

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**DESECADO DE LA PULPA DEL PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.) UTILIZANDO  
UN DESHIDRATADOR SOLAR CON CRISTAL TRANSPARENTE, BAJO LAS  
CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA COMARCA LAGUNERA.**

**POR  
SELENY ALEJANDRA ANGEL NOLASCO**

**TESIS  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

**TORREÓN, COAHUILA**

**DICIEMBRE DE 2015**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DESECADO DE LA PULPA DEL PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.)  
UTILIZANDO UN DESHIDRATADOR SOLAR CON CRISTAL  
TRANSPARENTE, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA  
COMARCA LAGUNERA.

POR  
SELENY ALEJANDRA ANGEL NOLASCO

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
DR. RICARDO MIRANDA WONG

VOCAL:

  
DR. JOSÉ LUIS REYES CARILLO

VOCAL:

  
DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL SUPLENTE:

  
ING. JOEL LIMONES AVITIA

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS  
AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DESECADO DE LA PULPA DEL PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.)  
UTILIZANDO UN DESHIDRATADOR SOLAR CON CRISTAL  
TRANSPARENTE, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA  
COMARCA LAGUNERA.

POR  
SELENY ALEJANDRA ANGEL NOLASCO

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. RICARDO MIRANDA WONG

ASESOR:

  
DR. JOSÉ LUIS REYES CARILLO

ASESOR:


  
DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR:

  
ING. JOEL LIMONES AVITIA



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS  
AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2015

## **Agradecimientos**

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por darme la oportunidad de culminar mis estudios profesionales.

A los laboratorios de Suelos, Fito-mejoramiento, Biología II y Horticultura por apoyarme en los análisis ahí realizados.

Al doctor José Luis Reyes Carrillo por brindarme su apoyo inmenso en la elaboración de mi tesis, por confiar en mí y sus buenos consejos.

Al doctor Ricardo Miranda Wong por ser mi asesor principal y estar conmigo en el proceso práctico y teórico de mi proyecto y sobre todo por confiar en mí.

Al doctor Alfredo Ogaz por su apoyo incondicional en esta proyecto de investigación

Al ingeniero Enrique Leopoldo Hernández por prestarme una espacio de maquinaria para tener el deshidratador solar y así mismo realizar el experimento a las afueras de ahí mismo.

A mis amigos que me apoyaron a cada momento en este proyecto de investigación por no dejarme sola y sus buenos consejos

## **Dedicatorias**

A mí ser superior que para mí es Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Para mis padres Evelio Ángel Díaz y Adela Nolasco Matías por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanas Alberina, Alma, Alondra, Ángeles y a mi hermano Alfredo por estar siempre presentes, acompañándome en estos cuatro años y medio. A mi sobrinos Leodani y Celeste quien ha sido y es una mi motivación, inspiración y felicidad.

“Nunca consideres el estudio como un deber, sino como una oportunidad para penetrar en el maravilloso mundo del saber”.

**Albert Einstein**

## Índice general

### Contenido

<b>Agradecimientos</b> .....	i
<b>Dedicatorias</b> .....	ii
<b>Índice de tablas</b> .....	v
<b>Resumen</b> .....	vi
<b>Palabras clave:</b> alimentos, banana, energía solar, secado, renovables.....	vi
<b>Introducción</b> .....	1
<b>Objetivos generales</b> .....	3
<b>1.1 Objetivos</b> .....	3
<b>1.2 Hipótesis</b> .....	3
<b>Revisión de literatura</b> .....	4
<b>1.3 Energía solar</b> .....	4
<b>1.4 Protocolo de Kioto</b> .....	4
<b>1.5 Energías renovables</b> .....	5
<b>1.6 Aplicación de energía</b> .....	6
<b>1.7 Secadores solares</b> .....	7
<b>1.8 Energía térmica</b> .....	8
<b>1.9 Deshidratación</b> .....	9
<b>1.10 Alimentos contaminados</b> .....	10
<b>1.11 Conservación de alimentos</b> .....	11
<b>1.12 Descripción general del plátano</b> .....	11
<b>1.13 Las hojas</b> .....	12
<b>1.14 Las raíces</b> .....	12
<b>1.15 Las flores</b> .....	12
<b>1.16 Clasificación taxonómica</b> .....	12
<b>1.17 Composición del plátano</b> .....	13
<b>1.18 Mercadotecnia</b> .....	14
<b>Materiales y métodos</b> .....	15
<b>Localización del sitio experimental</b> .....	15

<b>Construcción de un deshidratador solar .....</b>	<b>15</b>
<b>Diseño del deshidratador.....</b>	<b>16</b>
<b>Metodología .....</b>	<b>17</b>
<b>Determinación de la humedad .....</b>	<b>17</b>
<b>Determinación de grados brix.....</b>	<b>17</b>
<b>Procedimiento.....</b>	<b>17</b>
<b>Determinación de ph. ....</b>	<b>18</b>
<b>Preparación de la muestra.....</b>	<b>18</b>
<b>Procedimientos .....</b>	<b>18</b>
<b>Resultados y discusiones.....</b>	<b>20</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>42</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>43</b>
<b>Literatura citada.....</b>	<b>44</b>

## Índice de tablas

TABLA.1 TEMPERATURA INTERNA Y EXTERNA EN EL DESHIDRATADOR 16 DE OCTUBRE 2014 .....	20
TABLA.2 RESULTADOS DE LOS TRATAMIENTOS DE LA PULPA DEL PLÁTANO 16 DE OCTUBRE 2014.....	21
TABLA.3 MEDIDAS ARITMÉTICAS DE LOS GRADOS BRIX 16 DE OCTUBRE 2014 .....	23
TABLA.4 MEDIAS ARITMÉTICAS DEL PH 16 DE OCTUBRE 2014 .....	23
TABLA.5 TEMPERATURA INTERNA Y EXTERNA EN EL DESHIDRATADOR 13 DE NOVIEMBRE 2014 .....	24
TABLA.6 RESULTADOS DE LOS TRATAMIENTOS DE LA PULPA DEL PLÁTANO 13 NOVIEMBRE 2014.....	25
TABLA.7 MEDIAS ARITMÉTICAS DEL PH 13 NOVIEMBRE 2014.....	27
TABLA.8 TEMPERA INTERNA Y EXTERNA EN EL DESHIDRATADOR 29 ENERO 2015 .....	27
TABLA.9 TEMPERATURAS DE LOS TRATAMIENTOS DE LA PULPA DEL PLÁTANO 29 ENERO 2015 .....	28
TABLA.10 MEDIAS ARITMÉTICAS DEL PH 29 ENERO 2015.....	30
TABLA.11 TEMPERATURA INTERNA Y EXTERNA EN EL DESHIDRATADOR 27 MARZO 2015.....	31
TABLA.12 RESULTADOS DE LOS TRATAMIENTOS DE LA PULPA DEL PLÁTANO 27 MARZO 2015 .....	32
TABLA.13 MEDIAS ARITMÉTICAS DEL % DE HUMEDAD 27 DE MAZO 2015 .....	33
TABLA .14 MEDIAS ARITMETICAS DEL PH 27 MARZO 2015 .....	34
TABLA.15 TEMPERATURA INTERNA Y EXTERNA DE UN DESHIDRATADOR 22 ABRIL 2015 .....	34
TABLA.16 VARIACIONES DE LOS TRATAMIENTOS DE LA PULPA DEL PLÁTANO 22 ABRIL 2015	35
TABLA.17 TEMPERATURA INTERNA Y EXTERNA EN UN DESHIDRATADOR 26 MAYO 2015.....	37
TABLA .18 VARIACIONES DE LOS TRATAMIENTOS DE LA PULPA DEL PLÁTANO 26 MAYO 2015	38
TABLA .19 MEDIAS ARITMÉTICAS DE LOS GRADOS BRIX 26 MAYO 2015 .....	40



## **Resumen**

Las fuentes renovables de energía se encuentran presentes en toda la superficie del planeta. Hoy en día la generación de energía mediante recursos renovables está siendo ampliamente investigada debido a que se considera una forma limpia de generación por lo tanto, la deshidratación es uno de los procesos más utilizados en la preservación de alimentos, esto mediante la utilización de un deshidratador solar. Por lo cual el presente proyecto evaluó el proceso de secado de la pulpa del plátano (*Musa paradisiaca* L.) empleando un deshidratador solar con cristal transparente, bajo condiciones climáticas de la Comarca Lagunera. Se colocaron 9 trozos de la pulpa del plátano en tres niveles de altura de 75 cm, 50 cm, y 25 cm dentro de un deshidratador y se midió la temperatura interna como externa cada hora iniciando desde las 9:00 am hasta las 14:00 pm. Se analizaron la pérdida de humedad, grados Brix y pH. En el nivel de 75 cm se perdió más humedad y entre más desecado se encuentre el fruto se concentrara más los azúcares.

**Palabras clave:** alimentos, banana, energía solar, secado, renovables.

## Introducción

Se suele distinguir dos tipos principales de sistemas de aprovechamiento de la energía solar: las fotovoltaicas y la foto térmicas. Las primeras son aquellos basados en el efecto fotovoltaico, que permite la conversión directa de la energía de la radiación solar en energía eléctrica. Los segundos transforman la energía solar en calor, el cual puede luego ser utilizado en una gran variedad de procesos (Estrada-Gasca *et al.*, 2005). Durante las últimas dos décadas, el tema de la relación causal entre las variables de consumo de energía y la macroeconomía ha sido analizado por muchos investigadores (Kais-Saidi. y Hammami, 2015). Por lo tanto la demanda energética aumenta en las noches y periodos invernales, mientras la captación solar es mayor durante el día y en verano (García-Alvarado *et al.*, 2014). La energía es una magnitud física que se presenta bajo diversas formas, está involucrada en todos los procesos de cambio de estado, se transforma y se transmite depende del sistema de referencia y fijando éste se conserva (Michinel-Machado y D´Alejandro, 1994). Las fuentes renovables de energía se encuentran presentes en toda la superficie del planeta. La energía solar y el viento figuran entre las más distribuidas, su uso constituye una realidad viable desde el punto de vista económico y ambiental; pero el aprovechamiento adecuado de éstas, requiere la realización de estudios y evaluaciones que garanticen lograr altos niveles de eficiencia y calidad (Sarmiento-Sera *et al.*, 2013). Hoy en día, la generación de energía mediante recursos renovables está siendo ampliamente investigada debido a que se considera una forma limpia de generación. Sin embargo, su naturaleza variable, intermitente e impredecible ocasiona que no se garantice la generación constante de energía con lo cual se consideran que no son solucionables (Escobar-Mejía y Holguín-Londoño, 2011). 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 (Muñiz- Bacerá *et al.*, 2011). El secado es uno de los procesos comerciales más usados en la conservación de productos agropecuarios, sin que ellos pierdan mucho sus propiedades organolépticas y nutricionales, y por ser un proceso económico si es comparado a otros que emplean temperaturas próximas a la temperatura ambiente. El proceso de secado de un alimento consiste en la remoción de parte de su agua libre hasta llegar

a un nivel tal que él pueda ser consumido y/o almacenado en un lugar a temperatura ambiente (Costa y Ferreira, 2007). Como productos de las constantes revisiones al proceso de deshidratación se ha derivado, a partir de éste, un proceso menos agresivo sobre las características de calidad de los alimentos (Millán-Trujillo y Ostojich-Cuevas 2005).

Por lo tanto esta investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el proceso de secado de la pulpa del plátano (*Musa paradisiaca* L.) empleando un deshidratador solar con cristal transparente bajo condiciones climáticas de la Comarca Lagunera.

## **Objetivos generales**

Determinar las temperaturas internas y externas al deshidratador durante el proceso de secado.

Obtención del porcentaje de humedad perdida en el fruto del plátano después del proceso.

Obtención de grados Brix en el fruto del plátano después del proceso.

Obtención del pH en el fruto del plátano después del proceso.

### **1.1 Objetivos**

Evaluar el proceso de secado de la pulpa del plátano (*Musa paradisiaca* L.) empleando un deshidratador solar con cristal transparente, bajo condiciones climáticas de la Comarca Lagunera.

### **1.2 Hipótesis**

Se puede utilizar la energía solar para deshidratar la pulpa del plátano (*Musa paradisiaca* L.) sin perder sus propiedades organolépticas.

## Revisión de literatura

### 1.3 Energía solar

El Sol es la fuente principal de vida en la Tierra, puede satisfacer todas nuestras necesidades, si aprendemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Ha brillado en el cielo desde hace unos 5 millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado a la mitad de su existencia. La cantidad de energía que el Sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez veces mayor que la que se consume al día en todo el planeta (Merry- del Val, 2006).

La potencia solar que recibe el planeta Tierra (fuera de la atmósfera) es cerca de  $173 \times 10^{12}$  kW o una energía de  $15 \times 10^{17}$  kWh por año. Al atravesar la atmósfera, cerca de 53% de esta radiación es reflejada y absorbida por el nitrógeno, oxígeno, ozono, dióxido de carbono, vapor de agua, polvo y las nubes (Nandwani, 2005).

La radiación solar que llega a la superficie terrestre se puede transformar directamente en electricidad (fotovoltaica) o calor (termo solar). El calor, a su vez, puede ser utilizado directamente como calor o para producir vapor y generar electricidad (Jiménez-Olmo, 2007).

La energía solar se puede utilizar para producir agua fresca directamente en un destilador solar o indirectamente donde se suministra la energía térmica a partir de un sistema de energía solar todavía solar. Una forma de mejorar la utilización de la energía es la de almacenar la energía durante las horas de sol de mayor incidencia solar para su uso posterior de las necesidades necesarias (Gugulothu.R. *et al.*, 2015).

### 1.4 Protocolo de Kioto

Los objetivos cuantificados de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero se han fijado para cada uno de las naciones. Dentro del sector agrícola desarrollado, sobre todo en la industria ganadera, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, y N<sub>2</sub>O son identificados como las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente de la fermentación entérica, manejo del estiércol, y agrícola suelos, etc., mientras que en

el sector del transporte interno, el CO<sub>2</sub> se identifica como las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión móvil de combustibles líquidos (Ministerio de Medio Ambiente de Japón, 2005)(Koichi, 2010).

