas se eleva por encima de la de bulbo húmedo del aire, hasta el final del proceso. Por esta razón los tiempos de residencia necesarios para la deshidratación son muy pequeños, usualmente de 1 a 10 segundos y no suelen sobrepasar los 30 segundos para no sobrecalentar el producto. El producto deshidratado obtenido es poroso y de gran calidad (leche en polvo). (<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/.Pr46891DF>)

#### **g) Secaderos de lecho fluidizado**

La fluidización de un lecho de partículas del material a secar con aire caliente se utiliza en la deshidratación de alimentos como zanahorias, cebollas, guisantes, harinas, salvados, cacao, café, sal y azúcar. Dado que la turbulencia, en general, es muy intensa y la distribución de temperatura uniforme, el secado transcurre a gran velocidad y el control del mismo puede realizarse con precisión. (<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/.Pr46891DF>)

#### **h) Secaderos neumáticos**

Si la velocidad del aire es lo suficientemente elevada para que arrastre a las partículas del material a secar se produce el secado durante el transporte neumático. Es decir el dispositivo actúa como secadero y transportador lo que puede ser útil en ciertas circunstancias. Estos secaderos se utilizan frecuentemente en la deshidratación de granos, harinas, patatas, granulados, cubos de carne etc. (<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/.Pr46891DF>)

#### **i) Secadero por contacto con una superficie caliente**

Los deshidratadores en los que el calor es transmitido al alimento por conducción presentan dos ventajas sobre los de aire caliente:

- No es preciso calentar un volumen grande de aire antes de la deshidratación por tanto su consumo energético es más bajo con respecto los deshidratadores de aire caliente.
- La deshidratación puede llevarse a cabo en ausencia de oxígeno, no existe riesgos de que alguno de los componentes se oxide.

(<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/.Pr46891DF>)

#### **j) Deshidratadores de tambor (de rodillos)**

Están constituidos por un rodillo o tambor que se calienta internamente alcanzando temperaturas comprendidas entre 120-170 °C mediante vapor a

presión. Sobre su cara externa se distribuye una capa fina y uniforme de alimento a deshidratar, bien por inmersión de una parte del tambor en el alimento o bien distribuyendo el mismo por pulverización o aspersion. La deshidratación se completa antes de que el rodillo complete un giro (entre 20 s y 3 m). Se utilizan para el secado de pasta y cereales precocinados. Cuando se trata de alimentos termosensibles se utilizan deshidratadores de tambor a vacío. (<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/.Pr46891DF>)

#### **1.1.1.5. Transferencia de calor y de masa**

Potter, N. (1995:224) expresa “cualquiera que sea el método de desecación empleado, la deshidratación de alimentos supone la introducción de calor en el producto y la eliminación de humedad. Estos dos procesos no están siempre favorecidos por las mismas condiciones operativas. Por ejemplo, el presionar el alimento entre dos placas calientes originaría un contacto íntimo y mejoraría la transferencia de calor en el mismo desde las superficies superior e inferior pero interferiría con la salida de la humedad libre. Sería mejor utilizar una placa inferior caliente para introducir calor, y dejar la superficie libre para eliminar la humedad.

En la deshidratación de alimentos, generalmente se persigue la máxima velocidad de deshidratación, y por ello se realizan esfuerzos para acelerar las velocidades de transferencia de calor y de masa. Las siguientes condiciones son importantes al respecto.

- **Área superficial**

Generalmente, el producto a desecar se subdivide en trozos pequeños o láminas finas para acelerar la transferencia de calor y masa. La subdivisión hace más rápida la desecación por dos razones. Primero, porque una mayor área superficial produce más contacto con la fuente calórica y una superficie mayor por la que la humedad puede salir. Segundo, porque las piezas más pequeñas y láminas más finas reducen la distancia que el calor tiene que recorrer para alcanzar el centro del alimento y la humedad para llegar a la superficie y escapar. Casi todos los tipos de desecadores de alimentos aseguran una gran área de superficie del producto a desecar.

- **Temperatura**

Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre la fuente calor y el alimento mayor será la velocidad de transferencia de calor; esta diferencia es la causa de la eliminación de la humedad. Cuando el medio calórico es el aire, la temperatura tiene un segundo efecto importante. Como la humedad se libera del alimento en forma de vapor, si este no se eliminase crearía una atmósfera saturada en la superficie del alimento, que reducirá la velocidad de la eliminación posterior del agua. Cuanto más caliente este el aire, más humedad retendrá antes de saturarse. Obviamente, un mayor volumen de aire también absorberá más humedad que uno menor. En el cuadro 1 se muestra la temperatura para la pérdida de agua en el alimento.

### CUADRO 1. TEMPERATURA Y PÉRDIDA DE AGUA

TEM. °C	HUM. REL.	g. AGUA / kg AIRE SECO
29	90	0,6
30	50	7
40	28	14,5
50	15	24

FUENTE: <http://manualdeshidratacion.blogspot.com>  
ELABORADO POR: Toala, P (2015)

#### • Velocidad de aire

El aire caliente no solo retiene más humedad que el frío, sino que al estar en movimiento, esto es, con alta velocidad, elimina la humedad de la superficie del alimento evitando que cree una atmósfera saturada. Por esto la ropa se seca más rápidamente cuando hace viento.

#### • Humedad

Cuando el aire es el medio desecante, cuanto más seco este más rápido será el proceso. El aire húmedo está más cerca de la saturación y puede absorber y retener menos humedad adicional que el seco.

Pero la sequedad del aire también determina el nivel de humedad hasta el que puede desecarse el producto alimenticio. Los productos desecados son higroscópicos. Cada alimento tiene su humedad relativa de equilibrio; es la humedad a una temperatura dada a la que ni pierde ni absorbe humedad de la atmósfera. Por debajo de este nivel de humedad atmosférica el alimento puede

desecharse más; por encima no es posible y por el contrario absorbe humedad de la atmosfera.” En el cuadro 2 se muestra la humedad perdida por el secado.

