



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

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA: INGENIERIA EN ALIMENTOS

TRABAJO DE TITULACIÓN, MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACION.

TITULO:

**“EL EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN SOLAR EN LA CONSERVACIÓN
DE LA PAPAYA Y EL BANANO”**

AUTOR:

CARLOS FERNANDO MOREIRA SORNOZA

TUTOR:

ING LLAMPELL AVELLAN PEÑAFIEL

CHONE-MANABI-ECUADOR

2016

Ing. Llampell Avellán Peñafiel, docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, en calidad de director del Trabajo de Titulación.

CERTIFICACIÓN

Que el presente trabajo de titulación: “EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN SOLAR EN LA CONSERVACIÓN DE LA PAPAYA Y EL BANANO”, 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 proyecto de titulación son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de su autor: Carlos Fernando Moreira Sornoza, siendo de su exclusiva responsabilidad

Ing. Llampell Avellán Peñafiel

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

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

Chone, septiembre 2016

Carlos Fernando Moreira Sornoza

AUTOR



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el trabajo de titulación, sobre el tema: "EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN SOLAR EN LA CONSERVACIÓN DE LA PAPAYA Y EL BANANO", elaborado el egresado Moreira Sornoza Carlos Fernando de la escuela de Ingeniería en Alimentos.

Chone, septiembre 2016

.....

Ing. Odilon Schnabel Delgado

DECANO

.....

Ing. Llampell Avellán Peñafiel

TUTOR

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

SECRETARIA

DEDICATORIA

La constancia y perseverancia hacia el ser humano una persona con experiencias, más que todo cuando lo realiza con esmero y dedicación, basado en el esfuerzo, sacrificio y apoyo que se recibe de los padres. Por esta razón al culminar mi estudio universitario y próximo a ser un Ingeniero en alimentos, dedico la presente tesis a:

Dios, quien es mi guía espiritual, quien me acompaña en mi diario caminar y no me deja doblegar.

A mi esposa Pamela Mendoza por haberme apoyado en todo momento desde que empecé mi proyecto hasta estas instancias de la vida. Mi hija Mariangel Moreira quien es mi inspiración para levantarme todos los días y la que me anima a seguir luchando.

Mis abuelos Flavio Sornoza y Margarita Falcones, mis padres Geovanny Moreira y Sonia Sornoza, quienes han demostrado su amor incondicional dándome su apoyo en cada momento estando con migo en mis triunfos, y en mis logros y más que todo en mis etapas difíciles, y que gracias a ellos estoy culminando este periodo muy importante en mi vida.

Carlos Fernando Moreira Sornoza

AGRADECIMIENTO

Cuando se logra llegar a la cúspide del éxito se puede decir que se ha alcanzado la mejor de las etapas. La educación es la base fundamental para el ser humano y que gracias a ella, se adquieren las mejores experiencias educativas, que luego se podrán en práctica en lo profesional.

Dedico este trabajo de titulación a mi familia, que siempre están para apoyarme y darme el aliento que necesito para continuar con mis metas y ser cada día mejor persona y profesional.

A Dios, ser supremo y quien con sus bendiciones hace que cada día siga adelante.

Al ente humano, administrativo y docente de la ULEAM quienes hicieron posible mi desarrollo como futuro profesional de la patria y como persona de bien, dejando en mi cada uno de ellos su granito de arena de manera desinteresada.

A todos aquellos que me apoyaron, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

Carlos Fernando Moreira Sornoza

RECONOCIMIENTO

Reconocemos la ayuda en primer lugar de Dios quien nos dio la vida y la ha llenado de bendiciones en todo este tiempo, a él que con su infinito amor me ha dado la sabiduría suficiente para culminar mi carrera universitaria.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – ULEAM, por brindarme conocimientos y formación académica importante para poder desenvolverme en el ámbito profesional. Al laboratorio de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – ULEAM, por facilitarnos el trabajo de los análisis.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento, reconocimiento y cariño a mi familia por todo el esfuerzo que hizo para darme una profesión y hacer de mi una persona de bien, gracias por los sacrificios y la paciencia que demostraron todos estos años.

Agradezco también de manera especial a mi tutor Ing. Llampell Avellán Peñafiel quién con sus conocimientos y apoyo supo guiar el desarrollo del presente trabajo de titulación hasta lograr su culminación. Les agradezco infinitamente a todos los maestros que he tenido a lo largo de mi trayectoria en esta universidad, los cuales me entregaron sus conocimientos para ser mejor profesional y mejor seres humanos.

Carlos Fernando Moreira Sornoza

ÍNDICE

Portada.....	I
Certificación.....	II
Declaración de autoría.....	III
Aprobación del tribunal.....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Reconocimiento.....	VII
Índice.....	VIII
Resumen.....	XI
Summary.....	XII
Introducción.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
1. Marco Teórico.....	3
1.1. Energía Solar.....	3
1.2.- Métodos de Conservación.....	5
1.3.- Deshidratación de Frutas.....	6
1.4.- Deshidratadores Solares.....	7
1.5.- Tipos de Deshidratadores.....	8
1.6. Deshidratación.....	8

1.6.1.Deshidratación de Papaya.....	8
1.6.2 Deshidratación de Banano.....	9
CAP ITULO II.....	16
2. Estudio de Campo.....	16
2.1.- Métodos y Técnicas.....	16
2.1.1. Observación Científica.....	16
2.1.2. Diseño Experimental.....	17
2.1.3. Tabulación.....	17
2.2. Resultado.....	18
2.2.1. Proceso de Elaboración de Frutas Deshidratadas de Papaya y Banano.....	18
2.2.1.1. Proceso de Elaboración de Papaya Deshidratada.....	18
2.2.1.2. Proceso de Elaboración de Banano Deshidratado.....	19
2.2.2.Resultado de la Pérdida de Peso	21
2.2.3. Resultado del pH.....	24
CAPÍTULO III.....	25
3. Propuesta.....	25
3.1. Tema.....	25
3.2. Materiales y Equipos.....	25
3.3. Proceso de Elaboración de papaya Deshidratada.....	26
3.4.Proceso de Elaboración de Banano Deshidratado.....	27

Diagrama de Flujo de Frutas Deshidratadas.....	30
CAPITULO IV.....	32
3. Evaluación de los Resultados.....	32
4.1. Característica de la Materia Prima.....	32
4.1.1. Característica de la Papaya.....	32
4.1.2. Característica del Banano.....	32
4.2. Proceso de Elaboración de Frutas Deshidratadas.....	33
4.3. Resultado de los Análisis Físicos-Químicos.....	34
Conclusiones.....	35
Recomendación.....	35
Bibliografía.....	36
Webgrafía.....	38
Anexos.....	39

RESUMEN.

El presente trabajo investigativo se desarrolló en la granja turística Mery Carla del recinto la caída de Rio Grande del Cantón Chone, consistió en darle mayor vida útil a los alimento por medio de un deshidratador solar, utilizando como deshidratador un tanque de lata, partido en dos parte iguales, el mismo que se lo utilizo como deshidratador para las fruta de papaya y banano. A las frutas se les realizo el proceso de selección, lavado, pelado, cortado en rodajas y pesado, medición de pH, al banano se la pasó por una solución de ácido ascórbico para evitar el pardeamiento, después fue llevado al deshidratador solar previamente acondicionado, permaneciendo las frutas durante seis horas con sol constante, donde cada dos horas se pesaban, para constatar la perdida de agua, hasta que se obtuvo la humedad para este tipo de fruta, luego se pesó y se midió pH, en este ensayo realizaron 5 réplicas.