Desde principios de los 80, el gobierno japonés comenzó a introducir otros recursos energéticos para la generación de electricidad. Como resultado, Japón tiene una excelente diversificación en la mezcla de los recursos energéticos para la generación de electricidad. Entre los recursos energéticos, la energía nuclear ha jugado un papel importante. Ha contribuido a casi el 30% del total de generación de electricidad de Japón en 2010 (Huang y Nagasaka, 2012).

Las naciones en desarrollo que son parte en el Protocolo no tienen obligaciones de reducción de emisiones y en su lugar pueden beneficiarse de la celebración de la energía limpia, los proyectos financiados por los países industrializados con la esperanza de compensar sus propias emisiones (Feature., 2007).

## **1.5 Energías renovables**

Las energías renovables, en consecuencia, toman fuerza en el sector energético, como alternativa en una etapa energética diferente y haciendo ver que un cambio es posible. El origen de toda energía en la Tierra proviene de la energía que llega del Sol y, por ello, la energía solar está consiguiendo grandes éxitos entre la energías renovables, aunque aún queda mucho en lo que innovar y mejorar (Beñat-Salbidegoita, 2008).

La energía en cualquiera de sus formas no puede crearse ni destruirse; sólo se puede cambiar de una forma a otra (primera ley de la Termodinámica). Aunque la energía no se pierde, sí se degrada en un proceso irreversible (segunda ley de la Termodinámica). Por ello, en rigor la energía no puede considerarse renovable. Lo que puede renovarse es su fuente, por ejemplo el viento, o una caída de agua (Alatorre-Frenk, 2009).

El sector de energía renovable está constituido por todas las formas de energía que se renuevan de forma continua. Algunas de éstas son: el sol, el viento, el agua, la biomasa y el calor proveniente del núcleo de la Tierra. Dependiendo del tipo de fuente utilizada, El consumo de electricidad generada por fuentes renovables en el mundo creció un 8% de 2009 a 2010. En este último año, se alcanzó un total de 4,154 TWh, lo que representa 22% de participación en el consumo total de energía eléctrica global (Lozano-Cardona, 2013).

México cuenta con distintos recursos renovables para la generación de energía, en algunos casos considerablemente abundantes en comparación con otros países. Sin embargo, éstos no están distribuidos uniformemente sobre el territorio nacional; por ejemplo, la región del Istmo de Tehuantepec en Oaxaca cuenta con un importante recurso eólico, Sonora y Chihuahua con solar, Chiapas con hidráulica y Baja California con geotermia (Beltrán-Rodríguez *et al.*, 2013).

## **1.6 Aplicación de energía**

La economía de nuestro país está bastante desarrollada, ya que cuenta con las capacidades necesarias para apoyar la implementación de las energías renovables, aunque un buen número de ellas requieren ser ampliadas y/o actualizadas en el contexto de la nueva dimensión energía-ambiente, que incluye instrumentos como el Mecanismo de Desarrollo Limpio y la Economía del Carbono (Huacuz-Villamar, 2008).

En el primer caso las posibilidades de aplicación son enormes: desde viviendas o equipamientos aislados y/o independientes, hasta centrales eléctricas rurales, telecomunicaciones, bombeo de agua, protección catódica, señalizaciones, equipos de sonido, sistemas de iluminación, ordenadores o teléfonos portátiles, cámaras, calculadoras, etc. Estos sistemas permiten hacer accesible un suministro eléctrico de calidad a regiones distantes y a sitios rurales aislados (Descripción-Desarrollo, 2004).

La limitación de recursos obliga a proponer proyectos que sean viables con bajo presupuesto, buscando economía en materiales y fabricación propia. La cultura de lo ambiental se irá arraigando en la sociedad una vez se muestren soluciones útiles, generosas con el medio ambiente y factibles de implementar (Salazar-Marín *et al.*, 2011).

Los distintos tipos de Energías Renovables se pueden clasificar, según origen del recurso natural que utilizan, de la siguiente manera:

**Hidráulica:** Los cuerpos de agua traen consigo energía potencial. El aprovechamiento de ríos, arroyos y cascadas permite generar energía eléctrica y mecánica

**Eólica:** La atmósfera posee zonas con diferencias de presiones. El movimiento de masas de aire, de un punto al otro, es aprovechado. La energía cinética de este es captada para generación de electricidad o movimiento mecánico; mayormente usada para bombeo de agua.

**Solar:** La superficie terrestre recibe un promedio de energía solar de 1Kw/m<sup>2</sup>. La utilización puede ser orientada a generación de calor: en cocción o en agua doméstica; y en energía eléctrica.

**Energía de Biogás:** La materia orgánica descompuesta de forma anaerobia, genera, mediante un proceso complejo, biogás o “Gas de los Pantanos”. Su aprovechamiento es útil en cocción o calefacción; y como sub producto, es utilizado el líquido como fertilizante (Iglesias y Ramanti, 2011).

## 1.7 Secadores solares

La mayoría de los agricultores de los países en desarrollo siguen utilizando el secado al sol directo para la conservación de alimentos. Este método, aunque barato que son susceptibles a la suciedad, materiales extraños y son accesibles a los animales y requieren mayor espacio abierto (Chan *et al.*, 2014).

Muchos productos agrícolas requieren un secado pos cosecha para su adecuada conservación hasta que llegan a los centros de consumo. Aun de los productos que se comercializan en forma fresca, el secado ofrece una alternativa al agricultor



cuando existen problemas de transporte o se producen bajas de precio por sobreproducción. Los secadores procuran eliminar el agua contenida en los alimentos, con el fin de evitar la proliferación de microorganismos o de desarrollo de reacciones químicas que deterioran a los mismos (Corvalan *et al.*, 1992)

El estudio de estos secadores, que sólo operaban en la radiación solar, era evidente que tenían un muy buen desempeño; también eran prácticos, de bajo costo y fácil de manejar. Estas son algunas de las razones que todavía están siendo estudiados y mejorados con el fin de ofrecer mejores opciones a los productores agroalimentarios, que exigen mejores maneras de preservar sus productos durante todo el año y que tienen algún tipo de valor añadido (Gudiño-Ayala y Calderón-Topete, 2013).

Son ampliamente conocidas las ventajas de los alimentos deshidratados, ya que al reducir el contenido de agua, se inhibirá el crecimiento de microorganismos y la actividad enzimática, lo que permitirá extender la vida media de los alimentos. Además el secado de los alimentos permite reducir su peso y en muchos casos el volumen, lo que incluye una reducción importante, en los costos de empaque, almacenamiento y transporte (Hui, 1992).

El agua contenida en el alimento permite la proliferación de microorganismos y / o el desarrollo de reacciones químicas que afectarlos. Cuando es necesario para conservar los alimentos durante algún tiempo, una alternativa es para que se sequen o secalos; es decir, eliminar el agua contenida en ellos. Existen varios métodos para lograr esto, lo más sencillo es exponer los alimentos a una corriente de aire, sujeto a ciertas condiciones de temperatura, humedad y velocidad. El contenido de humedad de un producto se expresa en relación a su masa total seca o su masa (es decir, la masa obtenida descontando la masa de agua evaporable que contiene) (Finck-Pastrana, 2014).

## **1.8 Energía térmica**

La energía solar térmica se basa en el aprovechamiento de la energía contenida en la radiación solar y su transformación en calor útil para obtener agua caliente. En este manual se analizan las aplicaciones de la energía solar térmica para producción

de agua caliente sanitaria en sustitución de combustibles fósiles o energía eléctrica, lo que permite reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, contribuyendo también a aumentar la diversificación de las fuentes de energía y a disminuir la dependencia exterior de países no productores de combustibles fósiles (Sedigas., 2013).

Las aplicaciones térmicas de la energía solar empezaron a remontar su vuelo impulsadas por el apoyo de promoción de las administraciones que, mediante ayudas a la inversión, las hacen más competitivas dentro de un mercado con energías convencionales muy baratas. Esta etapa inicial, todavía no acabada, ha permitido consolidar la idea de que la energía solar térmica funciona, y bien, como se ha venido demostrando con la gran cantidad de instalaciones que se han realizado, sobre todo, en los últimos años; y la afirmación está fundamentalmente soportada por la gran cantidad de usuarios satisfechos, circunstancia que queda reflejada en multitud de encuestas (Asit., 2010).

## **1.9 Deshidratación**

El proceso de deshidratación a menudo se relaciona con una dramática transformación morfológica de un inicial suave y la configuración completa de un bruto final con muchos azar, ondulaciones intrincados y reticulares (Yin-Liu. *et al.*, 2014).

La deshidratación osmótica (DO) consiste en la inmersión de un alimento sólido, entero o en piezas, en soluciones acuosas de alta concentración en solutos (hipertónica) a un tiempo y temperaturas específicos. Las membranas de los alimentos son semipermeables por lo cual esta técnica provoca al menos dos flujos principales simultáneos en contracorriente. Un importante flujo de agua del interior de la fruta hacia el exterior, para tratar de equilibrar el potencial químico del agua a ambos lados de dichas membranas (Vega-Gálvez *et al.*, 2007).

El secado de alimentos es una técnica que se usa para preservarlos. Esta práctica viene utilizándose desde la antigüedad y tiene como fin extraer el agua del alimento para conservarlo, de forma que se evite el crecimiento de bacterias y su proliferación

en él. La deshidratación de alimentos se puede realizar mediante el uso de la energía solar. Secar alimentos mediante energía solar es una técnica que ya utilizaban nuestros ancestros desde hace miles de años (Saiz-Jiménez y Cornejo-Royo, 2014).

### **1.10 Alimentos contaminados**

Desde el advenimiento de la era industrial, las personas compran los alimentos, cuando antes los producían ellos para autoconsumo. Este cambio provocó la aparición de la llamada industria de la alimentación. La contaminación tanto microbiológica como química o física se venían produciendo de manera natural, pero con la necesidad de nuevos procedimientos industriales aparecen nuevos tipos de contaminación (Aboal-Viñas y Pérez-Castellanos, 2002).

Las fuentes de contaminación de los alimentos son varias: propio alimento, la superficie que contacta con éste, el medio ambiente, los propios seres vivos y los productos derivados de éste (Díaz-Lorenzo *et al.*, 2015).

Todos los días, personas de todo el mundo enferman por los alimentos que comen. Estas enfermedades se denominan “enfermedades de transmisión alimentaria” y son causadas por microorganismos peligrosos y/o sustancias químicas tóxicas. La mayoría de las enfermedades de transmisión alimentaria se pueden prevenir con una manipulación apropiada de los alimentos (O.M.S., 2007).

La posibilidad de la producción industrial, de conservación y transporte de los alimentos a nivel mundial han favorecido el desarrollo de técnicas que permiten o garantizan la inocuidad del alimento empleando medios como enfriamiento, congelación, irradiación, pasteurización y desecación con el objetivo de disminuir o eliminar la contaminación bacteriana generado por la manipulación de los alimentos (Montilla-M *et al.*, 2010).

### **1.11 Conservación de alimentos**

El aumento progresivo de la población mundial así como de la falta de alimentos suficientes para cubrir todas las necesidades, ha traído como resultado un incremento constante en el desarrollo de investigaciones en el sector agrícola dirigidas a potenciar la producción y a mejorar la eficiencia en su aprovechamiento, de ahí que surjan como alternativa la aplicación de diferentes procesos agroindustriales para lograr extender el período de vida de dichos productos (Gacía-Pereira *et al.*, 2013).

La conservación de alimentos, en su contexto más amplio se puede definir como la aplicación de tecnologías encargadas de prolongar la vida útil y disponibilidad de los alimentos para el consumo humano y animal, protegiéndolos de microorganismos patógenos y otros agentes responsables de su deterioro, y así permitir su consumo futuro (Aguilar-Morales, 2012).

La deshidratación constituye un método fundamental en el procesamiento, almacenamiento y conservación de muchos productos alimenticios naturales como frutas, vegetales y granos. En general este proceso implica, a menos que el material haya sido sometido a pre tratamientos que destruyan la estructura celular, la deshidratación de tejidos celulares “vivos”(Márquez y De Michelis, 2008).

### **1.12 Descripción general del plátano**

El plátano (*Musa paradisiaca L.*) es un cultivo de mucha importancia en el trópico americano y en otras zonas tropicales del mundo. Su origen es el sureste asiático, pasando posteriormente a la India y África. En 1516, los europeos lo introdujeron en América y las Antillas (Rodríguez-Cedillo y Guerrero-Barrios, 2002).

El banano es una de las frutas más consumidas en muchos países. Sin embargo, se echa a perder rápidamente, sobre todo en el caso de plátano maduro. Uno de los métodos convencionales para la conservación a largo plazo de los productos agrícolas, como frutas y verduras, es el de secado (Samadi-Hashem *et al.*, 2014).

El plátano es una planta herbácea, que pertenece al grupo de las Musáceas. Las raíces son gruesas, carnosas y se ramifican en pelos absorbentes, que son los responsables de la absorción del agua y los nutrientes. Normalmente, las raíces están situadas en los primeros 30 cm de profundidad. El verdadero tallo de la platanera es un órgano subterráneo que se le conoce como cabeza, cepa o cormo. De este órgano cilíndrico nacen las raíces, las hojas, los hijos y la inflorescencia (Agrolanzarote., 2012).

La planta de banana consiste de uno o más falsos tallos (las partes erectas que se asemejan a troncos), un rizoma subterráneo y un sistema de raíces fibrosas. El falso tallo constituye el tronco funcional que sostiene a las hojas, flores y frutos.

### **1.13 Las hojas**

Las hojas de las bananas están formadas por una estructura tubular llamada vaina, un peciolo grueso y un limbo o lámina.

### **1.14 Las raíces**

Un gran número (200-500) de raíces fibrosas salen del rizoma. En los suelos fértiles, bien drenados y profundos las raíces se pueden extender 5 pies (1.5 m) en profundidad y hasta 16 pies (4.9 m) lateralmente.