**CUADRO 2. HUMEDAD PERDIDA POR EL SECADO**

<b>T Constante ampolla húmeda (°C)</b>	<b>Gramos agua kg aire seco</b>
0	3
5	4
10	6
15	9
20	15
25	20
30	27
35	36
40	47
45	62
50	85
55	120
60	160

FUENTE: <http://manualdeshidratacion.blogspot.com>

ELABORADO POR: Toala, P (2015)

#### • **Presión atmosférica y vacío**

Si el producto es colocado en una cámara de vacío, su humedad podrá ser extraída a una temperatura menor que con mayor presión. A una temperatura determinada, con o sin vacío, la intensidad de extracción de agua del alimento será mayor con menor presión. (<http://manualdeshidratacion.blogspot.com>)

- **Evaporación y temperatura**

“Mientras el agua se evapora desde su superficie, la va enfriando. Este enfriamiento es el resultado de la absorción del calor latente por el agua en su fase de transformación de líquido a gas. El calor para la evaporación se obtiene del medio, lo que produce su enfriamiento. La cantidad de calor requerida para evaporar un gramo de agua a una temperatura de 60 °C es de 560 kcal.”

(<http://www.manualdeshidratacion.blogspot.com>)

- **Tiempo y temperatura**

Potter, N. (1995:226) indica “como todos los métodos importantes de deshidratación de alimentos utilizan calor y dado los componentes de los alimentos son sensible a la temperaturas, se debe llegar a un compromiso entre la velocidad máxima posible de desecación y el mantenimiento de la calidad del alimento. Con pocas excepciones los procesos de deshidratación que utilizan temperaturas altas durante periodos de tiempo cortos causan menos daños al alimento que lo que se efectúan a temperaturas más bajas durante tiempos más largos. Son varios los procesos de desecación que consiguen la deshidratación en unos minutos, aun menos si el alimento está suficientemente subdividido.”

- **Producto**

“Las características del producto, su naturaleza y el tamaño de las partículas

también influyen en la intensidad del deshidratado. Muchos alimentos tienen una capa exterior de protección que impide que su interior se seque por completo. No hay mucho que se pueda hacer en el caso de los cereales y legumbres, que normalmente se secan enteros, pero el nivel de secado de otros productos puede facilitarse si el alimento se pela y/o se corta. Luego que la humedad de la superficie de un alimento se ha retirado por evaporación, la intensidad de secado depende de la velocidad con la que su humedad interna se dirige hacia su superficie, la que varía de un producto a otro.

Por ejemplo, a diferencia de los materiales con almidón, los alimentos ricos en azúcares liberan más lentamente su contenido de humedad, por lo que necesitan más tiempo para su deshidratado.

El tamaño también es un factor a tomar en cuenta: mientras más pequeña sea la pieza del alimento que se va a deshidratar, menor será la distancia que debe recorrer la humedad interna para llegar a la superficie. Por ello, técnicas como el cortado y rebanado son muy útiles.” (<http://www.manualdeshidratacion.blogspot.com>)

#### **1.1.1.6. Tiempo de deshidratación de frutas**

El tiempo de deshidratado depende del producto, su grosor, humedad relativa, calor, temperatura ambiente, etc. A continuación se incluye el Cuadro # 3 en que se detallan los tiempos de deshidratación de algunas frutas.

**CUADRO 3. TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS**

<b>FRUTA</b>	<b>TIEMPO 50 °C Y 60 °C, HORAS</b>
Arándano	8-12
Cereza	18-30
Ciruela	18-24
Damasco	16-36
Durazno, nectarín	24-36
Frutilla	20
Higo	10-12
Manzana	6-12
Níspero	14-18
Plátano	8-16
Pera	24-36
Piña	24-26
Ruibarbo	18-20
Uva	24-48

FUENTE: <http://manualdeshidratacion.blogspot.com>  
ELABORADO POR: Toala, P (2015)

## **1.1. Características sensoriales de rodajas banano (*musa sapientum l*)**

### **1.1.1. Banano**

#### **1.1.1.1. Definición**

“Es una fruta de origen tropical, de forma oblonga; durante su desarrollo éstos se doblan geotrópicamente y según el peso, hace que el pedúnculo también se doble. Esta reacción determina la forma del racimo. Los plátanos son

polimórficos, pudiendo contener de 5 a 20 manos, cada una con 2 a 20 frutos; siendo su color amarillo verdoso o amarillo.

Los bananos son la fruta más popular del mundo. De hecho, el banano no es un árbol sino una hierba alta que crece hasta 15 metros. Se cree que existen casi 1000 variedades de banano en el mundo, subdivididos en 50 grupos. El banano más popular es la variedad conocida como Cavendish, que se produce para los mercados de exportación”. (<http://yeisferalex.blogspot.com/2009/03/definicion-del-banano.html>)

“El banano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para la economía de muchos países en desarrollo. En términos de valor bruto de producción, el banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y del maíz”. ([www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../CAPÍTULO%201.doc](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../CAPÍTULO%201.doc))

Desde el punto de vista de la deshidratación de la banana, los principales productos comerciales son los dedos secos (banana entera deshidratada), láminas (corte longitudinal), rodajas (corte transversal), banana en polvo, harina, y puré. (<http://manualdeshidratacion.blogspot.com>)

#### **1.2.1.2. Composición nutricional**

“Es un alimento sencillo y altamente nutritivo. Es muy fácil de consumir y digerir, cualidades que lo hacen atractivo para personas de todas las edades.

Es una de las frutas más populares y más consumidas en el mundo, ocupa un lugar importante en la dieta de las personas.

“El banano es una de las frutas más populares del trópico gracias a su contenido de potasio y rico sabor es un alimento ideal para niños y adultos.”