Palabras clave: frutas deshidratadas, papaya, banano pH, peso de fruta.

SUMMARY.

This research work was developed in the tourist farm Mery Carla enclosure falling Rio Grande Chone Canton, was to give more life to the food through a solar dehydrator, using dehydrator tank can, halved same, the same as it dehydrator for use as papaya and banana fruit. A fruits underwent the selection process, washed, peeled, sliced and heavy, measuring pH, banana passed it by a solution of ascorbic acid to prevent browning, then was taken to preconditioned solar dryer, remaining fruit for six hours with constant sunshine, where every two hours were weighed to ascertain water loss, until the moisture for this type of fruit is obtained, then weighed and pH was measured in this test performed 5 replicates

Keywords: dried fruits, papaya, banana pH, weight of fruit.

INTRODUCCIÓN

La deshidratación es una de las formas más antiguas de procesar alimentos. Consiste en eliminar una buena parte de la humedad de los alimentos, para que no se arruinen.

Se considera de mucha importancia la conservación de alimentos pues esto nos permite alargar la vida útil de las frutas y poder tener acceso a mercados más distantes, otra de las importancias de conservar frutas deshidratadas es debido a que podremos contar con frutas en épocas que normalmente no se producen, logrando así mejores precios.

Por medio del calor se elimina el agua que contienen algunos alimentos mediante la evaporación de esta. Esto impide el crecimiento de las bacterias, que no pueden vivir en un medio seco.

Los alimentos deshidratados mantienen gran proporción de su valor nutritivo original si el proceso se realiza en forma adecuada.

La aplicación de procesos de deshidratación de alimentos ha sido útil para su conservación, reducción del peso y disminución de espacio de almacenamiento, ya que es un método que permite la eliminación de cierto contenido de humedad, alargando su vida útil y manteniendo gran parte de sus propiedades. A lo largo del tiempo se han modificado dichos procesos con la implementación de nuevas

tecnologías que amplían la variedad de productos y presentaciones en el mercado de los mismos. En un principio, se empleaban sistemas abiertos de secado al sol, los cuales han sido reemplazados por sistemas mecanizados que obtienen calor de calderas y que, mediante el uso de ventiladores, fuerzan el paso del aire a través del producto de interés, reduciendo los tiempos de procesamiento y obteniendo una mejor calidad del producto.

Actualmente, existen diversas alternativas para realizar el proceso de deshidratación de alimentos, dentro de las cuales se considera el deshidratador solar. Los equipos empleados para este fin presentan mayor eficiencia que el secado al sol y menores costos de operación que los deshidratadores mecanizados. Los deshidratadores solares son una opción viable y económica que contribuye a la reducción de emisiones nocivas al ambiente.

CAPITULO 1

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Energía solar

Las plantas poseen la capacidad única de capturar energía solar y convertirla en biomasa. El éxito de la producción agrícola puede medirse por la cantidad de energía solar que es capturada y convertida en alimento por unidad de área de tierra como resultado de la manipulación de plantas, tierra, agua y otros recursos. El éxito agrícola puede ser mayor si se encuentran maneras de intensificar el aprovechamiento de la energía solar a través del uso de fuentes de energía humanas, animales u otras (Pimentel 2013).

La energía solar se presenta como alternativa de gran interés por sus cualidades y características de ser limpia, de gran potencial, altamente disponible en todo Brasil y sobre todo en la región Nordeste, donde se tiene sol casi todo año. El desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de la energía solar, utilizando equipos que puedan transformar energía solar en calor es extremadamente importante en el momento actual. Se justifica también el uso de la energía solar por la escasez y gran poder contaminante de las fuentes de energía fósiles normalmente utilizadas (Souza, 2007).

La energía es un importante insumo para satisfacer las necesidades humanas básicas y suministrar los servicios fundamentales, se utiliza para cocinar, proporcionar agua, luz eléctrica, servicios de salud, en las comunicaciones y la educación. También es un elemento vital para mejorar la producción rural y la seguridad alimentaria mediante la preparación de las tierras, su fertilización, para el riego, la industria agropecuaria, la conservación y el transporte. En muchas zonas rurales de los países en desarrollo, actualmente las necesidades de energía se satisfacen sobre todo con combustibles de biomasa, y con trabajo humano y animal. Este inicuo panorama limita seriamente la posibilidad de muchos pobladores de las zonas rurales de mejorar su productividad agrícola y su calidad de vida (Campaen 2010).

La energía solar se puede convertir en energía calórica y energía eléctrica, y por lo tanto puede usar para todos los usos donde se puede funcionar cualquier otra fuente convencional de energía. Sin embargo para mostrar el concepto explicaremos la utilización para siguientes usos donde el autor ha tenido algunas experiencia práctica: - Calentar agua para ducha, lavar trastos y para piscina etc. (Calentador del Agua), - Cocinar/ hornear los alimentos y pasteurizar agua, (Horno/Cocina Solar), - Secar todos tipos de productos, agrícolas, marinas etc., hasta excrementos de animales, (Deshidratador / Secador Solar), - Destilar un líquido para separar los componentes sólidos y líquidas, (Evaporador /Destilador Solar) y - Producir electricidad directamente (Efecto Fotovoltaico) para alumbrar, TV, Radio, bombear agua, ventilación, nevera y cargar baterías, etc.

Una familia/ un agricultor/ un empresario etc. dependiendo de su actividad puede usar una o varias de estas o otras aplicaciones. (Shyam S. Nandwani 2005)

1.2.- Métodos de conservación

El método primario y tradicional de secado consistía en exponer el alimento directamente a la radiación solar distribuido en esteras, piedras, parte superior de las viviendas o sobre cualquier otra superficie disponible y acondicionada para ello. Este sistema presentaba para las familias numerosas ventajas, destacando la baja inversión y exigencia de vigilancia durante el proceso necesaria. Sin embargo, los resultados obtenidos mediante este primitivo método no siempre eran los óptimos, por lo que en los últimos años diferentes métodos de secado solar han sido elaborados con la finalidad de mejorar los resultados obtenidos durante el secado de frutas y verduras en la zona del África subsahariana. Destacan cuatro técnicas de secado solar principales: (UN, 2015).