### **1.15 Las flores**

Las inflorescencias emergen del centro de los falsos tallos a los 10-15 meses de haberse sembrado; en este momento, de 26 a 32 hojas deben haber surgido. Las flores se disponen en forma de espiral a lo largo del eje de la inflorescencia en grupos de 10 a 20 y están cubiertas por brácteas (hojas modificadas) carnosas de color púrpura verdoso (Crane y Balerdi, 2015).

### **1.16 Clasificación taxonómica**

Familia: Musáceas.

Especie: *Musa cavendishii* (plátanos comestibles cuando están crudos) y *Musa paradisiaca* (plátanos para cocer).

Origen: tiene su origen en Asia meridional, siendo conocida en el Mediterráneo desde el año 650 (Herrera-Rojas y Colonia-Coral, 2011).

El plátano se clasifica de la siguiente manera:

Clase: Monocotiledonea.

Orden: Zingiberales.

Familia: Musacea.

Subfamilia: Musoidae.

Género: Musa.

Especie: Musa sp(FUNACH-ASPPLAGUZ., 2002).

### 1.17 Composición del plátano

Bananas y plátanos son frutas tropicales de plantas herbáceas de origen asiático, pertenecientes al género Musa. Mientras las bananas pertenecen a especies tales como *Musa sapientum* y *Musa cavendishii*, los plátanos son de la especie *Musa paradisiaca*. Bananas y plátanos tienen la característica general de las frutas, es decir, tienen un valor nutritivo que radica fundamentalmente en su contenido de carbohidratos. Además, son alimentos extremadamente acuosos, y por lo tanto, voluminosos: cerca de las dos terceras partes de las mismas son agua (Ly *et al.*, 2004).

Energía	92.0 kcal
Proteínas	1.03 g
Hidratos de Carbono	21.0 g
Vitamina A	8.00ug ER
Vitamina b1	0.045 mg
Vitamina b2	0.100 mg
Niacina	0.740 mg
Vitamina b9	0.578 mg
Vitamina E	0.270 mg
Vitamina c	9.10 mg
Calcio	6.00 mg
Fosforo	20.0 mg
Magnesio	29.0 mg
Hierro	0.310 mg
Potasio	396 mg
Zinc	0.160 mg

(Pamplona-Roger, 2006).

### 1.18 Mercadotecnia

El plátano es el cuarto cultivo más importante del mundo, es considerado un producto básico y de exportación, fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo. El producto que entra en el comercio internacional es el procedente de los países latinoamericanos y del Caribe, entre los cuales se encuentra Colombia. Pertenece al sector tradicional de la producción campesina y ocupa áreas poco significativas en predios familiares para consumo doméstico (Santos, 2006).

El plátano (*Musa paradisiaca* L.) es uno de los cultivos más importantes en la agricultura mexicana, ocupa el segundo lugar de la producción en frutas tropicales, porque es básico en la alimentación, su precio bajo, sabor agradable, disponibilidad todo el año, combinaciones múltiples en la preparación de alimentos, genera sensación de saciedad, su valor nutritivo es alto y aporta potasio, hierro y vitamina K (C.O.V.E.C.A., 2010).

México exportó en 2010, 176,152 toneladas, participando con el 1.1% de las exportaciones mundiales. Dicho volumen representó en 2010 cerca del 8% de su producción (S.E., 2012).

México fue, alguna vez, el productor más importante del mundo de banano y el exportador más relevante del mercado. Logró colocar un 25% del volumen comercializado en el mercado mundial. Este periodo de auge (1932 - 1938) de la producción y exportación bananera, se interrumpió con el proceso de reparto agrario y no volveríamos al mercado mundial sino muchas décadas después (S.E.D.E.P.A.S., 2012.).

## **Materiales y métodos**

### **Localización del sitio experimental**

Este trabajo de investigación se desarrolló desde el mes de octubre del año 2014 al mes de mayo de 2015 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro unidad laguna situada a la altura del periférico Raúl López Sánchez y la carretera a Santa Fe en la ciudad de Torreón Coahuila.

La región de localiza en la parte central de la porción norte de México.se encuentra ubicado entre los meridianos 102°22'09" y 104°46'12" de longitud oeste y, los paralelos 24°22'21" y 26°52'54" latitud norte. Su altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 metros. Su topografía es en términos generales plana y de pendientes suaves, que varían de 0.2 a 1 metro/kilómetro, generalmente hacia norte y noroeste. La temperatura media anual es de alrededor de 20°C, alcanzando una temperatura máxima extrema de 42°C en el verano y una temperatura máxima extrema de -9°C durante invierno. Su clima es considerado de tipo árido caliente y desértico, de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por García (1998).

Su precipitación media anual es alrededor de 220 milímetros, presentándose el periodo de lluvias durante el verano y otoño.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el proceso de secado de la pulpa del plátano (*Musa paradisiaca* L.) empleando un deshidratador solar con cristal transparente bajo condiciones clima maticas de la comarca lagunera.

### **Construcción de un deshidratador solar**

Para poder desarrollar este experimento se construyó un deshidratador solar de lámina calibre 22 que equivale a 0.74mm con las siguientes dimensiones: 1 metro de base por 1 metro de ancho, teniendo una altura de 1.20 metros de parte baja, con 1.60 metros de su parte alta, resultando una pendiente de 25° con respecto a la horizontal.

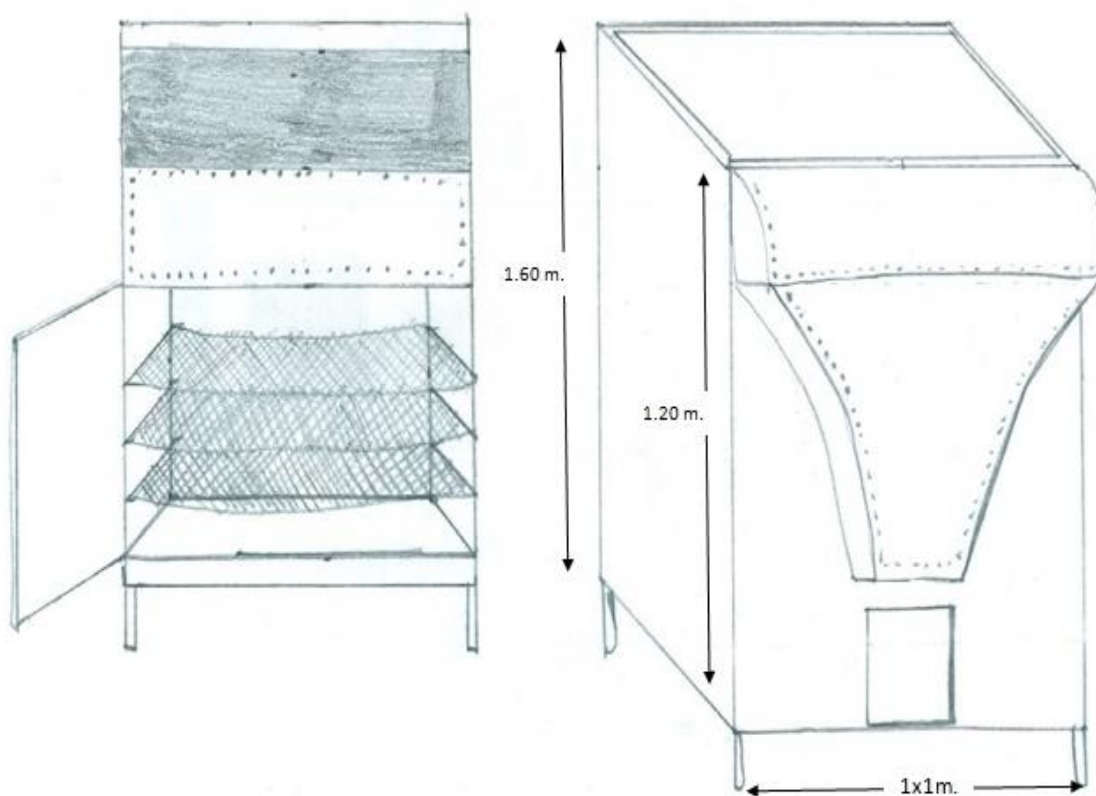
En esta parte superior, se pintó de color negro de tonalidad mate, con la finalidad de absorber la radiación solar. El deshidratador consta de 3 charolas de tela de mosquitero en donde se colocaran trozos de la fruta del plátano a una altura de 25,50 y 75 centímetros con respecto a la base del deshidratador. Además en su



parte superior tiene un vidrio de 1 metro cuadrado con 4 milímetros de espesor. El ángulo de inclinación de la tierra con respecto al sol es de  $25^\circ$ .

También se utilizaron cuatro termómetros, uno para medir la temperatura ambiente desde que sale el sol hasta que se oculta, tomando mediciones cada hora. Los otros tres termómetros se colocaran dentro del deshidratador, en cada uno de las charolas, en la parte media de las mismas, midiéndose también cada hora las temperaturas.

### Diseño del deshidratador



Modelo del deshidratador utilizado en el presente proyecto.

## **Metodología**

### Variables estudiadas

Se tomaron 10 trozos de la pulpa del plátano la primera muestra se realizó sin haberse deshidratado y las otras 9 se colocaron 3 en cada charola, por 5 horas, una vez pasando el proceso de deshidratación se depositaron en bolsas de plástico para llevárselos al laboratorio donde se realizaron análisis para determinar % de humedad perdida, grados Brix y pH.

### **Determinación de la humedad**

Método de determinación de pérdida de humedad. Antes de introducirla fruta del plátano del deshidratador, las muestras se pesaron en una báscula analítica, siendo considerado este valor como el inicial. Una vez transcurrido el periodo de deshidratación, se volvieron a pesar las muestras y se consideró como el valor final. El porcentaje de pérdida de humedad se encuentra con la siguiente formula (Nollet.y Leo, 2000.).

$$\% \text{ humedad perdida} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{Peso inicial}} (100)$$

### **Determinación de grados brix**

Los grados Brix ( °Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido .una solución de 25 °Bx tiene 25 g de azúcar(sacarosa) por 100 g de líquido o , dicho de otro modo, hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua en los 100 g de la solución (NMX-F-436-SCFI., 2011)

### **Procedimiento**

Antes de realizar la medición se calibró el refractómetro Atago® modelo N° 48889 con agua destilada, luego se toma 1 milímetro del extracto de la pulpa del plátanos coloca en la ventana del refractómetro y se mide directamente (NMX-F-436-SCFI., 2011).

### **Determinación de ph.**

Los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en el sabor, color y la estabilidad de los mismos. Los valores de acidez pueden ser muy variables, por ejemplo, en el caso de las frutas, varían desde 0.2 a 0.3 %, en manzanas de poca acidez, hasta de 6% en el limón. Los ácidos predominantes en frutas son: el cítrico; en la mayoría de las frutas tropicales; el málico en manzana; y tartárico en uvas y tamarindo.

El pH se define como  $-\log[H^+] = -\text{LOG } 1/[H_3O^+]$ . Su determinación y control es de gran importancia en las industrias de alimentos; en la utilización y control de microorganismos y enzimas; en la clarificación y estabilización de jugos de frutas y vegetales y de productos fermentados de frutas y cereales; en la producción de mermeladas y jaleas.

Resulta particularmente importante en lo que se refiere a rigurosidad del tratamiento térmico (tiempo y temperatura de procesamiento) en general, la velocidad de destrucción térmica de las bacterias, particularmente las anaerobias formadoras de esporas.

Se incrementa marcadamente cuando aumenta la concentración de iones hidrogeno; sin embargo el efecto no es tan pronunciado en el caso de hongos y levaduras.

### **Preparación de la muestra**

Se prepara un extracto de 10 milímetros de jugo de la fruta en 50 mililitros de agua y se mide el pH del líquido.

### **Reactivos**

NaOH al 0.1 N

### **Procedimientos**

Pipetear 10 ml de jugo de frutas en un vaso de precipitado de 250 ml que contenga 50 ml de agua destilada.

Determinar Ph.

Agregar 1 ml de la solución estándar de NaOH al 0.1 N y repetir la lectura del pH.

Continuar agregando volúmenes de 1ml de base y determinar el pH a 1 ML.

Continuar tomando medidas de pH hasta que estas sean aproximadamente constantes.

Una vez preparada la muestra de acuerdo al procedimiento requerido de procederá a realizar la determinación del pH de la muestra.

Calentar y calibrar el medidor del Ph (pH metro) de acuerdo a las instrucciones del aparato.

Los electrodos deben mantenerse sumergidos en agua destilada y lavarse cuidadosamente, antes y después de usar, agua destilada, después secar el exceso sin frotar el electrodo (Reardon, 2011).

Cuadro de tratamientos

tratamientos	Pesos inicial(gr)	Pesos final(gr)	% humedad	Grados Brix	pH
testigo					
1.1					
1.2					
1.3					
2.1					
2.2					
2.3					
3.1					
3.2					
3.3					

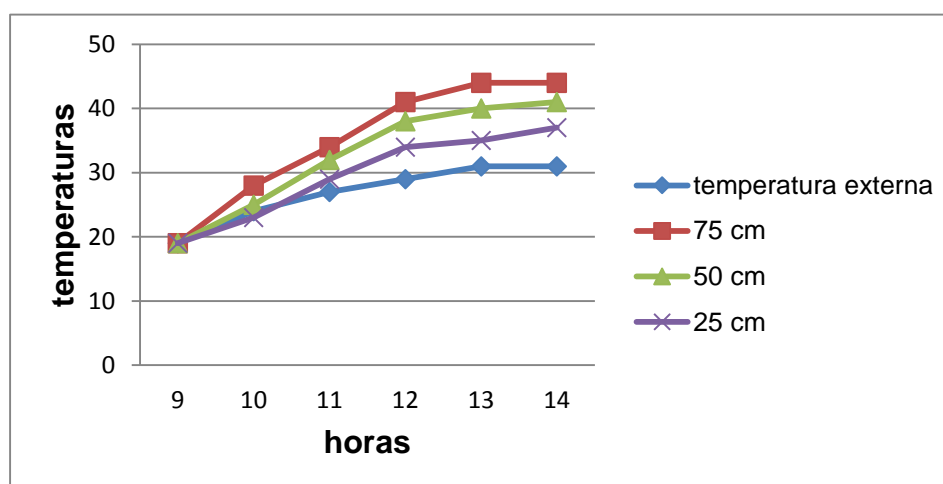
En el cuadro se hizo un concentrado de los 10 tratamientos a que fueron sometido la pulpa del fruta del plátano, siendo el testigo a aquel trozo de pulpa que no se deshidrató; los tratamientos 1.1, 1.2, 1.3, corresponden al nivel de los 75 cm, siendo el 1.1 colocado al extremo izquierdo, 1.2 al centro y el 1.2 al extremo derecho, y así sucesivamente los demás tratamientos.