(<http://www.angelfire.com/zine2/frutastropicales> )

“El banano en su composición y calidad nutritiva cuenta con 16 aminoácidos, de los cuales 9 son esenciales para el ser humano, incluyendo la histidina que es más recomendada para lactantes la que se encuentra en mayor cantidad. Una proteína importante es el Triptófano que es asimilable por el cuerpo ayudando a mejorar el estado de ánimo en las personas. El banano fresco contiene 10 minerales, entre ellos oligoelementos como el cobre, zinc, selenio y electrolitos, como el sodio. Un banano cubre aproximadamente el 33% de las necesidades de potasio que un niño en edad escolar necesita diariamente”.

( [www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../CAPÍTULO%201.doc](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../CAPÍTULO%201.doc))

“Las bananas son una buena fuente de fibra, vitamina C y potasio. Una banana tiene 16% de fibra, 15% de vitamina C y 11% del potasio que necesitamos cada día. Como otras frutas y vegetales, las bananas son bajas en calorías y no contienen grasas, colesterol ni sodio”. A continuación se incluye el cuadro # 4 que se detalla la composición de nutrientes del banano por 100 gr.

#### CUADRO 4. NUTRIENTES DEL BANANO

NUTRIENTES DEL BANANO (POR 100 GRAMOS)	CALORIAS 99
Carbohidratos (G)	23
Fibra (G)	1
Potasio (Mg)	400
Vitamina C (Mg)	11
Magnesio (Mg)	34
Cobre (Mg)	0.1
Folatos (Mcg)	14
Vitamina B6 (Mg)	0.3
Grasas	0.3

Fuente: <http://www.angelfire.com/zine2/frutastropicales/>  
Elaborado por: Toala, P. (2015)

##### 1.2.1.3. Banano deshidratado

El banano deshidratado o banano pasa, es un producto típico de las zonas costeras de América Central, donde se aprovechan los excedentes de la exportación bananera para su elaboración; se vende principalmente en las rutas turísticas. (<http://www.theworldwidegourmet.com/fruits/banana/banana.htm>)

##### 1.2.1.4. Proceso de elaboración de rodaja de banano deshidratado

A continuación el detalle de las operaciones del proceso de elaboración de rodajas de banano deshidratado:

**Selección:** Se seleccionan los bananos con la madurez adecuada (color amarillo) y se separa la fruta verde o sobremadura.

**Lavado:** Se sumergen los bananos en un baño de agua clorada. El agua se clora agregando cloro al agua de lavado en una proporción de 2 ppm (2 mg de

cloro por litro de agua).

**Pelado y troceado:** Los bananos se pelan en forma manual o mecánica y se cortan en rodaja de 4 a 6 mm.

**Inmersión en baño con ácido cítrico:** El fruto pelado se sumerge en una solución que contiene un gramo de ácido cítrico en dos litros de agua durante 10 minutos, con el fin de prevenir el oscurecimiento del banano por reacciones de oxidación e inhibir el crecimiento de microorganismos.

**Drenado:** Se saca la fruta del baño con ácido cítrico y se coloca sobre una malla para que escurra el exceso de agua.

**Inmersión en jarabe:** El banano se sumerge en una concentración por una hora a 70 grados centígrados, que está compuesta por 2800 gr de azúcar y 4 litros de agua.

**Drenado:** Se la retira la fruta de la inmersión del jarabe y se coloca sobre una malla para que escurra el exceso de agua.

**Secado:** La fruta se acomoda en bandejas de malla y se pone a secar a una temperatura de 70-80 °C durante 8-16 horas, en un secador con aire caliente. El punto final está determinado por el contenido de humedad, entre 12 y 15%.

**Empaque:** Los bananos secos se recogen en un recipiente de plástico o en

una bolsa para enfriarlos y uniformizar el contenido de humedad. Al día siguiente se empacan en láminas de cartón, que luego se cubren con plástico celofán.

**Almacenamiento:** El almacenamiento del banano deshidratado debe hacerse en lugares secos, con buena ventilación, sin exposición a la luz directa y sobre anaqueles. (<http://www.theworldwidegourmet.com/fruits/banana/banana.htm>)

#### **1.2.1.5. Características sensoriales del banano deshidratado**

Entre las principales características sensoriales del banano se destacan:

**Apariencia:** Café claro: rodajas, cubos, café oscuro: entero, trozos, cubos.

**Sabor y olor:** Banano

**Textura:** Suave y seca

**Humedad:** Humedad 12 a 16%: entero, trozos, cubos oscuros, tiras oscuras.

(<http://www.b2becuador.net/driedfruits/pdf/banano.pdf>)

## CAPITULO II

### 2. ESTUDIO DE CAMPO

#### 2.1. Metodología

##### 2.1.1. Tipo de investigación

**Bibliográfica o Documental.-** Esta investigación se realizó a partir de la revisión de fuentes bibliográficas, webgráficas y publicaciones que tengan que ver con el tema, las mismas que permitieron fundamentar el desarrollo, teórico y práctico de la investigación.

**Experimental o de Laboratorio.-** Es experimental por que se utilizaron algunas soluciones para que no se oscurezcan las rodajas de banano al momento en que fueron sometidas al proceso de deshidratación.

##### 2.1.2. Nivel de investigación

**Explorativo.** Se empleó este nivel de investigación al explorar como varían las características sensoriales en las rodajas de banano al momento de aplicarles diferentes tiempos de deshidratación.

**Descriptivo.-** Se describió en detalle el proceso de deshidratación de rodajas de banano y los resultados obtenidos a partir del mismo.

**Correlativo.-** Se utilizó el nivel correlativo debido a que se manipuló la variable tiempo de secado para determinar su incidencia en la variable características sensoriales del producto deshidratado.

### **2.1.3. Métodos**

**Analítico.-** Al analizar si el tiempo utilizado en el proceso de deshidratación afectó a las características sensoriales del producto terminado.