La deshidratación es uno de los procesos más utilizados en la preservación de alimentos y tiene como objetivo reducir el contenido de humedad del producto para lograr períodos de almacenamiento más largos. Existen diferentes métodos de deshidratación como son: el tradicional secado al sol utilizando secadores solares, por flujo de aire caliente, microondas, liofilización, atomización, deshidratación osmótica, secado al vacío, por congelación al vacío, entre otros, los cuales han sido aplicados a granos, a frutas y a vegetales; sin embargo uno de los más empleados es el método de deshidratación osmótica por la efectividad en su aplicación (Zapata, 2011)

1.3.- Deshidratación de frutas

La deshidratación es uno de los métodos más utilizados para la conservación de frutas y vegetales, mediante su uso se logra extender los períodos de almacenamiento preservando siempre la calidad de los productos. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la calidad de la fruta bomba (Carica papaya L.) variedad Maradol roja como fruta fresca y después de ser sometida a un proceso de deshidratación osmótica (DO). Durante el análisis se determinó a las frutas frescas: masa, firmeza, talla, pH y contenido de sólidos solubles (SSC), posteriormente las frutas fueron troceadas en piezas de $1 \times 5 \pm 2$ cm para ser sometidas a un tratamiento de DO a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante un tiempo de 4 horas. (Muñiz, B. 2011)

Los productos obtenidos tras un correcto proceso de secado solar, alimentos deshidratados, habrán perdido gran parte de su humedad respecto a su estado inicial. Generalmente, los alimentos frescos con un alto contenido de humedad son catalogados como más perecederos, pero es erróneo vincular el contenido de humedad del alimento directamente con el grado de conservación del mismo. A la hora de prever el grado de conservación que tendrá un alimento deshidratado, no es tan importante conocer la humedad como lo es conocer la actividad de agua o disponibilidad del agua que se encuentra en el alimento. (UNESCO, 2005)

La aplicación de deshidratadores de frutas en la región, podría convertirse en una opción viable para los productores de frutas, permitiéndoles optimizar el fruto en pos-cosecha, sin tener la necesidad de bajar los precios debido al deterioro inminente de determinado porcentaje del producto. La deshidratación de la fruta alarga la vida útil del producto y reduce los costos de transporte debido a que se reduce el peso de la fruta. (Giraldo 2014)

El lugar donde se dispone el secador solar es vital para la definición de los parámetros constructivos porque las variables determinantes de una colección solar eficiente se afectan fuertemente por la latitud, inclinación del terreno, condiciones climáticas, día del año, entre otros muchos factores.

1.4.- Deshidratadores solares

Los deshidratadores solares son dispositivos con los cuales se extrae gran porcentaje de agua de las frutas por medio del flujo de aire caliente, de esta forma el agua que está en la superficie del producto se evapora y se traspassa al aire circundante y el calor del medio se transmite al interior de la fruta (2) Con el objetivo de maximizar la calidad del producto y minimizar los costos, el tiempo de deshidratación debe de ser corto, este tiempo depende tanto de la fruta como del deshidratador. Cinco aspectos afectan la velocidad y el tiempo total de deshidratado:

- Tipo de producto (mayor contenido de agua, mayor tiempo)
- Tamaño de los trozos del producto (más grande, mayor tiempo)
- Temperatura del aire (más elevada, menor tiempo)

- Humedad relativa del aire (más elevada, mayor tiempo)
- Velocidad del aire (más elevada, menor tiempo)

1.5.- Tipos de deshidratadores

De acuerdo al portal de energías renovables existen algunos tipos de deshidratadores:

Deshidratador solar de gabinete

Deshidratador solar de colector y armario.

Deshidratador solar de colector y depósito

Deshidratador de invernadero

Deshidratador con colectores indirecto

1.6. Deshidratación

El secado es una operación esencial en diversas áreas: química, agricultura, biotecnológica, alimentos, cerámica, farmacéutica, papel, procesamiento de minerales así como en industrias procesadoras de madera (Mujundar, 2007). Un proceso de secado eficiente debería de cumplir con las siguientes especificaciones: evitar los cambios indeseables, mantener la apariencia natural y retener nutrientes, la calidad del producto y, minimizar el consumo de energía durante el secado y reducir el impacto sobre el ambiente (Montero, 2005)

1.6.1 Deshidratación de papaya

La papaya (*Carica papaya*) es una fruta frágil y perecedera, durante su cosecha se observan pérdidas causadas por contaminación, al secado se le considera una alternativa para reducir dichas pérdidas; siendo éste uno de los métodos de conservación más empleados para la preservación de alimentos; sin embargo,

puede inducir cambios físicos y químicos provocando la degradación de la calidad del producto final, por lo que se empleó al ácido ascórbico como indicador de calidad para poder inferir acerca del grado de severidad del procesamiento aplicado. Se realizaron cinéticas experimentales de secado. (Yesca, G, ET AL 2012)

En una investigación realizada por (Muñiz, B, et al 2011) Se determinó las siguientes propiedades que definen calidad en las frutas frescas:

- Masa (balanza electrónica modelo LG-1001a)
- Firmeza mediante la resistencia al pinchazo de las frutas enteras con cáscara y troceadas (penetró metro digital modelo Cema-C08)
- pH (peachímetro digital modelo P|HSJ-4A)
- SSC (refractómetro manual modelo CARLZEISS DDR 000247).

Las frutas fueron peladas y cortadas en piezas (trozos) de $1 \times 5 \pm 0,2$ cm utilizando un total de 80 piezas para ser sometidas al tratamiento de deshidratación osmótica, trozos de igual talla, seleccionados al azar fueron utilizados para la determinación de la firmeza (tres pinchazos por pieza en las caras laterales ubicados a puntos equidistantes, dos en cara A y uno en cara B; los mismos trozos fueron licuados (licuadora modelo Duole DL-768, China) individualmente para obtener el valor de pH y SSC.

1.6.2 Deshidratación de banano

Como el banano es una fruta muy alterable, es necesario transformarla a estados más estables para prolongar su conservación. Uno de los procesos más sencillos y fáciles de realizar es la deshidratación; en nuestro país ya se efectúa pero necesita una tecnificación y un estudio químico a fondo sobre los cambios

ocurridos a los diferentes constituyentes de la pulpa de banano. (De Reyes 2010).

Durante el proceso de deshidratación ocurren algunos cambios químicos en los nutrientes principales de la pulpa de banano. El aumento de glucosa puede deberse a la degradación del almidón y a la inversión de la sacarosa; y el incremento de fructosa también puede provenir de la inversión de la sacarosa; es por esto que la cantidad de almidón y sacarosa disminuyen durante el proceso. Lo anterior puede explicarse porque posiblemente durante la deshidratación se activan algunas enzimas (α -amilasa, β -amilasa e invertasa), las cuales son responsables del cambio en carbohidratos. Cambio en vitaminas. Este tipo de nutrientes es el más directamente afectado durante el proceso de deshidratación. El β -caroteno expresado como Vit. A se pierde considerablemente, al igual que la Vit. C, debido a que estas vitaminas son muy sensibles al calor y a la oxidación. No hay pérdida de minerales ni de ningún otro nutriente.

Ventajas del Deshidratador Solar de Frutas

El Deshidratador Solar de Frutas presenta como ventajas relevantes, las siguientes:

- a. Incremento del valor agregado de los productos agrícolas: el Deshidratador Solar de Frutas permite elaborar productos deshidratados de mejor calidad, abriendo la posibilidad de obtener mejores precios en el mercado.
- b. Mejoramiento de las condiciones higiénicas: con el Deshidratador Solar de Frutas es posible realizar procesos de producción bajo condiciones muy higiénicas, acorde a normas vigentes de calidad, incluidas las de exportación.

- c. Ahorro de combustibles convencionales: la tecnología de Deshidratador Solar de Frutas no requiere más insumo energético que la radiación solar, cuyo costo es prácticamente gratuito.
- d. Mejoramiento de condiciones de almacenamiento y reducción de pérdidas post-cosecha: El Deshidratador Solar de Frutas permite conservar y almacenar excedentes de producción, reduciendo así las pérdidas y haciendo posible la comercialización en épocas de mejores precios.
- e. Ahorro de tiempo: El tiempo de secado con el Deshidratador Solar de Frutas es mucho menor en relación al secado tradicional, además de requerir menor superficie.