## Resultados y discusiones

Al analizar el cuadro 1 y la gráfica 1 referentes a las temperaturas tanto al exterior como el interior del deshidratador solar se observa que en lo referente a la temperatura exterior hubo un incremento de 19°C a 31°C son 12°C desde que inicio la puesta del experimento de las 9 am hasta las 14 horas.

Horas	temperatura externa	temperaturas internas por altura		
		75 cm	50 cm	25 cm
9	19	19	19	19
10	24	28	25	23
11	27	34	32	29
12	29	41	38	34
13	31	44	40	35
14	31	44	41	37

Tabla 1, Temperatura interna y externa en el deshidratador 16 de octubre-2014



Gráfica.1 Temperatura interna y externa en el deshidratador 16 de octubre-2014.

Al inicio de esta jornada tanto la temperatura exterior como las internas fueron iguales es decir se inició a las 9 horas y conforme fue pasando el tiempo se observó un incremento dentro del deshidratador sobre todo en el nivel de los 75 cm es decir aquella charola que está más cercana al colector solar ya que las 14 horas

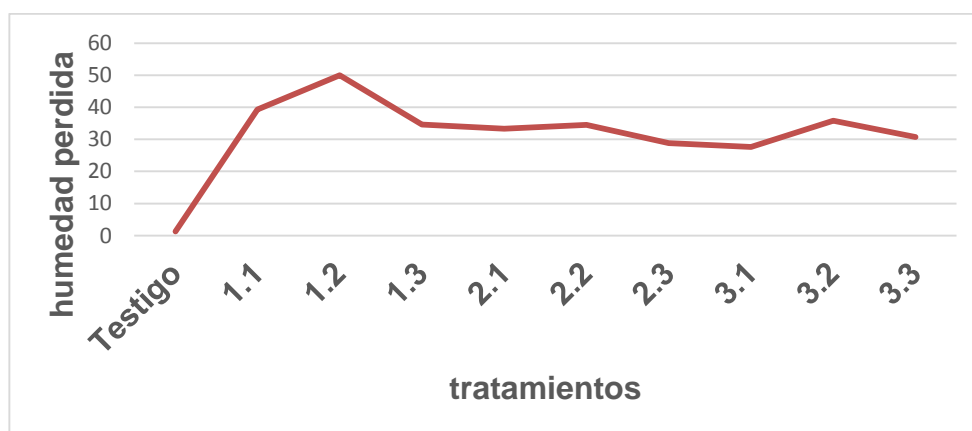
se obtuvo una temperatura de 44°C, 7 °C más que en la charola de los 25 cm que está más alejado del colector solar.

tratamientos	peso inicial (g)	peso final (g)	% de humedad	° Brix	pH
<b>Testigo</b>	23.6	23.3	1.27	21	5.62
<b>1.1</b>	8.9	5.4	39.3	32	5.33
<b>1.2</b>	7.8	3.9	50	35	5.4
<b>1.3</b>	10.4	6.8	34.6	30	5.26
<b>2.1</b>	9.6	6.4	33.33	28	5.26
<b>2.2</b>	8.1	5.3	34.56	27	5.77
<b>2.3</b>	11.8	8.4	78.81	31	5.13
<b>3.1</b>	12.3	8.9	27.64	26	5.75
<b>3.2</b>	10.6	6.8	35.84	26	5.24
<b>3.3</b>	10.1	7	30.69	26	5.37

Tabla.2 Resultados de los tratamientos de la pulpa del plátano 16 de octubre -2014

Como puede observar en la metodología los parámetros que se midieron fueron peso inicial en gramos, es decir se pesaron los trozos de la fruta del plátano antes de ser deshidratado, el peso final en gramos, es decir al final del proceso de deshidratación, el porcentaje de humedad perdida, los grados Brix y el pH, estos cuatro últimos parámetros se obtuvieron al final de la jornada.

Con base a lo anterior los resultados se observan en las siguientes graficas:



Gráfica.2 variación de los tratamientos en humedad

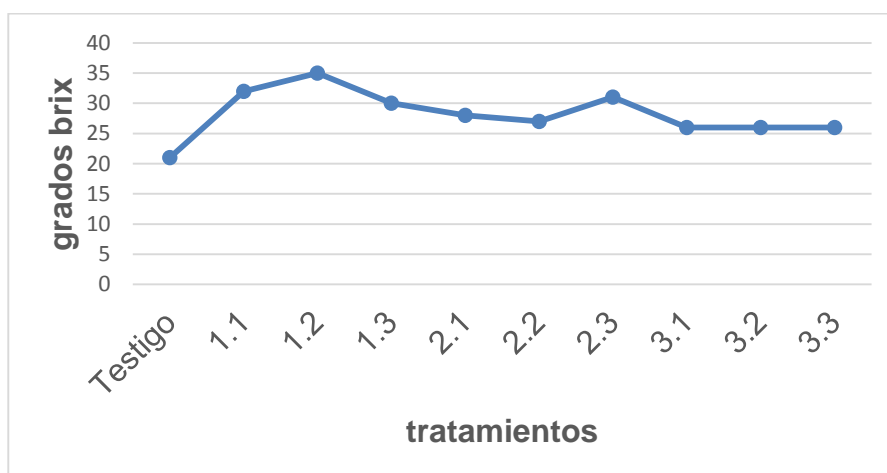
El % de humedad perdida se determinó con la siguiente fórmula

$$\% \text{ humedad perdida} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} (100)$$

Peso inicial

Conforme a la anterior gráfica se puede observar que el tratamiento que perdió más humedad fue el 1.2. Ya que ahí se perdió el 50% de la humedad lo cual resulta lógico ya que es nivel donde la temperatura fue mayor.

Al obtener los promedios de % de humedad perdida por nivel se obtiene que en el nivel de los 25 cm fue en donde menos pérdida de humedad se obtuvo con un 31.39 % esto es lógico ya que es aquel nivel que está más alejado del colector solar. Con respecto al nivel del testigo este tratamiento tan solo perdió en 1.27 5 ya que no fue sometido al proceso de deshidratación.



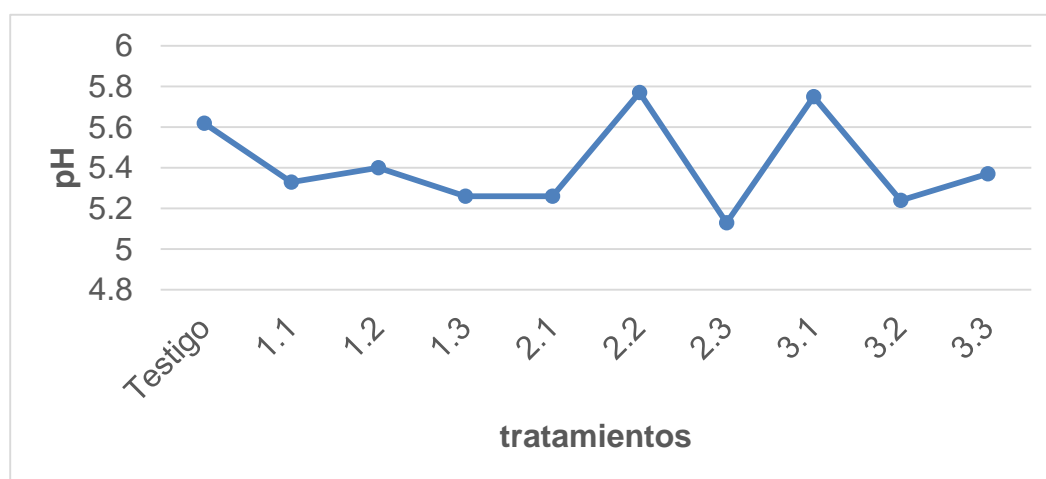
Gráfica 3. variaciones de los grados Brix en los tratamientos

Al observar la anterior gráfica se obtiene que en el tratamiento 1.2, también fue a aquel en donde el parámetro de grados Brix fue el mayor con un valor de 35; esto es obvio ya que si lo relacionamos con el % de humedad perdida fue en ese nivel donde se perdió humedad y por tal razón es en el nivel donde se concentran más los azúcares.

nivel de deshidratación( cm)	tratamientos										media aritmética
	testigo	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	
75	21	32	35	30							32.33
50	21				28	27	31				28.67
25	21							26	26	26	26.00

Tabla.3 Medidas aritméticas de los grados Brix 16 de octubre -2014

Al obtener la media aritmética por charola se obtiene que en el nivel de los 75 cm es el que alcanzó un mayor valor de grados Brix en promedios con 32.33 grados Brix.



Grafica 4. variación de los tratamientos en pH 16 de octubre-2014.

Nivel de deshidratación( cm)	tratamientos										media aritmética
	testigo	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	
75	5.62	5.33	5.4	5.26							5.33
50	5.62				5.26	5.77	5.13				5.39
25	5.62							5.75	5.24	5.37	5.45

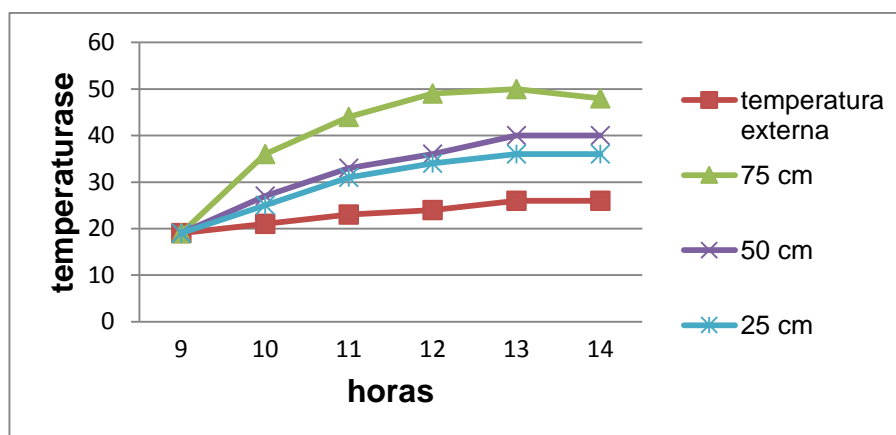
Tabla.4 Medias aritméticas del pH 16 de octubre-2014



El parámetro de pH mide la acidez o alcalinidad del elemento que estemos analizando así el testigo que fue aquel trozos del plátano que no se deshidrató tuvo un valor de 5.62 y al medir medias aritméticas de cada nivel sus valores fueron muy similares ya que en el nivel de los 75 cm su promedio fue 5.33 en el nivel de 50 cm fue 5.39 y en el nivel de 25 fue de 5.45.

horas	temperatura externa	temperaturas internas por altura		
		75 cm	50 cm	25 cm
9	19	19	19	19
10	21	36	27	25
11	23	44	33	31
12	24	49	36	34
13	26	50	40	36
14	26	48	40	36

Tabla.5 Temperatura interna y externa en el deshidratador 13 de noviembre 2014



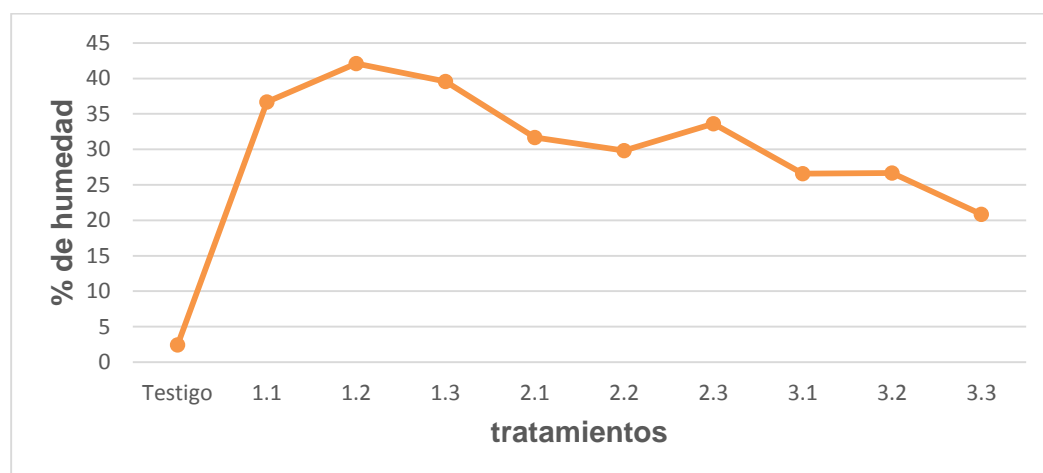
Grafica 5. Temperaturas interna y externa de un deshidratador solar 13 de noviembre 2014.

Tomando en cuenta los datos obtenidos se puede observar que se tuvo un ascenso de temperaturas desde las 9 de la mañana a las 13 horas donde las temperaturas externas existió un aumento de entre 1 y 2 de por hora pero analizando las interiores las temperaturas más altas fueron el nivel de 75 cm ya que esta se encuentra más alto en el nivel de 25 y 50 las temperaturas se mantuvo a las 14 horas pero en el de 75 hubo una disminución.

Entonces desde las 9 horas a las 14 horas en las temperaturas exteriores hubo un aumento de 7 °C y en el interior en el nivel 75 fue de 20 °C y en el nivel de 50 fue de 21°C y por último el de 25 fue de 17°C.

tratamientos	peso inicial(gramos)	peso final(gramos)	% de humedad	grados Brix	pH
<b>Testigo</b>	6.8	6.6	2.44	27	5.42
<b>1.1</b>	7.9	5	36.7	43	5.25
<b>1.2</b>	5.7	3.3	42.1	46	5.63
<b>1.3</b>	9.1	5.3	39.56	36	5.25
<b>2.1</b>	10.1	6	31.68	32	5.4
<b>2.2</b>	11.4	8	29.82	35	5.21
<b>2.3</b>	10.7	7.1	33.64	34	5
<b>3.1</b>	12.8	9.4	26.56	33	5.52
<b>3.2</b>	10.5	7.7	26.66	31	4.86
<b>3.3</b>	13.9	11	20.86	29	4.89

Tabla.6 Resultados de los tratamientos de la pulpa del plátano 13 noviembre 2014.