**Inductivo.-** Por cuanto a partir de la observación, análisis y clasificación de los hechos se planteó una hipótesis que brinda una solución al problema descrito y que se comprobó con el desarrollo de la investigación.

**Inductivo.-** Por cuanto a partir de los resultados obtenidos se establecieron las conclusiones de la investigación

### **2.1.4. Técnicas de recolección de información**

**Observación:** Para analizar los diferentes cambios de las rodajas de banano (*Musa Sapientun L.*) se registraron todos los cambios visibles en fichas de observación para realizar su posterior análisis; entre las observaciones más relevantes se puede mencionar el cambio de color originado por la transformación de los azúcares (caramelización) por efecto de la temperatura de secado y la exposición a la luz solar. En el anexo Nº 1 se incluye el modelo de la ficha de observación usada

**Diseño experimental:** Se utilizó un diseño completamente al azar A\*B, donde el factor A corresponde al tiempo utilizado en la deshidratación de rodajas de banano y el factor B a las características sensoriales del producto; de las interacciones de estos dos factores se obtuvieron los valores que permitieron establecer si el tiempo de secado influye en las características sensoriales de rodajas de banano.

A continuación en el Cuadro 5 se detallan los tratamientos que se usaron en la presente investigación.

**Cuadro 5. DETALLE DE TRATAMIENTOS**

<b>Código</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Replica</b>
153	8 horas	Secado de rodajas de banano 60 °C	1
918	10 horas	Secado de rodajas de banano 65 °C	1
438	12 horas	Secado de rodajas de banano 70 °C	1
822	14 horas	Secado de rodajas de banano 75 °C	1
705	16horas	Secado de rodajas de banano 80 °C	1

**ELABORADO POR:** Toala. P. (2015).

**Análisis sensorial.-** Se realizó un panel sensorial con 30 catadores no entrenados (estudiantes de cuarto año de la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone) para evaluar los atributos de sabor, aroma, textura, apariencia y calidad general de las rodajas de banano deshidratadas.

**Análisis Físicoquímico.-** Dentro de los análisis físicoquímicos se realizó el análisis de humedad al mejor tratamiento de las rodajas de banano evaluadas, el mismo se llevó a cabo en los Laboratorios de Bromatología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL)

**Análisis Microbiológicos.-** Se realizó análisis de mohos y levaduras al mejor tratamiento de las rodajas de banano evaluadas, el mismo que se llevó a cabo en los Laboratorios de Microbiología de la ESPAM MFL.

## **2.2. Resultados**

### **2.2.1. Tiempo de secado en características sensoriales de las rodajas de banano**

Como ya se mencionó antes para establecer el efecto del tiempo de secado en las características sensoriales de las rodajas de banano se planteó un diseño completamente al azar  $A*B$ , en donde el factor A corresponde al tiempo utilizado en la deshidratación de las rodajas y el factor B corresponde a las características sensoriales del producto elaborado.

De la manipulación de las variables estudiadas se registraron diferentes variaciones en las variables respuestas, las cuales fueron registradas de manera continua y posteriormente se realizó su tabulación y análisis estadístico

mediante el software SPSS v15.0; obteniendo los resultados que se muestran a continuación en la Tabla 1

**Tabla 1. Análisis de Varianza**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
apariencia	Inter-grupos	26,240	4	6,560	9,262	,000
	Intra-grupos	102,700	145	,708		
	Total	128,940	149			
Sabor	Inter-grupos	6,133	4	1,533	2,335	,058
	Intra-grupos	95,200	145	,657		
	Total	101,333	149			
Aroma	Inter-grupos	4,173	4	1,043	1,928	,109
	Intra-grupos	78,467	145	,541		
	Total	82,640	149			
Textura	Inter-grupos	15,293	4	3,823	6,687	,000
	Intra-grupos	82,900	145	,572		
	Total	98,193	149			
calidad general	Inter-grupos	11,507	4	2,877	5,513	,000
	Intra-grupos	75,667	145	,522		
	Total	87,173	149			

Fuente: SPSS v15.0

Como se aprecia en la Tabla 1, los atributos: apariencia, textura y calidad general presentan diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), indicando que existen diferencias entre los tratamientos estudiados. De igual manera se observa que los atributos de sabor y aroma son no significativos, esto último es favorable ya que los catadores determinaron que ninguno de los tratamientos estudiados afectó el aroma y el sabor del producto logrando mantener su atractivo y característico sabor y aroma, y permitiendo la aplicación de cualquiera de los tratamientos sin necesidad de sacrificar estos atributos o recurrir a operaciones adicionales que permitan su recuperación y/o eliminar cualquier otro aroma o sabor que el producto hubiera adquirido durante el proceso.

Para categorizar las diferencias de los atributos apariencia, textura y calidad general se realizó la prueba de medias de Tukey, con la finalidad de establecer que tratamiento presentó mejores propiedades para los catadores.

**Tabla 2. Prueba de Tukey para el atributo Apariencia**

Código	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
153	30	2,23	
433	30		3,00
918	30		3,13
822	30		3,33
705	30		3,40
Sig.		1,000	0,354

Para el atributo apariencia se evidencia en la Tabla 2 que el mejor tratamiento corresponde al 705 (temperatura = 80 °C y tiempo de secado = 16 horas); tendencia que se mantiene en los atributos de textura y calidad general como puede apreciarse en las Tablas 4 y 5 respectivamente.

