

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Desecado de la pulpa de plátano (*Musa paradisiaca*) utilizando un deshidratador solar con cristal filtra sol, bajo condiciones climáticas de la Comarca Lagunera.

POR

MAGALLY JANNETTE RODRÍGUEZ VALENCIA

TESIS

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

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DESECADO DE LA PULPA DE PLÁTANO (*Musa Paradisiaca*) UTILIZANDO UN
DESHIDRATADOR SOLAR CON CRISTAL FILTRA SOL, BAJO CONDICIONES
CLIMÁTICAS DE LA COMARCA LAGUNERA.

POR
MAGALLY JANNETTE RODRÍGUEZ VALENCIA


TESIS

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

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


DR. RICARDO MIRANDA WONG

ASESOR:


DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR:


M.C. HUGO AGUILAR MARQUEZ

ASESOR:


M.C. MIGUEL ANGEL URBINA MARTÍNEZ


M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS
AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DESECADO DE LA PULPA DE PLÁTANO (*Musa Paradisiaca*) UTILIZANDO UN
DESHIDRATADOR SOLAR CON CRISTAL FILTRA SOL, BAJO CONDICIONES
CLIMÁTICAS DE LA COMARCA LAGUNERA.

POR
MAGALLY JANNETTE RODRÍGUEZ VALENCIA

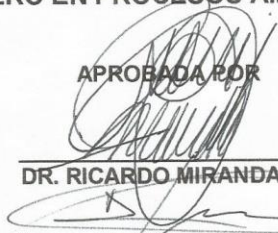
TESIS

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. ALFREDO OGAZ

VOCAL:



M.C. HUGO AGUILAR MARQUEZ

VOCAL SUPLENTE:



M.C. MIGUEL ÁNGEL URBINA MARTÍNEZ



M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS
AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2016

Dedicatorias

A mis padres:

José Ulises Rodríguez Gómez y Margarita Valencia Martínez por darme la oportunidad de seguir estudiando, por todo el apoyo a lo largo de mi carrera y en el transcurso de mi vida y por haber obtenido un logro más en mi formación personal y académicamente.

A mis hermanos:

Ulises Roberto Rodríguez Valencia, Diana Karina Rodríguez Valencia y Alma Rosa Rodríguez Valencia por todo su apoyo emocional, moral e incondicionalmente en todo momento.

Agradecimientos

A la UAAAN-UL:

Por ser la casa de estudios en estos cuatro años y haberme preparado profesionalmente.

A mi asesor el Dr. Ricardo Miranda Wong:

Por brindarme la oportunidad y por todo el apoyo para realizar y llevar a cabo este trabajo.

A mis amigos y amigas:

Por ser como hermanos en momentos difíciles como en momentos de éxito y por todos aquellos gratos recuerdos que mantienen nuestra amistad.

A mis compañeros: Laura, Luna, Marlene, Yesmin, Lili, Cynthia, Miguel y Rodrigo.

Por los recuerdos forjados en estos años de aprendizaje, por lo realizado y por lo que vendrá.

Índice general

Contenido	
Dedicatorias	i
Agradecimientos	ii
Contenido	iii
Resumen	ix
Introducción	1
1.1 Objetivo general	3
1.1.1.2 Objetivos específicos.....	4
1.2.1.3 Hipótesis.....	5
Revisión de literatura	6
1.3.1.4 El sol	6
Características generales	7
1.4.1.5 Energías renovables	7
1.5.1.6 Tipos de energías renovables.....	9
1.6.1.7 Secador solar de frutas	11
1.7.1.8 Protocolo de Kioto	13
1.8.1.9 Tipos de contaminación	17
1.9.1.10 Plátano (<i>Musa Paradisiaca</i> , L.).....	18
Clasificación taxonómica (<i>Musa paradisiaca</i>, L.)	20
Morfología	20
Materiales y métodos	22
1.10	C
onstrucción de un deshidratador solar	23