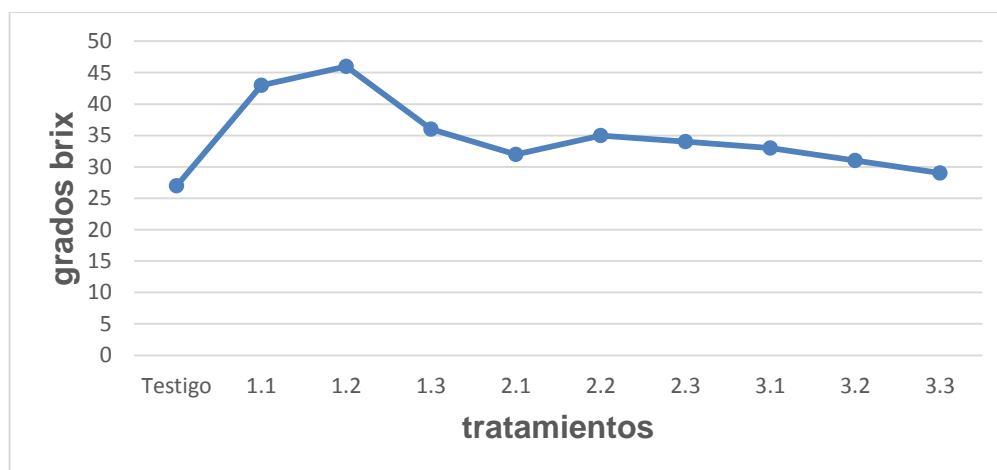


Gráfica 6. Variaciones de la pérdida de humedad 13 de noviembre 2014.

Analizando la gráfica podemos ver que nuestro testigo perdió poca humedad ya que esta no fue ingresada al deshidratador solar el tratamiento 1.2 que está en el nivel de 75 cm perdió 42.1 % de humedad esta se encuentra en el centro y por tanto más cerca del colector donde llega más calor, en el nivel de 50 cm hubo una pérdida de humedad media ya que el calor llega menos que en la primera, entonces en el de

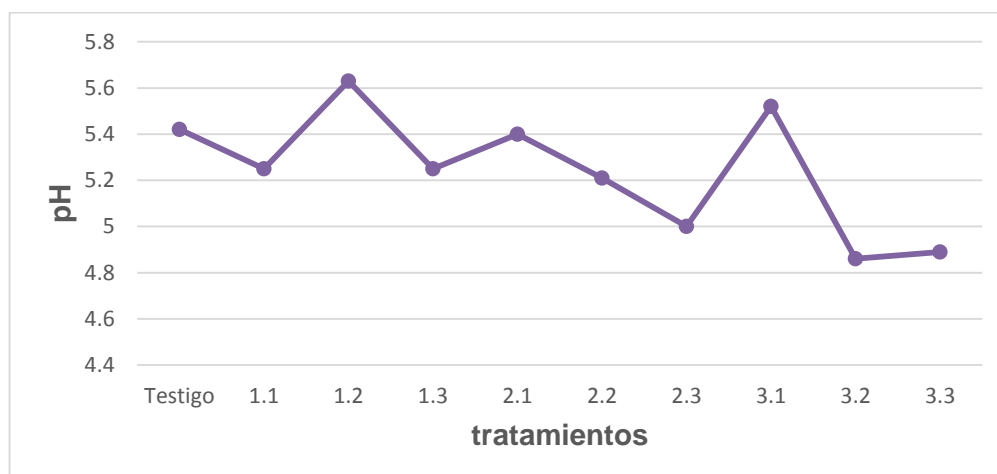
25cm fue la de menos perdida por que el calor es muy bajo. Por lo tanto analizando el testigo con los demás la perdida de humedad es mucha.

Verificándolo con la temperatura esta nos indica que en el nivel 75 cm tuvimos las temperaturas más altas por tanto estos tratamientos perdieron más humedad que las otras.



Grafica 7.Variaciones de los grados Brix en los tratamientos13 de noviembre 2014.

Tomando en cuenta los datos del cuadro 4 podemos ver que en el tratamiento 1.2 se tuvo el grado Brix más alto donde este a su vez fue el que perdió más humedad y se encuentra en el nivel 75 cm por lo tanto en este nivel se obtuvo una concentración más de azúcares en la pulpa del plátano, observando se puede ver que hay un descenso en grados Brix de cada tratamiento y por tanto el más bajo fue en el tratamiento 3.3 que es uno de los que se encuentra en el nivel de 25 cm.



Grafica 8.Varaciones de los tratamientos sobre el pH13 de noviembre 2014.

El parámetro de pH mide la acidez o alcalinidad del elemento que estemos analizando así el testigo que fue aquel trozos del plátano que no se deshidrato tuvo un valor de 5.62 y al obtener las medias aritméticas de cada nivel sus valores fueron muy similares ya que en el nivel de los 75 cm su promedio fue 5.38 en el nivel de 50 cm fue 5.20 y en el nivel de 25 fue 5.09.

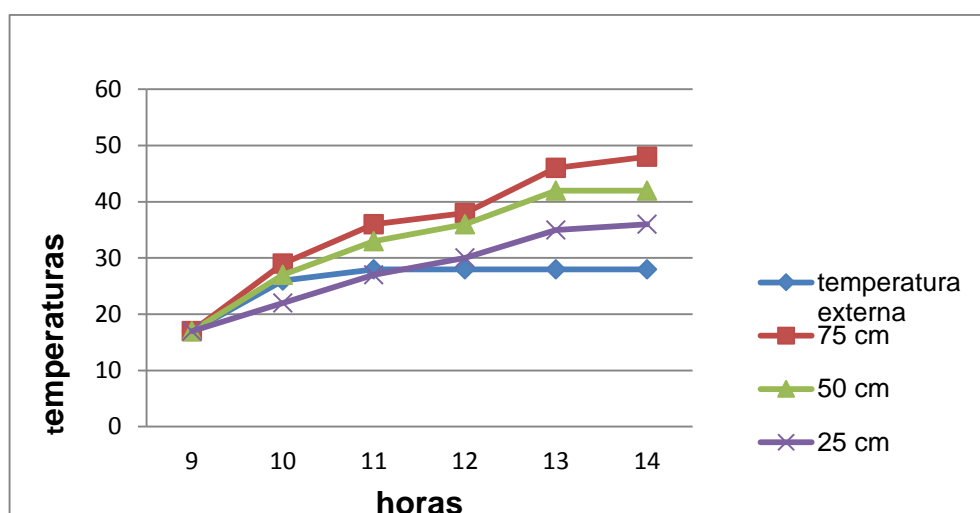
nivel de deshidratación( cm)	tratamientos										media aritmética
	testigo	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	
75	5.42	5.25	5.63	5.25							5.38
50	5.42				5.4	5.21	5				5.20
25	5.42							5.52	4.86	4.89	5.09

Tabla.7 Medias aritméticas del pH 13 noviembre 2014

Por tanto en el nivel de 75 cm se obtuvo un pH más alto en la pulpa del plátano la media fue el de 50 cm y más baja en el nivel 25 cm.

horas	temperatura externa	temperaturas internas por altura		
		75 cm	50 cm	25 cm
9	17	17	17	17
10	26	29	27	22
11	28	36	33	27
12	28	38	36	30
13	28	46	42	35
14	28	48	42	36

Tabla.8 Tempera interna y externa en el deshidratador 29 enero 2015



Grafica 9. Temperaturas interna y externa de un deshidratador solar 29 de enero.

Durante el inicio de la deshidratación iniciamos con una temperatura de 17 °C en interna como externa con el paso de las horas se puede observar que el exterior aumento 12 °C mientras que en el interior en el nivel de 75 cm aumento 31 °C en el nivel de 50 cm aumento 25°C y en el de 25 cm aumento 19 °C entonces se puede ver que las temperaturas fueron aumentando con pase de las horas y la radiación del sol. También se ve que en las temperaturas interiores el incremento se ve muy igual.

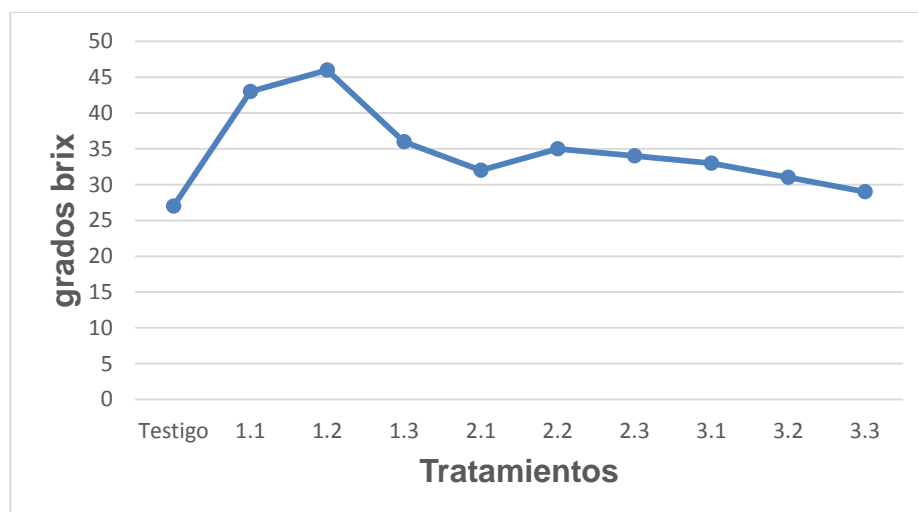
tratamientos	peso inicial(gramos)	peso final(gramos)	% de humedad	grados brix	Ph
<b>Testigo</b>	13.8	13.6	1.45	27	4.91
<b>1.1</b>	5.1	3.6	29.41	43	4.87
<b>1.2</b>	7.8	5.6	28.21	46	4.94
<b>1.3</b>	8	5.4	32.50	36	4.88
<b>2.1</b>	12.7	9.9	22.05	32	4.86
<b>2.2</b>	8.6	6.2	27.91	35	4.75
<b>2.3</b>	7	4.2	40.00	34	4.85
<b>3.1</b>	12.7	10.2	19.69	33	4.94
<b>3.2</b>	9.9	7.6	23.23	31	4.94
<b>3.3</b>	5.7	3.8	33.33	29	5.1

Tabla.9 Temperaturas de los tratamientos de la pulpa del plátano 29 enero 2015



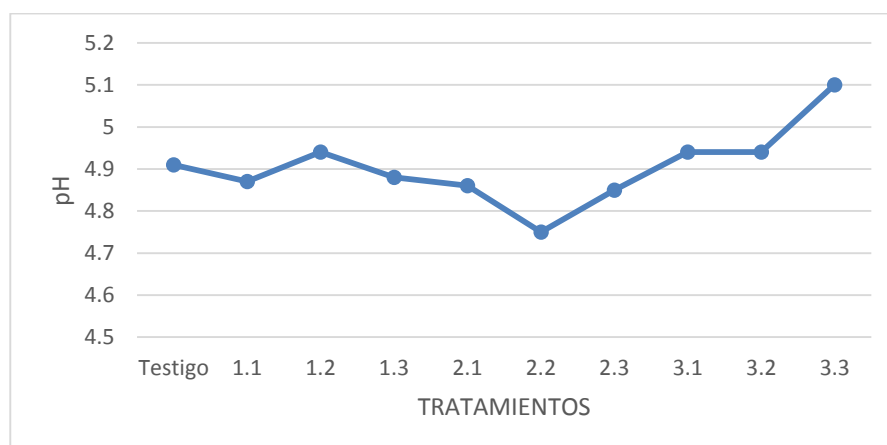
Grafica 10.Variacion en los tratamientos sobre su Perdida Humedad 29 de enero.

Analizando la gráfica 10 y comprándola con la de temperaturas podemos ver en el tratamiento 2.3 se perdió más humedad esta se encuentra en el nivel de 50 cm al lado derecho del deshidratador pero obteniendo una media aritmética se ve que en el nivel 75 cm se perdió 30.04 % de humedad y en el de 50 se perdió 20.98% y en el de 25 fue de 25.41% entonces viendo que en el primer nivel se obtuvo más pérdida de húmeda ya que en este nivel donde la temperatura aumento más.



Grafica 11.Varaiaciones de los tratamientos en base a los Grados Brix 29 de enero.

La grafica 11 nos indica que hubo una variación en los grados Brix ya que en el tratamiento 1.3 se tiene el grado Brix más alto que en las otras esto se debe a que está en el nivel 75 cm y es ahí donde las temperaturas fueron más alta y tuvo un 32.50 de % humedad perdida por lo tanto es en ese nivel donde hay más concentración de azúcares.



Grafica 12. Variación de los tratamientos en base a su pH 29 de enero.

El pH nos indica la acidez o alcalinidad de los alimentos el testigo que no fue deshidratado obtuvo un 4.91 pH.