Limitaciones del Deshidratador Solar de Frutas

El Deshidratador Solar de Frutas no es la solución general para todos los procesos de deshidratado. Se deben tomar en cuenta algunas limitaciones.

- a. Potencial de la radiación solar: El Deshidratador Solar de Frutas solamente funciona si hay suficiente sol; en zonas de alta precipitación pluvial, alta humedad, el secado solar no es aplicable.
- b. Costo inicial: Adquirir un secador solar técnico puede constituir una inversión demasiado alta, particularmente para los pequeños productores agrícolas.
- c. Uso selectivo: Para algunos productos la diferencia entre los costos de producción y los precios de venta es tan pequeña que no permite al uso de ningún tipo de tecnología mejorada de secado.

Factores que rigen el proceso de secado

Durante la deshidratación de los alimentos pueden presentarse cambios físico-químicos tales como: caramelización, decoloración, pérdida de textura y forma

física, pérdida de sustancias volátiles y/o de cualidades nutritivas; la naturaleza de estos cambios es afectada por la transferencia de calor y masa (parámetros de secado) y las características físico-químicos del producto que se va a deshidratar.

Tecnologías de procesamiento

Producción de banano

Las etapas a seguir para la obtención del banano, son las siguientes:

- Selección de la Materia Prima
- Separación de dedos
- Lavado
- Mondado
- Pre-tratamiento
- Secado
- Empacado

Selección de la Materia Prima

La materia prima está constituida por banano maduro, cuyo color de cáscara sea enteramente amarillo (sin trazas verdes) o que inclusive tenga pintas marrones, hasta en un 5% de su superficie.

- El tamaño más apropiado está alrededor de los quince centímetros de largo, con un diámetro que de preferencia no exceda los cuatro centímetros.

- Se debe procurar que los bananos seleccionados se encuentren en el mismo estado de maduración

Separación de “dedos”

- Los "dedos" de la banana se separan del tallo en forma manual, con el auxilio de un cuchillo de acero inoxidable.
- Los "dedos" separados, son frágiles, por tanto, deben tratárselos con mucho cuidado (evitar arrojarlos, amontonarlos en capas muy elevadas - más de 40 centímetros de altura-)

Lavado

Se debe realizar en dos etapas:

- La primera etapa consiste en el lavado propiamente dicho, y tiene por objeto librar a los bananos de materias extrañas. Este lavado se lleva a cabo en una tina con abundante agua potable.
- La segunda etapa consiste en la desinfección de los bananos. Esta desinfección se realiza introduciendo los bananos en una tina u otro recipiente que contenga agua clorada para desinfección, con una concentración entre 15 y 30 ppm de cloro activo.
- El tiempo de inmersión de los bananos en el lavado, como también en el desinfectado, no debe exceder los 15 minutos. La preparación del agua clorada y el control de la concentración de cloro que se debe realizar,

Mondado

Se debe realizar utilizando cuchillos de acero inoxidable. El desprendimiento de la cáscara estará facilitado por la madurez del banano y para facilitar esta operación, se debe iniciar con el despuntado. Después de terminar este proceso se debe inspeccionar que no queden restos de fibra de la cáscara sobre el fruto. Los bananos mondados se deben ir colocando en recipientes (ejem. baldes), hasta una cantidad aproximada de 8 kilogramos (aproximadamente 100 a 120 bananos), que en un balde de 12 litros representa un llenado de las 3/4 partes

Pre-Tratamiento

El pre-tratamiento consiste en la inmersión de los bananos en una solución de jugo de limón natural. La solución se prepara mezclando 10 litros de agua potable con 2 litros de jugo puro de limón (concentración: 200 mililitros de jugo de limón para 1000 mililitros de agua potable). La solución a utilizarse deberá estar a temperatura ambiente. En este paso, en los recipientes que contienen aproximadamente 8 kilogramos de bananos, se vierte la solución de jugo de limón, hasta cubrir los bananos totalmente. El tiempo de inmersión de los bananos debe ser de 15 minutos, no menos. Durante la inmersión, los bananos no deben ser manipula- dos (removidos, agitados etc.), ni escurridos una vez que finalice el tiempo de inmersión. Se debe llevar al secador los bananos en el recipiente que los contiene con más la solución, para evitar que se maltraten.

Secado

Para colocar los bananos en las bandejas, estos deben ser sacados directamente de los recipientes con solución de in- mersión uno por uno. Este paso evita un maltrato de la superficie del banano y un manipuleo excesivo innecesario, además de un acaramelado de las bandejas del secador, lo cual

sucede en caso de vaciar sobre la bandeja todos los bananos a la vez. Para proceder con el deshidratado de los bananos, en los secadores solares de que dispone la planta procesadora, estos se deben colocar en las bandejas siguiendo un ordenamiento simétrico con espacio aproximado entre ellos de 0.5 a 1 centímetro. Esta forma de colocarlos permite un recojo adecuado (más rápido y ordenado) y un aumento en la densidad de carga, que aproximadamente es de 12 kilogramos por metro cuadrado. Durante el secado no es necesario remover los bananos. Si se quiere facilitar la operación de recojo, los bananos se pueden volcar un día antes al recojo. De preferencia el recojo debe realizarse alrededor de las 18:00 a 20:00 p.m., para evitar problemas de condensación. El producto final seco no se pega a los dedos ni a las mallas, no es El producto final tiene un índice de reducción de 3.6 a 4.0, con una humedad de 15 a 18% y una actividad de agua de 0.5 a 0.65. Rompe, puede cambiar de forma, su consistencia es plástica. El tiempo promedio de secado es de 6 a 8 días sin lluvia, aproximadamente a 18°C de temperatura media ambiente.

Empacado

El empacado se debe realizar tomando las precauciones contra vectores referidos en el punto 9. En el caso de utilizar bolsas plásticas o celofán para el empaquetamiento, se debe tener mucho cuidado cuando se introduce los bananos en la bolsa, de modo de no doblar los bananos ni manchar el interior de las paredes de la bolsa, cuyo efecto resultante no es atractivo para la vista. Si se utilizan cajas de cartón, los bananos deben ser introducidos en forma ordenada, uno encima de otro, para proteger sus superficies y ganar espacio.

CAPITULO II

2.-ESTUDIO DE CAMPO

2.1.- Métodos y Técnicas

El procedimiento para llevar a cabo el secado o deshidratado de las frutas en estudio siguió una determinada secuencia. Primero las frutas (papaya y guineo) se las dispuso en bandejas con fondo de malla de modo que no se toquen o superpongan. A las frutas se les midió el pH y se las pesó antes de colocarlas en las bandejas tan pronto como se las preparó, para evitar que los trozos se peguen entre sí. La temperatura de secado debió ser controlada para evitar el sobrecalentamiento y el deterioro. Las dos frutas se secaron a 60-70 °C, hasta que tuvieran un contenido de humedad final deseado (15% convencionalmente).

2.1.1.- Observación científica

Las características de las frutas en estudio, su naturaleza y tamaño de las partículas influyeron en la intensidad del deshidratado. Igualmente se pudo observar los cambios que experimentaba la fruta al recibir la energía solar.