**Tabla 3. Prueba de Tukey para el atributo Textura**

Código	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
153	30	2,83	
918	30	3,37	3,37
822	30		3,50
433	30		3,53
705	30		3,80
Sig.		0,054	0,178

**Tabla 4. Prueba de Tukey para el atributo Calidad General**

Código	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
153	30	3,00	
918	30		3,63
433	30		3,67
822	30		3,67
705	30		3,77
Sig.		1,000	0,953

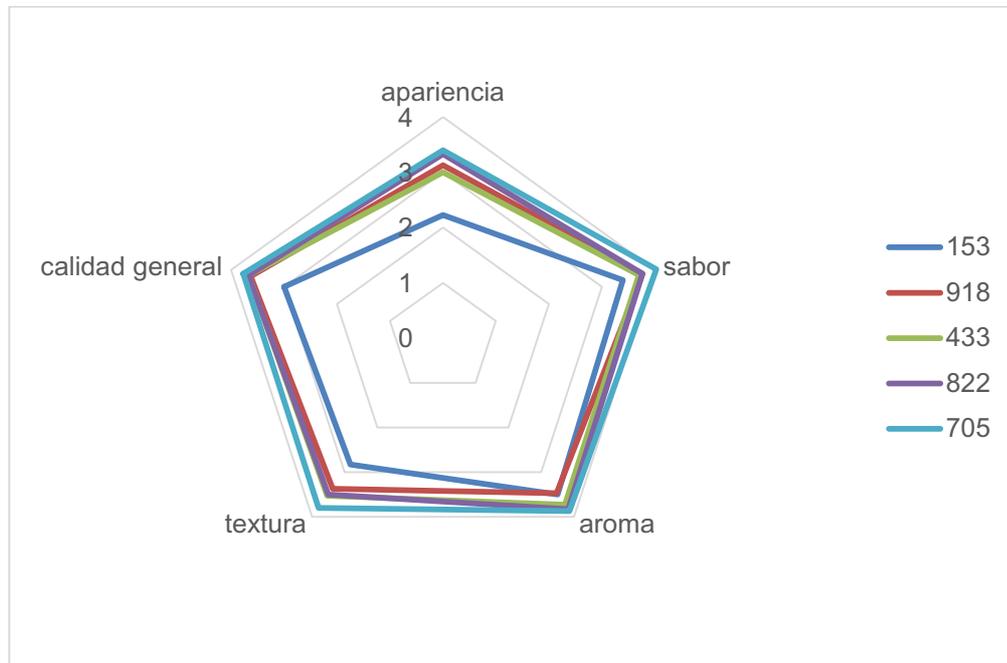
Observando de manera detenida las categorías se puede apreciar que en todos los atributos el segundo mejor resultado se alterna entre los diferentes tratamientos aplicados, lo cual afianza la estabilidad de las características otorgadas al producto.

Adicionalmente se puntualiza que el peor tratamiento en todos los atributos corresponde al tratamiento 153, al ser el tratamiento que presenta la menor media y ubicarse en la última categoría del análisis.

De lo anterior se puede expresar que el mejor tratamiento de los estudiados corresponde al tratamiento 705 (Temperatura =80 °C y Tiempo de Secado = 16 horas), conservando el aroma del producto y manteniendo características atractivas para los consumidores.

En la Figura 2 se ilustran los resultados obtenidos por el tratamiento 705 en comparación con los demás tratamientos.

**Figura 2.** Comparación entre tratamientos estudiados



### **2.2.2. Descripción de tratamiento previo a la deshidratación de las rodajas de banano**

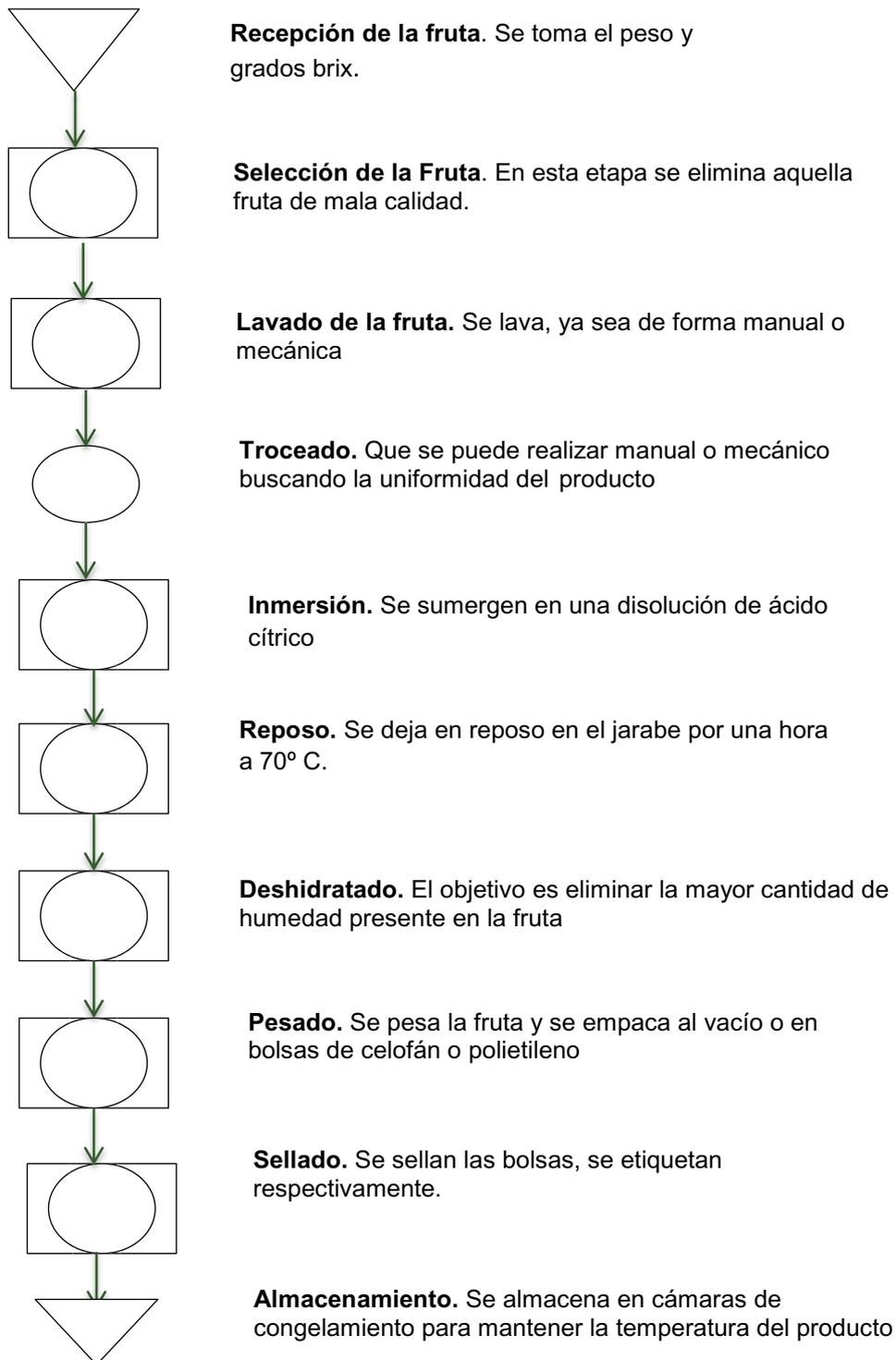
Para la elaboración de las rodajas de banano deshidratado se debe realizar un tratamiento previo a la materia prima con la finalidad de lograr un producto estable y sin presencia de defectos producto de la interacción de los elementos físicos ambientales que pueden alterar la composición y/o características organolépticas del producto terminado.