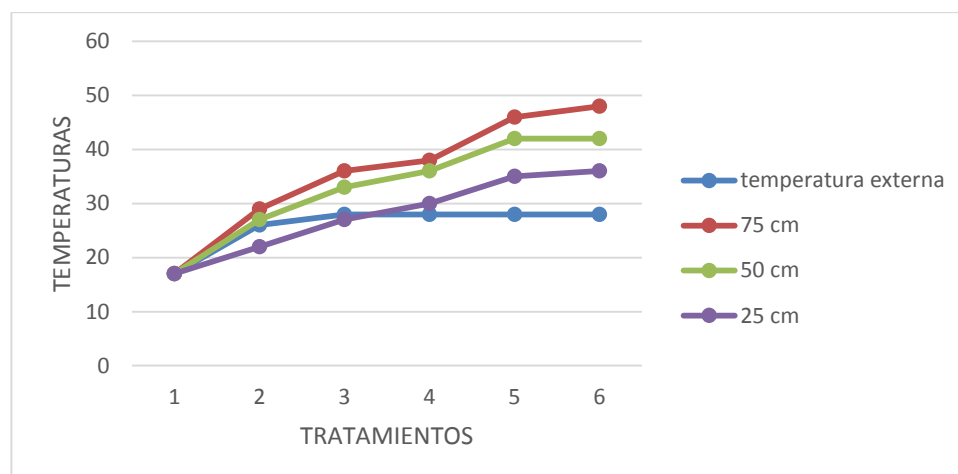
nivel de deshidratación (cm)	tratamientos										media aritmética
	testigo	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	
75	4.91	4.87	4.94	4.88							4.90
50	5.42				4.9	4.75	4.9				4.82
25	5.42							4.94	4.94	5.1	4.99

Tabla.10 Medias aritméticas del pH 29 enero 2015

Por lo tanto obteniendo la media aritmética de cada nivel el de 75 cm el nivel de acidez fue de 4.90 en el de 50 cm fue de 4.82 y en el de 25 cm fue de 4.99.

horas	temperatura externa	temperaturas internas por altura		
		75 cm	50 cm	25 cm
9	17	17	17	17
10	26	29	27	22
11	28	36	33	27
12	28	38	36	30
13	28	46	42	35
14	28	48	42	36

Tabla.11 Temperatura interna y externa en el deshidratador 27 marzo 2015



Grafica 13. Temperaturas interna y externa de un deshidratador solar 27 de marzo.

La gráfica 13 podemos ver que en las temperaturas exteriores durante todo el día el aumento fue poco iniciando desde las 9 de la mañana aumento 11 ° C hasta las 11 de la mañana y durante el transcurso se mantuvo en la misma temperatura hasta las 12 horas.

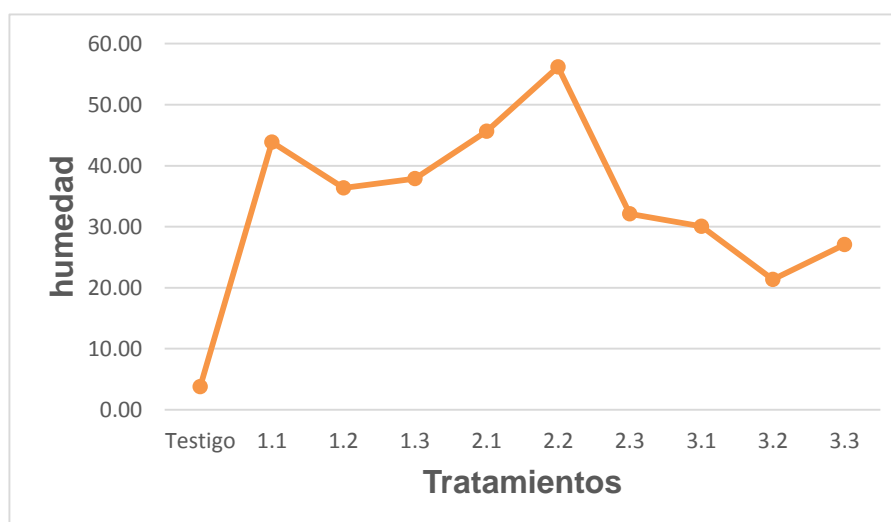
Las temperaturas interiores para ambos niveles fueron variando con forme pasaron las horas se inició con 17 ° C a las 9 de la mañana. El nivel de 75 cm el incremento fue de 31 ° C, en el nivel de 50 cm fue de 25 ° C y por último el de 25 fue de 19 ° C este aumento fue hasta las 14 horas.



tratamientos	peso inicial(gramos)	peso final(gramos)	% de humedad	grados brix	Ph
<b>Testigo</b>	5.3	5.1	3.77	22	5
<b>1.1</b>	5.7	3.2	43.86	24	5.13
<b>1.2</b>	8.8	5.6	36.36	24	5
<b>1.3</b>	10.3	6.4	37.86	25	5.3
<b>2.1</b>	10.3	5.6	45.63	25	5.21
<b>2.2</b>	7.3	3.2	56.16	26	5.03
<b>2.3</b>	10.9	7.4	32.11	24	5.15
<b>3.1</b>	12.3	8.6	30.08	23	5.02
<b>3.2</b>	17.8	14	21.35	22	5.83
<b>3.3</b>	9.6	7	27.08	23	5.86

Tabla.12 Resultados de los tratamientos de la pulpa del plátano 27 marzo 2015

Grafica



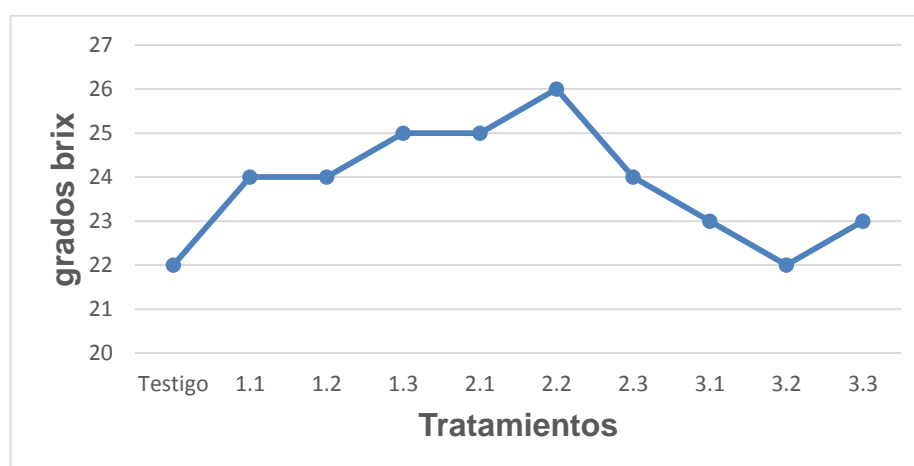
14.Variaciones sobre los tratamientos sobre % Perdida de Humedad 27 de marzo.

Analizando las gráfica 14 podemos ver que el testigo es el que menos humedad pierde por lo tanto de ahí iniciamos y vemos como varían la perdida de humedad por tanto el tratamiento 2.2 tuvo una mayor pérdida de humedad que fue de 56.16 % esto se debe a que el peso es muy bajo por lo tanto peso menos al final entonces comparándolo con la gráfica de temperaturas en el nivel 50 cm que donde se está el tratamiento 2.2 fueron temperaturas altas. Y vemos que en el nivel de 25 cm donde están los tratamientos 3.1, 3.2, 3.3 fue de menos pérdida ya que está más retirado del colector solar.

nivel de deshidratación( cm)	tratamientos										media aritmética
	testigo	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	
75	3.77	43.86	36.4	37.9							39.36
50	3.77				45.6	56.2	32.1				44.63
25	3.77							30.1	21.4	27	26.17

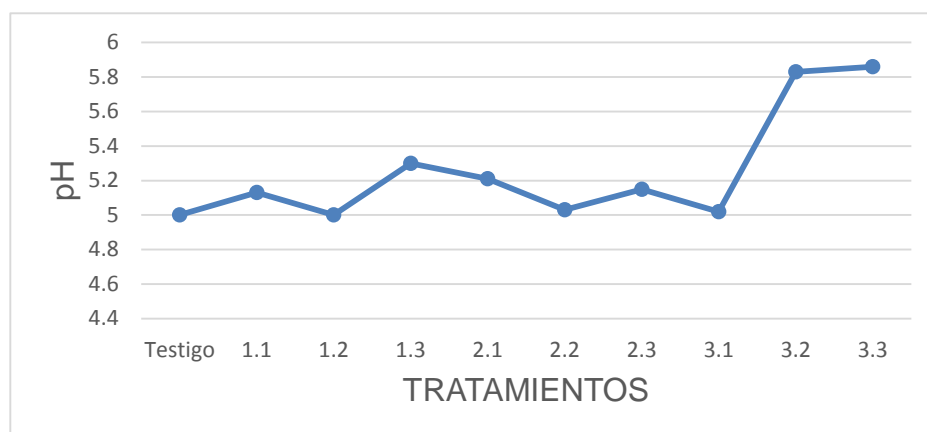
Tabla.13 Medias aritméticas del % de humedad 27 de marzo 2015

Obteniendo las medias aritmética de cada nivel se obtiene que en de 75 cm fue de 39.36% y en el de 50 cm fue de 44.63 % y en el de 25 fue de 26.17 %, por lo tanto en los tratamientos que se encuentran en el de 50 cm fueron los que perdieron más humedad, comprándolo con la tabla vemos el peso inicial y el final y es mucha la diferencia. Aunque estos se encuentre en el nivel de 50 cm donde la temperatura aumento al igual que en el nivel de 75 cm.



Grafica 15. Variaciones sobre os tratamientos en Grados Brix 27 de marzo.

Los grados Brix nos indica la concentración de azúcares entre más deshidratado este la pulpa más alto será la concentración de azúcares, entonces en el 2.2 que es en donde se perdió más humedad, se tiene una grado Brix de 26 por lo tanto tiene una concentración más alta de azúcares.



GRAFICA 16.Variaciones de los tratamientos sobre el pH27 de marzo.

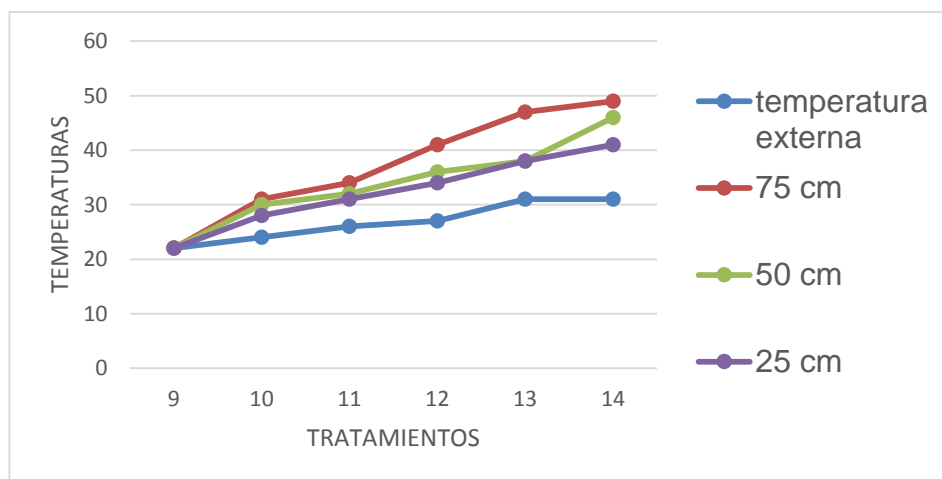
nivel de deshidratación( cm)	tratamientos										media aritmética
	testigo	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	
75	5	5.13	5	5.3							5.14
50	5				5.2	5.03	5.15				5.13
25	5							5.02	5.83	5.9	5.57

Tabla .14 Medias aritmeticas del pH marzo 2015

Obteniendo la medias aritméticas de cada charola podemos ver que en el de 75 fue de 5.14, la de 50cm fue de 5.13 y la última que fue de 5.57 que está más alto su pH. En la charola de 50 fue donde está más bajo su por lo tanto fue donde se perdió más humedad y aumento los grados Brix esto porque está más deshidratado.

horas	temperatura externa	temperaturas internas por altura		
		75 cm	50 cm	25 cm
9	22	22	22	22
10	24	31	30	28
11	26	34	32	31
12	27	41	36	34
13	31	47	38	38
14	31	49	46	41

Tabla.15 Temperatura interna y externa de un deshidratador 22 abril 2015



Grafica 17. Temperaturas internas y externas de un deshidratador 22 de abril.

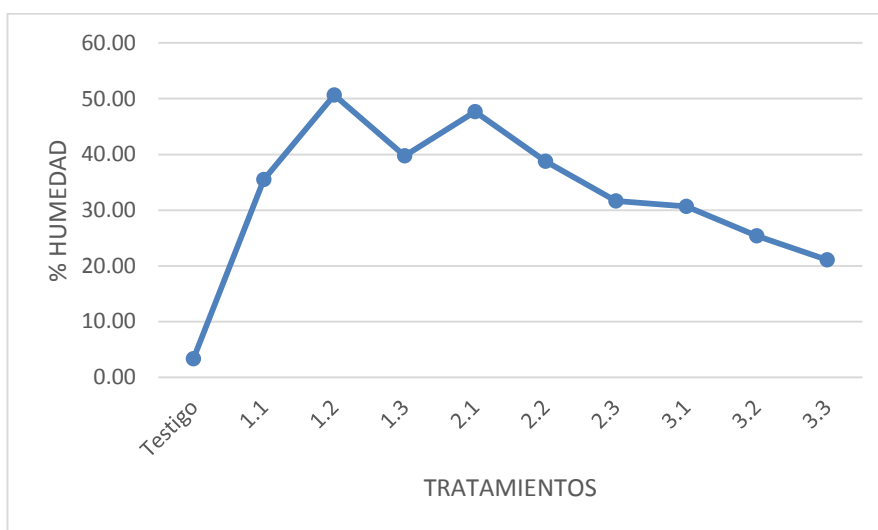
Al inicio de la deshidratación se inició en las temperaturas externas a 22 ° C donde al pasar de las horas hasta las 14 horas esta aumento 9 ° c teniendo una temperatura final de 31 ° c. mientras tanto al interior en la charola de 75 cm el incremento fue de 27 ° C y en la de 50 cm fue de 24°C mientras que la de 25 cm solamente fue de 19° C siendo esta la más baja ya que está más retirado del colector solar.

El incremento para internas y externas no vario tanto con el paso de las horas variaba entre 8 y 10 °C aproximados.