Se evaluó la pérdida de peso (PP.), contenido de humedad (X_w) y velocidad de secado (dx/dt) cada 30 minutos hasta que el contenido de humedad fue inferior al 10% aproximadamente (Geankoplis, 1998). En este contenido de humedad se asegura la estabilidad microbiana. El pH y contenido de masa seca (MS).

2.1.2 Diseño Experimental.

Se realizó un diseño de bloque completamente al azar con igual repeticiones.

Cuadro # 1: Cuadro de tratamientos realizados.

FRUTA	MUESTRA #	INICIO		2 HORAS	4 HORAS	6 HORAS	
		PESO g.	pH	PESO g.	PESO g.	PESO g.	pH
Papaya	1	1.000	5.5	610	350	101	4.5
	2	1.000	5.5	645	385	137	4.6
	3	1.000	5.6	620	360	115	4.5
	4	1.000	5.5	630	370	126	4.6
	5	1.000	5.6	640	380	147	4.7
Banano	1	1.000	4.8	710	400	254	4.1
	2	1.000	4.8	748	440	298	4.2
	3	1.000	4.8	717	410	256	4.2
	4	1.000	4.8	726	420	276	4.3
	5	1.000	4.8	737	430	289	4.1

2.1.3. Tabulación.

Una vez obtenida la información del cuaderno de campo, se procedió a realizar la tabulación correspondiente a la pérdida de peso durante 6 horas de sol, tiempo en el que estuvo el deshidratador con la fruta en forma directa, al mismo que se le realizó 4 pesajes cada dos horas, el pH se midió al inicio y al final.

2.2. Resultados

2.2.1. Proceso de elaboración de frutas deshidratadas de papaya y banano

2.2.1.1 Proceso de elaboración de papaya deshidratada

El proceso de elaboración de papaya deshidratada consistió en adquirir frutas con un estado de madurez de un 75% (pintonas), y se siguieron los siguientes pasos.

Selección de la Papaya

Se seleccionaron papayas sanas de aproximadamente 1.5 kg de peso bruto, sin importar la variedad debiendo ser el contenido de látex mínimo y semi blandas.

Lavado

Este consistió en lavar la papaya con agua limpia en primera instancia para eliminar impurezas y suciedades, luego en agua clorada (15ppm de cloro activo), esta actividad se la realizo en 5 minutos.

Pelado y Despepado

El pelado se lo realizo utilizando un cuchillo de acero inoxidable, tratando de eliminar todas las cascaras, luego se corta la papaya en forma longitudinal dividida en dos partes, para facilitar la retirada de la semilla, la que realizó utilizando una paleta de madera.

Rebanado

Este proceso se lo hizo con un cuchillo de acero inoxidable, realizando cortes longitudinales sucesivos, más o menos 1 centímetro de espesor y de unos 12 centímetros de largo. Los trozos se van colocando cuidadosamente en recipientes apropiados junto con la solución de inmersión.

Pre-Tratamiento

El pre-tratamiento consistió en la inmersión de las papayas en una solución de azúcar, que contenía 300 gramos de azúcar por cada litro de agua, la solución se la mantuvo a temperatura ambiente. Esta solución sirvió para cubrir los trozos de papaya entre 3 y 5 minutos, en este proceso no debe removerse la papaya, luego se las traslado al deshidratador con la solución

Deshidratado

Los trozos de papaya se retiraron directamente del recipiente que estaba con la solución y se colocó en la bandeja del deshidratador, para lo cual se siguió un orden simétrico, esto permitió un recogido más rápido quedando un espacio entre cada trozo de 0.5 centímetros. Si el calor es constante se voltean cada hora con la ayuda de un cuchillo acero inoxidable.

Existió una reducción del peso de 87% promedio con abundante calor en un lapso de 6 horas por recibir los rayos del sol directo.

Empacado

Esta actividad se la realizó con la finalidad de proteger el producto de vectores, se utilizaron bolsas plásticos con sello hermético.

2.2.1.2. Proceso de elaboración de banano deshidratado

Para elaborar banano deshidratado se consiguieron con un porcentaje de maduración de 70%, libres de manchas o látex y se procedió de la siguiente manera.

Selección de la Materia Prima

Se seleccionaron bananos de color uniforme amarillo, procurando que todos los bananos tengan el mismo estado de maduración.

Separación de “dedos” o unidades de los tallos

Esto se separaron en forma manual, se utilizó cuchillo de acero inoxidable, por su delicadeza se los extrajo con mucho cuidado, se los colocó en forma suave y no se los amontonó.

Lavado

Se lo realizo con agua pura y limpia para eliminar suciedades, luego se los colocó en agua clorada a 15ppm, para desinfectarlos en un lapso de 15 minutos.

Pelado

Se cortaron primero las puntas y luego se procedió a separar la corteza del fruto, una vez pelado se retiran todas las fibras, se van colocando en un balde donde se los llenos hasta las dos terceras partes, evitando que sufran magulladuras, estropeo o ruptura.

Cortado

Se procedió cortarlos en forma de rodajas de 2 centímetro de espesor.

Pre-tratamiento

Los bananos pelados se sumergieron en una solución de ácido ascórbico, Vitamina C, para lo cual se disolvieron dos pastillas por litro de agua para evitar que se oxiden y se pongan negro, esto se lo hizo durante 15 minutos, luego se llevaron al deshidratador para extraerlos directamente y continuar con el siguiente pasó.

Deshidratado

Una vez que culmina el tiempo en la solución de ácido ascórbico se procedió a retirarlos del balde y se a colocarlos en las bandejas del deshidratador, no se maltrató el banano, el producto final seco no se pegó a las manos y ni a la malla, cambiando su forma a una consistencia plástica.

Empacado

Para el empacado se utilizaron fundas plásticas, teniendo el cuidado de no manchar las paredes de las fundas y sellarlos herméticamente.

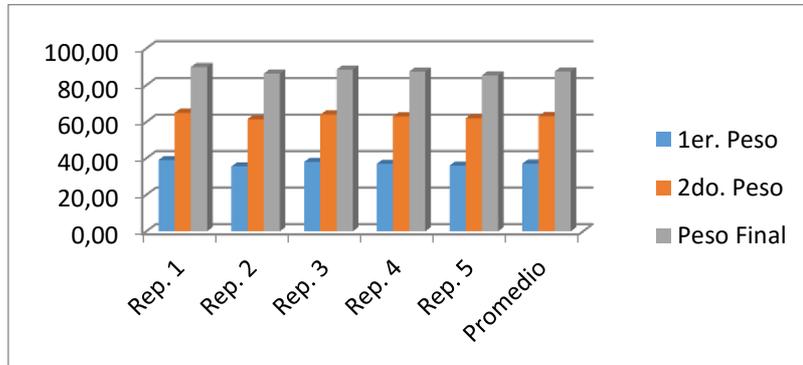
2.2.2 Resultado de la pérdida de peso

Se tomó en el porcentaje de pérdida de peso en las dos frutas en el tiempo que se realizaban los pesajes, de acuerdo como lo indican las tablas 1 y gráficos 1, en la papaya existió una perdida promedio de 87.48%, quedando de sólidos de 12.52%, de acuerdo a (Arana et al 2012) la papaya tiene 90.7% de humedad y confirmado por (Villavicencio, 2011) que tiene de 65 – 92%, por lo que la perdida de agua se mantiene en los niveles existentes.