Considerando lo anterior se detalla el proceso previo al que debe someterse las rodajas de banano antes de ingresar a los equipos de deshidratación para obtener un producto con mejores características.

Las bananas lavadas con agua clorada al 5% se secan y se procede a retirar la cáscara de las mismas, para posteriormente sumergirlas en un recipiente que contiene una solución de ácido cítrico al 0,05%; la inmersión se realiza por 10 minutos, tiempo que permite al ácido cítrico actuar sobre la superficie y el interior de la banana para evitar su pardeamiento enzimático producto de la interacción con el oxígeno presente en el aire.

Transcurridos los 10 minutos del tratamiento, las bananas son cortadas en rodajas de  $5 \text{ mm} \pm 0,5$ ; con ayuda de una fileteadora, para posteriormente sumergirlas en una solución de sacarosa al 70% por un lapso de tiempo de 20 minutos; durante este período se debe mantener la temperatura de la solución de sacarosa a  $70 \pm 1$  grados Celsius, con la finalidad de facilitar el intercambio de solutos desde la solución a la rodaja y permitir que se genere una reducción del agua libre que contiene la misma.

### 2.2.3. Puntos de control crítico en el proceso de deshidratación de las rodajas de banano



**Figura 1. Proceso de elaboración de rodaja de banano deshidratado**  
Elaborado por: Toala, P (2015)

Del análisis del diagrama de procesos (Figura 1) incluido en la página anterior, se establecen los siguientes puntos de control crítico (PCC) con su respectivo detalle:

- a) **Inmersión en solución de ácido cítrico:** Por cuanto la no realización o deficiente período de inmersión se reflejará en la alteración de las propiedades organolépticas del producto final, ya que este proceso evita el pardeamiento, proceso químico y enzimático que altera en menor o mayor grado la composición del producto.
  
- b) **Inmersión en solución de sacarosa:** Esta operación es determinante en la efectividad del proceso de deshidratación, ya que aquí se inicia la reducción del contenido de agua del producto, a la vez que se potencia el sabor por la adición de azúcares al interior del producto y la formación de una fina película de azúcares que por efecto de la temperatura le brinda brillo y un acabado uniforme al producto.
  
- c) **Llenado y sellado:** Esta operación tiene su importancia al ser el banano deshidratado un producto de alto contenido de azúcares y baja actividad del agua; lo que lo vuelve un medio de cultivo ideal para hongos, los cuales pueden ingresar a los recipientes y/o empaques del producto y proliferar alterando así la calidad del producto.

#### **2.2.4. Evaluación de características físicas-químicas y microbiológicas del mejor tratamiento**

El producto (rodajas de banano deshidratado) obtenido del tratamiento 705, fue considerado por los catadores como el producto con las mejores características sensoriales, ante lo cual se realizó los respectivos análisis físico-químicos para determinar sus valores referenciales.

Se sometió el producto a la prueba de humedad establecido en la Norma INEN 464, obteniendo un valor de 13,88% de humedad, valor que se encuentra dentro de lo permitido por el Codex Alimentario.

Respecto a los análisis microbiológicos, se realizaron las pruebas de mohos y levadura establecidas en la Norma NTE INEN 1529-15 y NTE INEN 1529-8 obteniendo valores de 96 y 128 UFC/g respectivamente, valores que se encuentran fuera de los rangos permitidos por el Codex alimentario.

## **CAPITULO III**

### **3. DISEÑO DE PROPUESTA**

#### **3.1. Tema**

##### **3.1.1. Tiempo óptimo de secado de las rodajas de banano (*Musa Sapientum* L.)**

Una vez realizada la presente investigación se estableció que la mejor manera de conservar las características sensoriales de las rodajas de banano deshidratado, es someter el producto a un deshidratado en estufa a temperaturas de 80 °C durante por 16 horas, con un tratamiento previo de inmersión en una solución al 3% de ácido cítrico y una osmodeshidratación en una solución al 75% de sacarosa, obteniendo de esta manera un producto aceptable por los consumidores y apto para el consumo humano; ante lo cual se plantea este proceso como propuesta para la obtención de rodajas de banano deshidratado.