En este día a pesar de que estuvo nublado se claramente que las temperaturas fueron altas, entonces no importa si este soleado o nublado del deshidratador puede captar los rayos del sol muy bien.

tratamientos	peso inicial(g)	peso final(g)	% de humedad	grados Brix	pH
<b>Testigo</b>	6	5.8	3.33	23	4.84
<b>1.1</b>	10.7	6.9	35.51	26	4.93
<b>1.2</b>	7.3	3.6	50.68	27	5.09
<b>1.3</b>	7.3	4.4	39.73	26	5.2
<b>2.1</b>	13	6.8	47.69	28	5.04
<b>2.2</b>	12.9	7.9	38.76	28	5.33
<b>2.3</b>	11.7	8	31.62	28	5.09
<b>3.1</b>	12.4	8.6	30.65	27	4.99
<b>3.2</b>	13.8	10.3	25.36	26	5.62
<b>3.3</b>	12.8	10.1	21.09	28	4.91

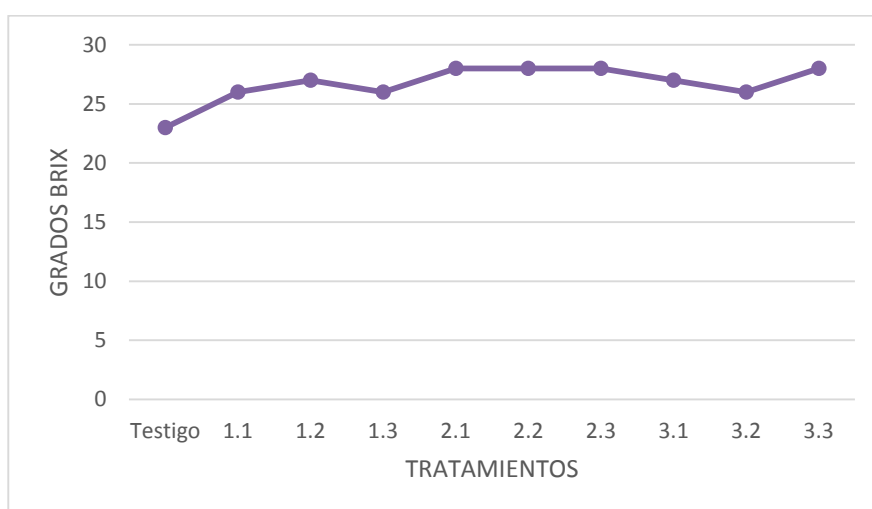
Tabla.16 Variaciones de los tratamientos de la pulpa del plátano 22 abril 2015



Grafica 18. Variaciones de la Perdida de Humedad 22 de abril.

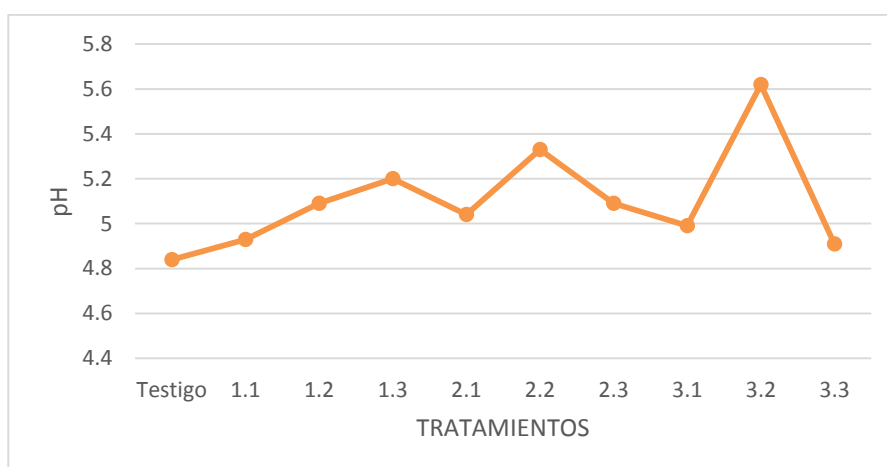
La grafica nos indica una variación en perdida de humedad se ve claramente que el tratamiento 1.2 perdió más humedad ya que este se localiza en la charola de 75 cm que está más cerca ala colector solar donde las temperaturas fueron mayor su pérdida de humedad fue de 50.60 %, también se observa que el 2.1 tiene una perdida parecida al anterior esto se debe a que su peso inicial fue bajo por lo tanto por eso se perdió una humedad de 47.69%.

Se observa que a base del testigo esto va incrementando la perdida de humedad y disminuyendo en la charola de 25 que esta se encuentra más lejos del colector.



Grafica 19. Variaciones sobre los Grados Brix 22 de abril. 2015.

Analizando la gráfica se ve que el tratamiento 1.2 perdió 27 grados brix esto se debe que ahí fue donde se perdió más humedad y por lo tanto se concentra más los azúcares. Entonces se ve al igual que desde el testigo que aumenta pero en el 1.3 tenemos una disminución y nuevamente se incrementa los grados brix siempre varían ya que en su momento de analizarlo se puede tener errores con el fruto o que este muy maduro o demasiado verde es necesario considerar estos detalles.

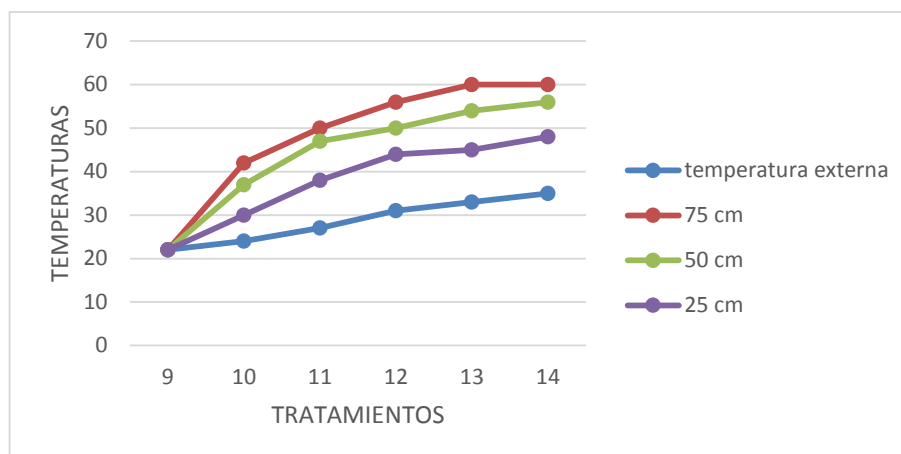


Grafica 20. Variaciones de los tratamientos en su pH 22 de abril.

El pH mide la acidez o alcalinidad del fruto obteniendo una media aritmética en cada charola en la de 75 fue de 5.07, en la de 50 fue de 5.15 y en la de 25 fue de 5.17 entonces analizándolo se ve que en el de 25 los tratamientos fueron más ácidos que en la charola de 75 siendo esta las más baja.

horas	temperatura externa	temperaturas internas por altura		
		75 cm	50 cm	25 cm
9	22	22	22	22
10	24	42	37	30
11	27	50	47	38
12	31	56	50	44
13	33	60	54	45
14	35	60	56	48

Tabla.17 Temperatura interna y externa en un deshidratador 26 mayo 2015

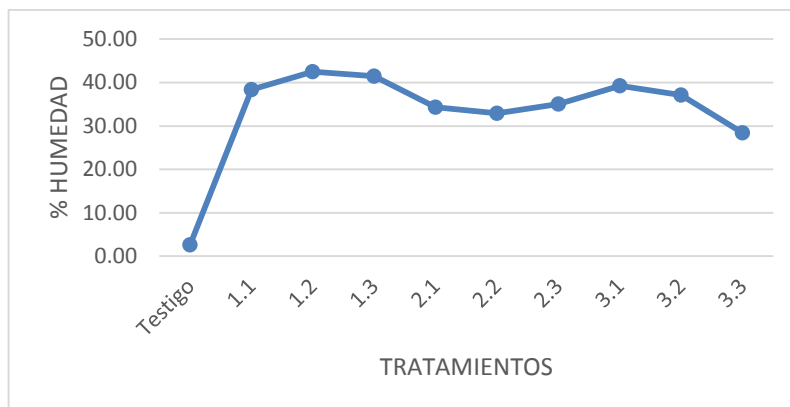


Grafica 21. Temperaturas internas y externas en un deshidratador 26 de mayo

Grafica 21 podemos ver que iniciamos a las 9 de la mañana tanto temperaturas internas como externa con 22°C con el paso de las horas esta iba incrementado teniendo en la externa un aumento de 13 °C hasta las 14 horas, mientras tanto en la interna en la charola de 75 CM el incremento fue alta de 38 °C, en la de 50 fue de 34 °C teniendo esta una diferencia de solo 4 °C entre la de 75cm y 50 cm. Por lo consiguiente en la de 25 CM fue de 26°C siendo esta la más baja y teniendo mucha diferencia de las dos anteriores. En incrementó en la charola de 75 cm se debe a que está más cerca del colector solar y en base al nivel de charola va disminuyendo la temperatura.

tratamientos	peso inicial(g)	peso final(g)	% de humedad	grados brix	Ph
<b>Testigo</b>	6.42	6.25	2.65	19	4.88
<b>1.1</b>	9.33	5.75	38.37	26	4.87
<b>1.2</b>	9.32	5.36	42.49	29	5.11
<b>1.3</b>	10.92	6.39	41.48	28	4.64
<b>2.1</b>	10.1	6.63	34.36	27	4.74
<b>2.2</b>	11.31	7.59	32.89	23	4.8
<b>2.3</b>	10.12	6.57	35.08	24	4.97
<b>3.1</b>	8.81	5.35	39.27	24	5.01
<b>3.2</b>	9.58	6.02	37.16	23	5.2
<b>3.3</b>	10.49	7.51	28.41	20	5.01

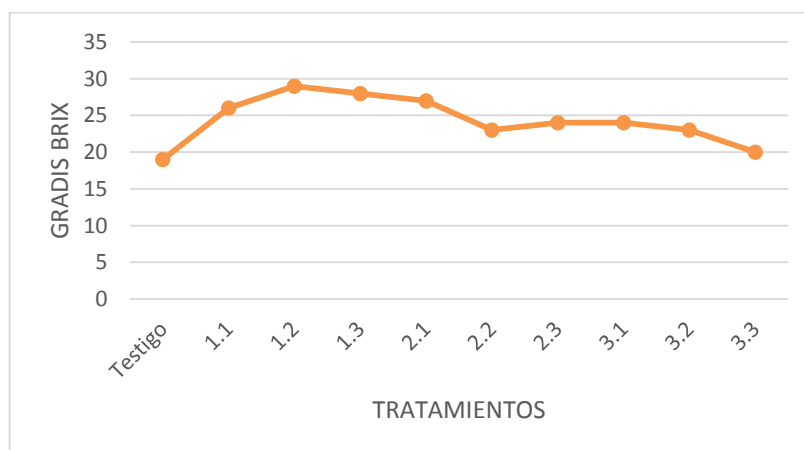
Tabla.18 Variaciones de los tratamientos de la pulpa del plátano 26 mayo 2015



Grafica 22. Variaciones sobre la pérdida de humedad 26 de mayo.

Analizando la gráfica 22 con la 21 podemos ver que en el tratamiento 1.2 fue el que perdió más humedad debido a que se encuentra en la charola de 75 cm en donde las temperaturas estuvieron más altas su pérdida fue de 42.49% mientras que el 1.3 también perdió humedad siendo la diferencia de 1.01 %.

Podemos observar que los tratamientos de la charola de 25 cm también perdieron más humedad que los de 50 cm esto es debido a que su peso inicial fue muy bajo y por lo tanto pierden humedad más rápido ya que también se ve reflejado en el corte del fruto. Mientras que las de la charola de 50 cm tiene un peso más alto que estos.



Grafica 23. Variaciones sobre los Grados Brix 26 de mayo

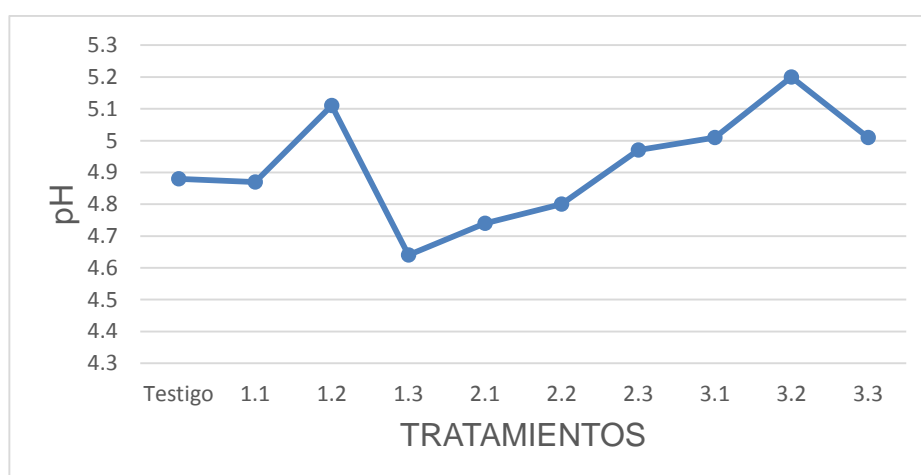
Comparando esta grafica con la de humedad podemos ver que efectivamente el 1.2 es el que grados Brix obtuvo por que fue donde se deshidrato más y por lo tanto está más concentrado el azúcar, y el 1.3 no varía mucho con referente al otro entonces.



nivel de deshidratación ( cm)	tratamientos									media aritmética	
	testigo	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2		3.3
<b>75</b>	19	26	29	28							27.67
<b>50</b>	19				27	23	24				24.67
<b>25</b>	19							24	23	20	22.33

Tabla.19 Medias aritméticas de los grados Brix 26 mayo 2015

Obteniendo las medias aritméticas podemos ver que en la charola de 75 cm fue de 27.67 %, en el de 50 cm fue 24.67 % y el de 25 cm fue de 22.33 % por lo tanto en la charola de 75 cm fue donde hay más concentración de azúcar y fue donde se perdió más humedad.



Grafica 24. Variaciones sobre el pH26 de mayo.

Podemos ver que el tratamiento 1.2 tiene un pH alto de 5.11 que es fue el que tiene más azúcar concentrada y el que perdió más humedad pero no quiere decir que todo debe de salir así ya que la acidez o alcalinidad varía en cada tratamiento por eso obteniendo una media aritmética nos da que en la charola de 75 fue de 4.87 en la de 50 fue de 4.83 y por último la de 25 fue de 5.07 entonces siendo la de 50 la más baja.