Cuadro # 2: Porcentaje de pérdida de la papaya

PORCENTAJE DE PERDIDA DE PESO			
Papaya	1er. Peso	2do. Peso	Peso Final
Rep. 1	39,00	65,00	89,90
Rep. 2	35,50	61,50	86,30
Rep. 3	38,00	64,00	88,50
Rep. 4	37,00	63,00	87,40
Rep. 5	36,00	62,00	85,30
Promedio	37,10	63,10	87,48

Grafico # 1: Porcentaje de pérdida de peso en la papaya



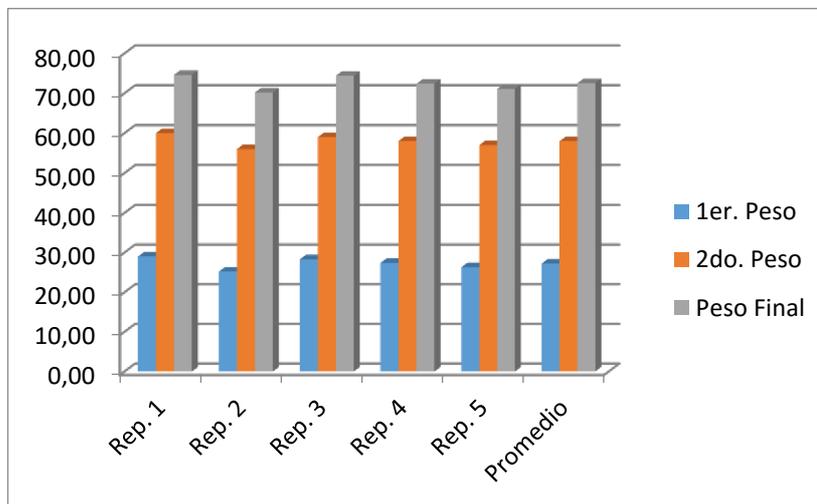
En lo referente al banano cuadro 2 y grafico 2 este tubo una pérdida de peso promedio de 72,54%, quedando de solidos 27.60%, y de acuerdo a estudios realizados por (Casallas Luisa) el porcentaje de humedad es de 74,5% y apoyado por (Moreira K 2013) la humedad es de 75.12%, manteniéndose en los rangos establecidos de perdida de humedad.

Bloque de porcentaje de pérdida de peso.

Cuadro # 3: Porcentaje de pérdida del banano.

PORCENTAJE DE PERDIDA DE PESO			
Banano	1er.Peso	2do. Peso	Peso.Final
Rep. 1	29,00	60,00	74,60
Rep. 2	25,20	56,00	70,20
Rep. 3	28,30	59,00	74,40
Rep. 4	27,40	58,00	72,40
Rep. 5	26,30	57,00	71,10
Promedio	27,24	58,00	72,54

Grafico # 2 Porcentaje de pérdida de peso en el banano



2.2.3. Resultados del pH

El pH de las frutas en estudio se disminuyó al eliminarse volúmenes de agua, antes y después de la deshidratación para así dar saber el volumen de agua perdida en las frutas ya deshidratada.

CAPITULO III

3. Propuesta

3.1.-Tema:

EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN SOLAR EN LA CONSERVACIÓN DE LA PAPAYA Y EL BANANO

3.2.-Materiales y Equipos

Materiales:

- Deshidratador solar de radiación directa
- Bandeja con malla
- Vidrio
- Balanza
- pH metro
- Cuchillo de acero inoxidable
- Tablón
- Fundas herméticas

Materia prima

- Papaya
- Banano
- Ácido ascórbico

3.3. Proceso de elaboración de papaya deshidratada

El proceso de elaboración de papaya deshidratada consistió en adquirir frutas con un estado de madurez de un 75% (pintonas), y se siguieron los siguientes pasos.

Selección de la Papaya

Se seleccionaron papayas sanas de aproximadamente 1.5 kg de peso bruto, sin importar la variedad debiéndose ser el contenido de látex mínimo y semi blandas.

Lavado

Este consistió en lavar la papaya con agua limpia en primera instancia para eliminar impurezas y suciedades, luego en agua clorada (15ppm de cloro activo), esta actividad se la realizo en 5 minutos.

Pelado y Despepado

El pelado se lo realizo utilizando cuchillo de acero inoxidable, tratando de eliminar todas las cascaras, luego se corta la papaya en forma longitudinal dividida en dos partes, para facilitar la retirada de la semilla, la que realizó utilizando una paleta de madera.

Rebanado

Este proceso se lo hizo con un cuchillo de acero inoxidable, realizando cortes longitudinales sucesivos, más o menos 1 centímetro de espesor y de unos 12 centímetros de largo. Los trozos se van colocando cuidadosamente en recipientes apropiados junto con la solución de inmersión.

Pre-Tratamiento

El pre-tratamiento consistió en la inmersión de las papayas en una solución de azúcar, que contenía 300 gramos por cada litro de agua, la solución se la

mantuvo a temperatura ambiente. Esta solución sirvió para cubrir los trozos de papaya entre 3 y 5 minutos, en este proceso no debe removerse la papaya, luego se las traslado al deshidratador con toda la solución.

Deshidratado

Los trozos de papaya se retiraron directamente del recipiente que estaba con la solución y se colocó en la bandeja del deshidratador, para lo cual se siguió un orden simétrico, esto permitió un recogido más rápido quedando un espacio entre cada trozo de 0.5 centímetros. Si el calor es constante se voltean cada hora con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable.

Existió una reducción del peso de 87% promedio con abundante calor en un lapso de 6 horas por recibir los rayos del sol directo.

Empacado

Esta actividad se la realizó con la finalidad de proteger el producto de vectores, se utilizaron bolsas plásticas con sello hermético

3.4. Proceso de elaboración de banano deshidratado

Para elaborar banano deshidratado se consiguieron con un porcentaje de maduración de 70%, libres de manchas o látex y se procedió de la siguiente manera.

Selección de la Materia Prima

Se seleccionaron bananos de color uniforme amarillo, procurando que todos los bananos tengan el mismo estado de maduración. Separación de “dedos” o unidades de los tallos

Esto se separaron en forma manual, se utilizó cuchillo de acero inoxidable, por su delicadeza se los extrajo con mucho cuidado, se los colocó en forma suave y no se los amontonó.

Lavado

Se lo realizo con agua pura y limpia para eliminar suciedades, luego se los colocó en un agua clorada a 15ppm, para desinfectarlos en un lapso de 15 minutos.

Pelado

Se cortaron primero las puntas y luego se procedió a separar la corteza del fruto, una vez pelado se retiran todas las fibras, se van colocando en un balde donde se los llenos hasta las dos terceras partes, evitando que sufran magulladuras, estropeo o ruptura.

Cortado

Se procedió cortarlos en forma de rodajas de 2 centímetro de espesor.

Pre-tratamiento

Los bananos pelado se sumergieron en una solución de ácido ascórbico, Vitamina C, para lo cual se disolvieron dos pastillas por litro de agua para evitar que se oxiden y se pongan negro, esto se lo hizo durante 15 minutos, luego se llevaron al deshidratador para extraerlos directamente y continuar con el siguiente paso.

Deshidratado

Una vez que culmina el tiempo en la solución de ácido ascórbico se procedió a retirarlos del balde y se a colocarlos en las bandejas del deshidratador, no se maltrató el banano, el producto final seco no se pegó a las manos y ni a la malla, cambiando su forma a una consistencia plástica.