## **CAPITULO IV**

### **4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. Tiempo de secado en características sensoriales de las rodajas de banano**

De acuerdo a los catadores el tratamiento que presentó mejores características sensoriales corresponde al 705 (Temperatura = 80 °C y Tiempo de secado = 16 horas) en el que se usó el mayor tiempo de secado del rango preestablecido que osciló entre 10 a 16 horas. A partir de esa evaluación sensorial se pudo establecer que existen diferencias significativas para todos los parámetros estudiados, excepto el aroma y sabor, lo cual concuerda con lo expresado por Moreno (2014); quién manifiesta que “la deshidratación por aire caliente influye en cambios sensoriales de las muestras, muy marcados en la textura, que se pueden ver afectados por diferentes variables del proceso, como la temperatura, la velocidad del aire o el tiempo de exposición”

#### **4.2. Tratamiento previo a la deshidratación**

Se seleccionó la osmodeshidratación como tratamiento previo a la deshidratación, para lo cual se utilizó una solución de sacarosa al 70%, para reducir el contenido de agua del producto y potenciar el sabor del mismo mediante la adición de azúcares; lo cual coincide con lo reportado por García (2010), quién utilizó una solución concentrada de sacarosa en “proporción de

20/5 (p/p) (azúcar/sal), puesto que con ésta se logró una mayor disminución de la humedad en los dos pretratamientos (osmodeshidratación y osmodeshidratación al vacío) y un menor tiempo para alcanzar la humedad en equilibrio en las pruebas preliminares de secado con aire caliente”.

#### **4.3. Puntos de control críticos en proceso de deshidratación de rodaja de banano**

Uno de los puntos críticos de control (PCC) del proceso de elaboración de rodajas de banano deshidratadas es la inmersión de las mismas en una solución de ácido cítrico previo a la osmodeshidratación, para evitar el pardeamiento enzimático, provocado por la enzima polifenoloxidasas en presencia del oxígeno; lo cual coincide con Chaves, M. (2006) quien destaca que el ácido cítrico ejerce un efecto inhibitorio sobre la polifenoloxidasas mediante dos mecanismos: por quelación del cobre (necesario para el funcionamiento de la enzima) y por acidulación, disminuyendo el pH y por tanto la actividad de la misma.

#### **4.4. Características físico-químicas y microbiológicas**

El contenido de humedad se redujo significativamente a 13.88% en relación con el contenido inicial de 62.25%, esto puede deberse al proceso de inmersión en la solución de sacarosa (deshidratación osmótica), tal como lo expresa Rodríguez *et al.* (2013) quien determinó que el tratamiento osmótico del

producto ocasionó la reducción drástica del contenido de humedad de las muestras.

El contenido de mohos en las rodajas de banano deshidratado se ubica en 96 UFC/g y el contenido de levaduras en 128 UFC/g, valores que se ubican por encima de los límites admitidos, que es ausencia de mohos y levaduras. Estos resultados pueden deberse a que como el pH de las frutas es ácido y la actividad agua es menor, éstas son atacadas principalmente por mohos y levaduras durante el almacenamiento, tal como reporta Carrillo y Audisio (2007).

## CONCLUSIONES

- Se establece que el tiempo de secado si afecta a las características sensoriales de las rodajas de banano, siendo el tratamiento 705 (Temperatura = 80 °C; Tiempo de secado = 16 horas) el que presenta mejores características organolépticas de acuerdo a la apreciación de los catadores.
- Se logró describir el tratamiento al que tenían que someterse las rodajas de banano previo al proceso de deshidratación, el cual consistió en la detención del proceso de pardeamiento enzimático mediante un tratamiento con ácido cítrico y la reducción inicial del contenido de agua de las rodajas mediante osmodeshidratación.
- Se identificaron los puntos de control crítico (PCC), los cuales corresponden a las operaciones de inmersión para la detención del pardeamiento enzimático, a la inmersión en solución de sacarosa para la reducción del contenido de agua de las rodajas y al llenado y sellado del producto final en los envases correspondientes.
- Se evaluaron las características físicas-químicas, del mejor tratamiento correspondiente a la humedad (13,88%) y las características microbiológicas, correspondientes a mohos y levaduras (96 y 128 UFC/g) encontrándose que éstas estaban dentro de los valores establecidos en la ficha técnica de banano deshidratado de la empresa B2B ECUADOR S.A.

## RECOMENDACIONES

- Realizar una comparación del secado natural versus el secado en estufa para determinar la incidencia de ambos en las características sensoriales de las rodajas de banano deshidratado.
- Estudiar la concentración de ácido cítrico y sacarosa en las soluciones de inmersión utilizadas en la inactivación enzimática y la osmodeshidratación con la finalidad de identificar el efecto de estas soluciones sobre la calidad de las rodajas de banano.
- Establecer planes de acción con la finalidad de mitigar los posibles efectos del descuido de los puntos de control crítico en el proceso de elaboración de banano deshidratado por parte de los potenciales productores de este producto.
- Hacer una caracterización fisicoquímica y bromatológica de las rodajas de banano deshidratado para conocer su composición exacta y el aporte nutricional a los consumidores.

## BIBLIOGRAFÍA

Casp, A. y Abril. J. (2003). Proceso de conservación de alimentos. Segunda edición mundi-prensa. España; editorial artes gráficas cuestas S.A

Duran, F. (2008). Ciencia tecnología e industria de alimento. Colombia. Grupo latino.

Duran, F. (2007). Manual del ingeniero de alimentos. Colombia. Grupo latino Ltda.

García, M., Cortes, M., y Rodríguez, E. (2010). Evaluación del secado de perejil aplicando técnicas de deshidratación osmótica como pretratamiento. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín vol. 63 nº 2. Colombia.

Ibarz, A. y Barvosa-Canovas, G. (2005). Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. Ediciones mundi-prensa. Madrid, Barcelona, México; Editorial artes gráficas cuestas S.A

Moreno, D., Sierra, H., y Díaz-Moreno, C. (2014). Evaluación de parámetros de calidad físico – química, microbiológica y sensorial en tomate deshidratado comercial (*Lycopersicum esculentum*). Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica vol. 17 nº 1. Bogotá.