Discutiendo los resultados obtenidos en esta investigación con otros artículos (Acevedo *et al.*, 2013). Utilizo el mismo tipo de grafica donde se indica la perdida de humedad, con la diferencia que ellos indican las horas en que se fue perdiendo la humedad y en mis resultados indique los tratamientos y al mismo tiempo lo realizaron por concentración en grados Brix cosa que yo no realice así .yo tome grados Brix por tratamientos y no por horas.

(Moreira-Azoubel y Xidieh-Murr, 2004) Quienes obtuvieron resultados similares, indican que la elección de un medio de alta concentración, trae algunos beneficios en términos de pérdida de agua más rápido; sin embargo, se logra una ganancia mucho mayor de sólidos.

(García-Robles *et al.*, 2003) Los raquis incrementan su nivel de pérdida de peso conforme transcurre su maduración desde 0.4 hasta 1.5% de su peso por hora. Mientras tanto en mi experimento fue a causa del incremento de temperatura captada esta por el colector. Y la deshidratación fue durante 5 horas corridas sin intervenir en su proceso.

## Conclusiones

El uso de las energías renovables es cada día más importantes en nuestro planeta debido cada día más a que las reservas de hidrocarburos tradicionales como el petróleo cada día son más escasas; además de que las energías renovables no generan gases de efectos invernadero. Dentro de ellas en regiones como la Comarca Lagunera el uso de la energía solar es muy importante ya que en esta zona del país más de 300 días al año presentan días soleados.

Dentro de las utilización de energía solar tenemos a la vertiente térmica que es la generación de calor, y esto es importante dentro de las actividades agropecuarias ya que permite desecar frutos dándole así un mayor tiempo de consumo a estos alimentos, ya que por su naturaleza ellos son perecederos y una vez cosechadas tienen una vida normal de alrededor de 15 a 20 días antes de descomponerse y por tal razón la desecación de los mismos contribuyen a batir el hambre en nuestro planeta.

Este trabajo de investigación permite determinar que el fruto del plátano (*musa paradisiaca*L.) también de susceptible de deshidratarse sobre todo en el nivel de la charola ubicada a los 75 cm con respecto a la base de deshidratador.

## **Recomendaciones**

Por lo que es conveniente ahora compartir ahora los conocimientos generados en esta investigación con los productores agropecuarios de las diferentes zonas del país con sus respectivos cultivos.

El mantener los alimentos secos estaríamos previniendo a que estos se descompongan más rápido, por eso es bueno deshidratarlos.

También una recomendación sería pintar de negro todo el deshidratador ya que absorbería más calor y esta beneficiaría al secado de la fruta a deshidratar.

## Literatura citada

1. Aboal-Viñas, J. L. y S. Pérez-Castellanos 2002. "Contaminación de los alimentos." seguridad pública de Galicia.pp: 54.
2. Acevedo, D., D. Tirado y L. Guzmán 2013. "Deshidratación Osmótica de Pulpa de Tamarindo (*Tamarindus indica* L.): Influencia de la Temperatura y la concentración." Rev.U.D.C.A Act. & Div.Cient.pp: 123-130.
3. Agrolanzarote. 2012. "fichas técnicas de cultivos de Lanzarote." servicio insular agrario.pp: 9.España.
4. Aguilar-Morales, J. 2012. "Método de conservación de alimentos." Red tercer milenio s.c.: 200.
5. Alatorre-Frenk, C. 2009. "Energía Renovables para el Desarrollo Sustentable en México." Secretaria de Energía.pp: 70.
6. Asit. 2010. "guía solar térmica." Guia de Asit de la Energía térmica: 144.
7. Beltrán-Rodríguez, L., E. Villanueva-Arcos, J. M. Valenzuela-Robles-Linares, A. Sánchez-Adán y N. Calva-González 2013. "Prospectiva de Energías Renovables." Secretaria de Energía.pp: 97.
8. Beñat-Salbidegoita, I. 2008. "Solar energy " Tecnología energética 83.pp: 561.
9. C.O.V.E.C.A. 2010. "Monografía del plátano." Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria.pp: 2-6.
10. Corvalan, R., M. Horn, R. Román y L. Saravia 1992. "Ingeniería del secado solar." subprograma VI: nuevas fuentes y conservación de energía 1.pp: 1.
11. Costa, A., R. S. y R. Ferreira, S. 2007. "Sistema de secado solar para frutas tropicales." Universidad Federal de Río Grande del Norte, Departamento de Ingeniería Química. 18: pp.49-58.
12. Crane, H., J. y F. Balerdi, C. 2015. "Los plátanos en Florida." University of Florida ifas extension.:pp.12.
13. Chan, Y., T. Nining-Dyah, M. y A. Kamaruddin 2014. "Solar Dryer with Pneumatic Conveyor." Energy procedia. pp: 378-385.
14. Descripción-Desarrollo, P., E, R, A, M. 2004. "Energía solar." Secretaria de energía de la nación. pp: 52.
15. Díaz-Lorenzo, T., M. Valdés-Depena-Vivanco, A. Caballero-Torres y P. Monterrey-Gutiérrez 2015. "Enfermedades transmitidas por alimentos. Causas

- más frecuentes en los niños. ." Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Hospital Pediátrico Juan Manuel Márquez" pp.2-44.
16. Escobar-Mejía, A. y M. Holguín-Londoño 2011. "Sistemas de Almacenamiento de Energía y su Aplicación en Energías Renovables." *Scientia Et Technica*. XVII.pp: 12-16.
  17. Estrada-Gasca, C., A., C. Arancibia.Bulnes, A., J. Dorantes-Rodríguez, I., J. Islas-Samperio y S. Muhlia-Velásquez 2005. "visión a largo plazo sobre la utilización de las energías renovables en México,energía solar." Centro de investigación en energía, UNAM.pp: 45.
  18. Feature. F. 2007. "Post-Kyoto pact:shaping the successor." *nature reports climate change*. I.pp: 12-15.
  19. Finck-Pastrana, A., G. 2014. "NOPAL(*Opuntia Lasiantha*)Drying using an Indirect Solar Dryer." *Energy procedia*.pp: 2984 – 2993.
  20. FUNACH-ASPPLAGUZ. 2002. "Procesos productivo del plátano." Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.pp: 17.
  21. Gacia-Pereira, A., S. Muñiz-Bacera, A. Hernández-Gómez, M. González, L. y D. Fernández-Valdés 2013. "Análisis comparativo de la inética de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Calliente de la Piña (*Ananas comosus*,variedades Cayena lisa)." *Postcosecha:Biología y Tecnología* 22: pp.62-69.
  22. García-Alvarado, R., P. Wegertseder, S. Baeriswyl y M. Trebilock 2014. "Mapa energético-solar de concepción: cartografía urbana del consumo energético y captaciín solar en edificaciones residenciales de consepción, Chile." *Revista de Geografía Norte Grande*, 59.pp: 123-143.
  23. García-Robles, J. M., E. Bringas-Taddei, A. M. Mendoza-Wilson y R. Báez-Sañudo 2003. "Estudios Fisiológicos Asociados a la Deshidratación del Raquis de Uva de mesa." *Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, S.C. 5.pp: 43-59.
  24. Gudiño-Ayala, D. y A. Calderón-Topete 2013. "Pineapple drying using a new solar hybrid dryer." *Energy procedia*.pp: 9.
  25. Gugulothu.R., S. Naga-Sarada, R. Sri-Rama.-D y H.-B. B. 2015. "Eperimental Investigations on Performance Evaluation of a Single Basin Solar Still Using Different Energy Absorbing Materials." *Aquatic Procedia*.pp: 1483 – 1491.

26. Herrera-Rojas, M. y L. Colonia-Coral 2011. "Manejo Integrado de Cultivo de Plátano." Universidad Nacional Agraria la Molina (Agrobanco): 33.
27. Huacuz-Villamar, J., M. 2008. "Elementos de apoyo al mercado." Universidad Autónoma de Mexico.: pp, 47.
28. Huang, J. y K. Nagasaka 2012. "The Trends of Japanese Electric Utility Industry under Kyoto Protocol after 311 Earthquakes." Procedia APCBEE.pp: 199 – 203.
29. Hui, Y. H. 1992. "Encyclopedia of food science and technology." A. Wiley-Interscience publication John Wiley & Sons, Inc. 1.pp: 1-2.
30. Iglesias, M., F. y P. J. Ramanti 2011. "La aplicación de energías renovables como estrategia de desarrollo alternativa.su aporte a contextos de pobreza rural." Instituto de Investigacion Ambrosio L.Gioaja.pp: 525-539.
31. Jiménez-Olmo, R. M. 2007. "Energía Solar: Estado actual en México. Programas de la Conae." Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.pp: 17.
32. Kais-Saidi. y S. Hammami 2015. "The impact of CO2 emissions and economic growth on energy consumption in 58 countries." Energy Reports.pp: 62-70.
33. Koichi, K. 2010. "An inconvenient Truth-Global Warming on Greenhouse Gas (GHG) Reduction under Kyoto Protocol Regime to Pos Kyoto Protocol in Asia." Engineering procedía.: 515-519.
34. Lozano-Cardona, W. 2013. "Energías Renovables." Unidad de Inteligencia de Negocios.pp: 35.
35. Ly, J., G. Postal y P. Brava 2004. "Bananas y plátanos para alimentar cerdos: aspectos de la composición química de las frutas y de su palatabilidad." Revista Computadorizada de Producción Porcina 11.pp: 5-24.
36. Márquez, C. A. y A. De Michelis 2008. "Propiedades de lechos fijos durante la deshidratación convectiva de cerezas, guindas y rosas mosquete. Cambios de volumen y porosidad." Ciencia y Tecnología de alimentos.pp: 311-316.
37. Merry- del Val, F. 2006. "Guía de la energía solar." Madridsolar.pp: 66.
38. Michinel-Machado, J., L, y M. A. D´Alejandro 1994. "El concepto de energía en los libros de textos:de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje." Escuela de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.pp: 12.

39. Millán-Trujillo, F. R. y Z. Ostojich-Cuevas 2005. "Aplicación de un diseño rotatable en el modelado empírico de la deshidratación osmótica en frutas." *Interciencia* 30.pp: 638-643.
40. Montilla-M, M. d. C., J. V. Scorza-B y E. M. Rojas-M 2010. "Reducción de flora contaminantes en alimentos mediante tratamiento con microonda." Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel".pp: 46-51.
41. Moreira-Azoubel, P. y F. E. Xidieh-Murr 2004. "Mass tranfer kinetics of osmotic dehydration of cherry tomato." *Journal of Food Engineering*.pp: 291-295.
42. Muñiz- Bacerá, S., A. García- Pereira, A. Calderín y A. Hernández- Gómez 2011. "Evaluación de la calidad de la fruta bomba (*Carica papaya* L) variedad Maradol roja deshidratada utilizando el método de deshidratación osmótica (DO)." *Revista ciencias Tecnológicas Agropecuarias* 20.pp: 52-56.
43. Nandwani, S., S. 2005. "Energía solar-conceptos basicos y su utilizacion." Universidad Nacional Heredia, Costa Rica.pp: 26.
44. NMX-F-436-SCFI. 2011. "Industria azucarera y alcoholera - determinación de grados Brix en jugos de especies vegetales productoras de azúcar y materiales azucarados - método del refractómetro." Secretaría de economía.pp: 8.
45. Nollert. y M. Leo, L. 2000. "Handbook of water analysis." *Food science and technology*.: 102.
46. O.M.S. 2007. "Manuela sobre las cinco claves para la inocuidad de los alimentos." Organización Mundial de la Salud. Departamento de Inocuidad de los Alimentos, Zoonosis y Enfermedades de Transmisión Alimentaria.pp: 32.
47. Pamplona-Roger, J., D. 2006. "Salud por lo alimentos." Asociación Educación y Salud.: 379.
48. Reardon, w., J. 2011. "pH Y los alimentos." Food and Drug Protection Division ;North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services.pp: 7.
49. Rodríguez-Cedillo, M. y M. Guerrero-Barrios 2002. "Cultivo de plátano." Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.pp:32.
50. S.E. 2012. "Monografía del Sector Plátano en México: Situación Actual y Oportunidad de Mercado." Secretaría de Economía.pp:19.



51. S.E.D.E.P.A.S. 2012. "Plan de negocio Plátano." Secretaria de Desarrollo Social.pp: 30.
52. Saiz-Jiménez, J. A. y L. Cornejo-Royo 2014. "Secado de alimentos medianteenergía solar." 3C Tecnología 3.pp: 235-236.
53. Salazar-Marín, E., L. J. F. Arroyave y W. Pérez-Castro 2011. "Renewable energy, experience from mechanical technology research students group." Scientia et technica 49.pp: 260.
54. Samadi-Hashem, S., B. Ghobadian, G. Najasi y A. Motevali 2014. "Potential saving in energy using combined heat and power technology for drying agricultural products (banana slices)." Journal of the saudi society of Agricultural Sciences.pp:13.
55. Santos, R. I. G. m. 2006. "Manejo integrado del cultivo del plátano."
56. Sarmiento-Sera, A., G. M. María-Rodríguez, O. Castillo-Castillo y A. Vásquez-Pérez 2013. "Sistemas integrados de energías con fuentes renovables, requisitos y opciones." Ingeniería Energética XXXV.pp: 71-78.
57. Sedigas. 2013. "Guía sobre aplicaciones de la energía solar térmica." Sedigas.pp: 53.
58. Vega-Gálvez, A., M. Palacios, f. bOGLIO, C. Pássaro, C. Jerez y R. Lemus-Mondaca 2007. "Deshidratación osmótica de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens*) e influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre la cinética de transferencia de materia." Ciencia tecnológica de alimentos campinas.
59. Yin-Liu., Xiaosong-Yang., Yang-Cao., Zhao-Wang., Biaosong-Chen., Jianjun-Zhang. y Hongwu-Zhang. 2014. "Dehydration of core/shell fruits." Computers & Graphics.pp: 68-77.