Empacado

Para el empacado se utilizaron fundas plásticas, teniendo el cuidado de no manchar las paredes de las fundas y sellarlos herméticamente.

3.5.-Diagramas de flujos de frutas deshidratadas

DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELABORACION
DE PAPAÑA DESHIDRATADA

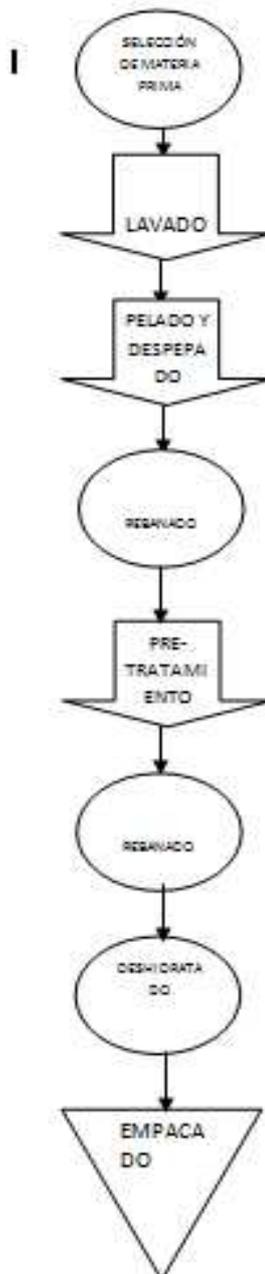
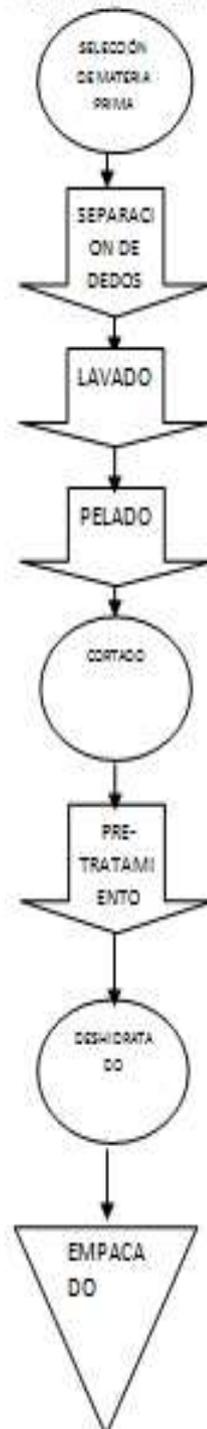


DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELABORACION

DE BANANO DESHIDRATADO



CAPITULO IV

4. Evaluación de los resultados.

4.1. Característica de la materia prima

4.1.1 Característica de la Papaya

La papaya es un fruto que puede ser redondo, alargado o en forma de pera o de forma globulares, ovals o redondos, esta depende de la variedad los mismo que pueden alcanzar de 15 a 50 centímetros de largo y de 12 a 25 centímetro de ancho, el fruto tiene tres partes, cáscara, pulpa, semillas y mucílago. En su estado maduro el color varia de amarillo pálido a rojizo, además la forma, tamaño, sabor, color del fruto depende de la variedad.

El fruto contiene entre 85 y 90% de agua y entre 12 a 14% de carbohidratos. Rico en vitamina A, pobre en minerales, los azucares tienen almidón, tiene entre 11.5 a 13.5 °Brix, la pulpa tiene un pH que varía entre 4.5 y 6.0.

4.1.2. Característica del banano

El banano tiene forma oblonga, alargada y un poco curva, puede pesar entre 80 y 200 gramos, el color va de amarillo verdoso a amarillo rojizo, sabor dulce y perfumado

El banano posee excepcionales propiedades alimenticias y nutricionales, es una fruta completa y agradable por su exquisito sabor dulce, es rico en vitaminas A, C, E y Complejo B, rico en fibras, y tiene gran cantidad de minerales como potasio, magnesio, calcio, selenio, zinc y hierro, tiene hidratos de carbonos simples y complejos.

4.2. Proceso de la elaboración de frutas deshidratadas

En un 60 por ciento de las horas del día las temperaturas obtenidas en la cámara de deshidratado fueron las idóneas para llevar a cabo este proceso, y los tiempos de deshidratación se redujeron en comparación al deshidratado de productos expuestos directamente al sol. En lo referente a tiempo de deshidratado, el plátano es el que más tiempo necesita para su proceso y la fresa el que menos necesita. (Peinado V. et-al 2013)

El banano deshidratado con un contenido de humedad del 18% se saca del deshidratador y se procede a su selección manual. Luego se empaqueta en bolsas de polietileno tratando de expulsar el aire que se encuentra en su interior. Para el empaque puede utilizarse también papel celofán e introducir después el paquete dentro de cajas de cartón, (Reyes et-al)

La aplicación artesanal del secado solar (exponer los alimentos directamente a los rayos solares, hasta que se obtenga un grado de humedad aceptable que permita su almacenamiento) es la manera más antigua de preservarlos, y supone que los alimentos permanezcan al aire libre a expensas de los factores climáticos (viento, lluvia, polvo), así como la posibilidad de que animales e insectos se posen en ellos o lo consuman como alimentos. (Vásquez et-al 1997)

La utilización de energía solar y del “Secado Solar Técnico” (SST), ha desarrollado rápidamente soluciones que permiten enfrentar la producción de alimentos deshidratados a escala semi industrial, habiendo encontrado un nicho de aplicación en el desarrollo de productos orientados básicamente al mercado.

4.3.- Resultado de análisis físico – químico

En este ensayo no se realizó un análisis físico – químico, pero de acuerdo a investigaciones de otros autores, los análisis químicos son necesarios para determinar los contenidos de colorantes o saborizantes del producto, contenido de proteínas, vitaminas, carbohidratos, grasas, etc., y residuos químicos principalmente.

Dichos análisis requieren de métodos, equipos y reactivos es decir de un laboratorio muy bien equipado y de personal calificado.

Para realizar los análisis se consideran los siguientes datos:

- Producto en proceso.
- Fecha
- Hora en el que se toma la muestra
- Aspectos externos al momento del muestreo
- Persona a cargo
- Masa inicial
- Temperatura interna del secador
- Temperatura externa
- Flujo de aire
- Humedad relativa
- Observación del tiempo

CONCLUSIONES

- Los trozos de papaya obtenidas tras el proceso de deshidratado presentaron buenas características sensoriales como aroma y sabor agradable, buen aspecto visual general y color amarillo claro, sin vestigios de oscurecimiento.
- Los trozos de banano presentaron igualmente buen sabor, olor, y aroma, si se le agregaba al inicio ácido ascórbico presentaban buen aspecto visual, caso contrario un color negruzco por la oxidación.
- El banano presentó textura crujiente y no mostro consistencia elástica, a diferencia de la papaya que si tenía textura elástica.
- El secador solar de radiación directa se presenta como una alternativa viable y de gran importancia para la conservación de las frutas en estudio.

RECOMENDACIONES

- Aprovechar el exceso de materia prima existente en el medio y darle valor agregado, creando innovaciones.
- Es importante socializar a la comunidad el uso de energía solar para deshidratar alimentos
- Investigar más a profundo los diversas variables que son importante en el proceso de deshidratado como son temperatura, humedad, pH y tiempo que deben de permanecer las frutas en el secado.