Muñiz, S., García, A., Calderín, A., & Hernández, A. (2011) Evaluación de la calidad de la fruta bomba (Carica papaya L.) variedad Maradol roja deshidratada utilizando el método de deshidratación osmótica (DO).

Potter, N. y Hotchkiss, J (1995). Ciencia de los alimentos. Zaragoza (España); Editorial acribia S. A.

Rodríguez, G., Zuluaga, C., Puerta, L., y Ruiza, L. (2013). Evaluación de parámetros fisicoquímicos en el proceso de fritura de banano osmodeshidratado. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial vol. 11 nº 1. Popayán.

Sharma, S., Mulvaney, S., & Rizvi, S. (2003). Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Primera edición, México; editorial Limusa S.A.

Umaña, E. (2003). Estrategias de productos deshidratado, fruta-vegetales-hierbas. San Salvador. Edición formato FIAGRO.

## **WEFGRAFIA**

<http://www.manualdeshidratacion.blogspot.com>

<http://yeisferalex.blogspot.com/2009/03/definicion-del-banano.html>

[www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../CAPÍTULO%201.doc](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../CAPÍTULO%201.doc)

<http://www.angelfire.com/zine2/frutastropicales>

<http://www.theworldwidegourmet.com/fruits/banana/banana.htm>

<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/.Pr46891DF>

## **ANEXO**

## Anexo # 1. Ficha de Observación



**UNIVERSIDAD LAICA “LAICA ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

**EXTENSIÓN CHONE**

**Ficha de Observación**

**Tema:** “El tiempo de secado en las características sensoriales en a las rodajas de banano (*Musa Sapientum L.*)”.

**Subtema:** Características sensoriales.

**Lugar:** Planta de Alimentos de la ULEAM Extensión Chone.

**Fecha:**

**Observación:**

## Anexo # 2. Ficha de catación

### Evaluación Sensorial

No. Grupo

Nombre Juez

Nombre del  
Producto

Fecha

- Frente a usted hay dos muestras de BANANO DESHIDRATADO para que las compare en cuanto a: APARIENCIA, AROMA, TEXTURA, SABOR Y CALIDAD GENERAL.
- Observe y pruebe cada una de las muestras e indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra de acuerdo a la Tabla de Puntaje/Categoría escribiendo el número correspondiente en la línea del Código de cada muestra.

PUNTAJE	CATEGORÍA
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

CÓDIGO	CALIFICACIÓN PARA CADA ATRIBUTO				
	AROMA	APARIENCIA	SABOR	TEXTURA	CALIDAD GENERAL

### Anexo # 3. Ficha de análisis fisicoquímicos

	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI ESPAM "MFL"	No. 1230
		CÓDIGO: F-G-SGC-007
		REVISIÓN: 0
		FECHA: 22/9/2003
		CLÁUSULA: 4.6
		PAGINA 1 DE 1
<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		
NOMBRE DEL CLIENTE:	PROSPERO PASCUAL TOALA SALVATIERRA	
SOLICITADO POR:	PROSPERO PASCUAL TOALA SALVATIERRA	
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TOSAGUA	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	GUINEO DESHIDRATADO	
TIPO DE MUESTREO:	CLIENTE	
ENSAYOS REQUERIDOS:	HUMEDAD	
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	21/04/2015 14H40	
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:	22/04/2015	
LABORATORIO RESPONSABLE:	BROMATOLOGÍA	
TÉCNICO QUE REALIZÓ EL ANÁLISIS:	ING. JORGE TECA D. – ING. EUDALDO LOOR M.	

ITEM	PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS
				GUINEO DESHIDRATADO
1	HUMEDAD	INEN 464	%	<b>13,88</b>

**OBSERVACIONES:**

---



**FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO**  
Fecha: 22/04/2015



**FIRMA DEL GERENTE DE CALIDAD**  
Fecha: 22/04/2015

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro  
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 – 685134 Email: [espam@mnbsatnet.net](mailto:espam@mnbsatnet.net)  
 Visite nuestra página web [www.espam.edu.ec](http://www.espam.edu.ec)

## Anexo # 4. Ficha de análisis microbiológico

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



LABORATORIO DE  
MICROBIOLOGÍA ÁREA  
AGROPECUARIA

#### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS "GUINEO DESHIDRATADO"

<b>Cliete:</b>	Prospero Tóala Salvatierra	<b>N° de análisis</b>	016
<b>Dirección:</b>	Tosagua	<b>Fecha de recibido</b>	21/04/2015
<b>Teléfono:</b>	0980475318	<b>Fecha de análisis</b>	21/04/2015
<b>Nombre de la Muestra:</b>	Guineo deshidratado	<b>Fecha de muestreo</b>	21/04/2015
<b>Cantidad Recibida:</b>	25 gramos	<b>Fecha de reporte</b>	25/04/2015
<b>Tipo de Envase:</b>	Envase de vidrio	<b>Método de muestreo</b>	NTE INEN 1529-15 / NTE INEN 1529-8
<b>Observaciones:</b>	El laboratorio no se responsabiliza por la toma y traslado de la muestra	<b>Responsable muestreo:</b>	NTE INEN 1529-15 / NTE INEN 1529-8
<b>Objetivo del muestreo:</b>	Control de calidad		

WWW.ESPAM.EDU.EC

### RESULTADOS

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Guineo deshidratado	Mohos	UFC/ g	AUSENCIA	96	-
	Levadura	UFC/ g	AUSENCIA	128	-

Blgo. Johnny Navarrete A.  
COORDINADOR DEL LAB. DE MICROBIOLOGÍA

## Anexo # 5. Fotografías



Fotografía 1. Pesado del banano



Fotografía 2. Troceado del banano



Fotografía 3. Inmersión en el jarabe



Fotografía 4. Colocación en la estufa