BIBLIOGRAFÍA

B, M., P, G., & G, C. (2011). Hernández Evaluación de la calidad de la fruta bomba (Carica papaya L.) variedad Maradol roja deshidratada utilizando el método de deshidratación osmótica . Biología y Tecnología, Revista Ciencias Técn.

De Reyea C. (s.f.). Deshidratación de banano y cambios químicos ocurridos durante el proceso.

De Reyes C, G. R. (2011). Deshidratación de frutas de banano y cambios químicos ocurridos durante el proceso. Colombia : Departamento de Química de la U.N.

De Reyes C, G. R. (s.f.).

Deshidratacion de banano ycambios quimicos ocurrido durante el proceso.

Deshidratación de banano y cambios químicos ocurridos durante el proceso.
(s.f.).

Giraldo, s. E. (2014). Control de temperatura y humedad relativa para un deshidratador solar de frutas. Colombia: universidad tecnológica de pereira.

Marín, P. V. (2008). Manual de deshidratación. [Citado el: 18 de Febrero de 2014.] .

- Nandwani, S. s. (2016). Energía solar- conceptos básicos y su utilización, Profesor, Laboratorio de Energía Solar, Departamento de Física,. Costa Rica (Centro América) : Universidad Nacional, Heredia,.
- Peinado M, V. H. (2013). Deshidratación de alimentos utilizando energía solar térmica. Juárez: Departamento de Energías Renovables.
- PI., M. (2005). Modelado y construcción de un secadero solar híbrido para residuos biomásicos. Tesis Doctoral en Biología y producción de vegetales. España: Universidad de Extremadura. Badajoz.
- Pimentel, D. Y. (2013). College of Agriculture and Life Sciences. EE.UU: Universidad de Cornell, Ithaca Nueva York 14853-0901.renovables., P. d. (2014). Los deshidratadores solares.
- Souza, L. (2015). Obtención de tomates secos utilizando un sistema de secasen solar construido con materias alternativos. 8° Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica.
- Unesco. (2005). Guia de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes,.
- Van Campen. B, G. D. (2000). Energía solar fotovoltaica para la agricultura y desarrollo rural sostenibles. Roma: Documento de Trabajo sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales No. 3 FAO.
- Zapata, M. (2011). Determinación de parámetros cinéticos del alcohol etílico como agente osmodeshidratante,. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuaria.

WEBGRAFIA:

MARÍN,P.V.(18 de Febrero de 2014). Manual de deshidratación. Obtenido de:

<http://manualdeshidratacion.blogspot.com/2008/09/frutas-y-hortalizas.html>.

PIMENTEL, D. Y.-0. (2013). Portal de energías renovables. Obtenido de:

<http://www.agro.uba.ar/users/martinez/Pimentel.pdf> .

SHYAM S. NANDWANI. Energía solar- conceptos básicos y su utilización, P. L.

(s.f.).Obtenido de:

http://www.catalogosolar.mx/download/Energia_Solar_Conceptos_Ba.

solares., P. d. (18 de febrero de 2014). <http://www.sitiosolar.com/los-deshidratadores-solares/>.

SOUZA, L., & alternativos, O. d. (2015).

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollosostenible/>.

VAN CAMPEN. B, G. D. (2000). Energía solar fotovoltaica para la agricultura y

desarrollo rural sostenibles [http://bio-](http://bio-nica.info/Biblioteca/VanCampen2000EnergiaSolarFotovolt)

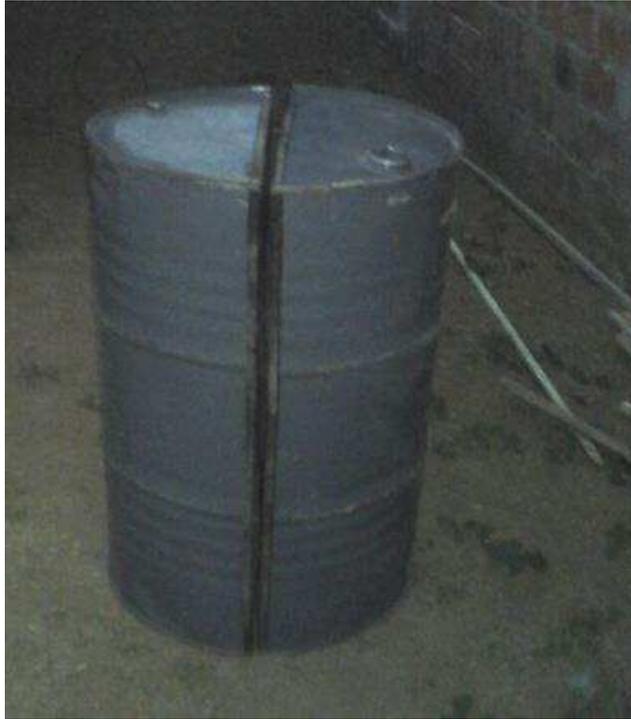
[nica.info/Biblioteca/VanCampen2000EnergiaSolarFotovolt](http://bio-nica.info/Biblioteca/VanCampen2000EnergiaSolarFotovolt).

[VanCampenEnergiaSolarFotovoltaica.pdf](http://bio-nica.info/Biblioteca/VanCampenEnergiaSolarFotovoltaica.pdf). (2000). bio-nica.info/Biblioteca/.

Obtenido de <http://>

www.sitiosolar.com/los-deshidratadores-solares/. (s.f.). Obtenido de <http://>

ANEXOS



Tanque de metal de 200 litros de capacidad



Tanque partido por la mitad para utilizarlo como deshidratador



Pesado de la Fruta



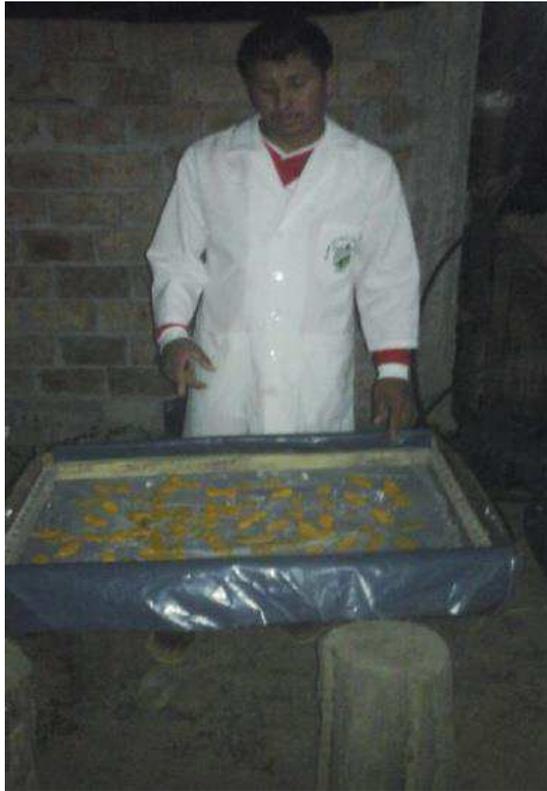
Muestra de fruta para medir pH



Pesando Banano



Trozos de papaya en el deshidratado



Trozos de banano en el deshidratador



Frutas deshidratadas