1.11	V
variables estudiadas	25
Determinación del porcentaje de humedad perdida	25
Determinación de los grados Brix	25
Determinación del pH	26
Resultados	27
Conclusión	53
Literatura citada	54

Índice de tablas

Tabla 1 Temperatura externa e interna en el deshidratador el 24 de Octubre de 2014.....	27
Tabla 2 Relación de tratamientos con los parámetros de % de humedad perdida, grados Brix y pH.	28
Tabla 3 temperatura interna y externa en el deshidratador el 31 de Octubre de 2014.....	32
Tabla 4 Relación de tratamientos con los parámetros de % de humedad perdida, grados Brix y pH.	33
Tabla 5 temperaturas interna y externa en el deshidratador el 22 de Febrero de 2015.....	36
Tabla 6 Relación de tratamientos con los parámetros de % de humedad perdida, grados Brix y pH.	37
Tabla 7 temperaturas internas y externas en el deshidratador el 26 de Marzo de 2015.	40
Tabla 8 Relación de tratamientos con los parámetros de % de humedad perdida, grados Brix y pH.	41
Tabla 9 temperaturas internas y externas en el deshidratador el 29 de Abril de 2015.	44
Tabla 10 Relación de tratamientos con los parámetros de % de humedad perdida, grados Brix y pH.	45
Tabla 11 temperaturas internas y externa en el deshidratador el 28 de Mayo de 2015.....	47
Tabla 12 Relación de los tratamientos con los parámetros de % de humedad perdida, grados Brix y pH.	49

Índice de gráficas

Grafica 1 Temperaturas dentro y fuera de un deshidratador solar el 24 de Octubre del 2014.	28
Grafica 2 % de humedad perdida en la pulpa del plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 24 de Octubre del 2014	30
Grafica 3 Grados Brix en la pulpa del plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 24 de Octubre del 2014.	31
Grafica 4 Valores de pH para la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 24 de Octubre del 2014.	31
Grafica 5 Temperaturas dentro y fuera de un deshidratador solar del 31 de Octubre del 2014.	32
Grafica 6 % de humedad perdida en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 31 de Octubre del 2014.	33
Grafica 7 Grados Brix en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 31 de Octubre del 2014.	34
Grafica 8 Valores de pH para la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 31 de Octubre del 2014.	35
Grafica 9 Temperas dentro y fuera de un deshidratador solar del 22 de Febrero del 2015.	36
Grafica 10 % de humedad perdida en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) 22 de Febrero de 2015.	37
Grafica 11 Grados Brix en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 22 de Febrero de 2015.	38

Grafica 12 Valores de pH en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 22 de Febrero del 2015.	39
Grafica 13 Temperaturas dentro y fuera de un deshidratador solar el 26 de Marzo del 2015.....	¡Error! Marcador no definido.
Grafica 14 % de humedad perdida en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 26 de Marzo del 2015.....	41
Grafica 15 Grados Brix en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 26 de Marzo del 2015.....	42
Grafica 16 Valores de pH en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) 26 de Marzo de 2015.	43
Grafica 17 Temperatura dentro y fuera de un deshidratador solar el 29 de Abril del 2015.	¡Error! Marcador no definido.
Grafica 18 % de humedad perdida en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 29 de Abril del 2015.	45
Grafica 19 Grados Brix en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 29 de Abril del 2015.	46
Grafica 20 Valores de pH en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 29 de Abril del 2015.....	47
Grafica 21 Temperaturas dentro y fuera de un deshidratador solar el 28 de Mayo del 2015.....	48
Grafica 22 % de humedad perdida en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 28 de Mayo del 2015.....	49
Grafica 23 Grados Brix en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 28 de Mayo del 2015.....	50
Grafica 24 Valores de pH en la pulpa de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) el 28 de Mayo del 2015.	51

Índice de ilustración

Ilustración 1 Deshidratador solar	24
-----------------------------------------	----

Resumen

Hoy en día la generación de energía es mediante fuentes naturales inagotables que son capaces de regenerarse conocidas como fuentes renovables, éstas han sido investigadas debido a que se consideran una forma limpia de generación por lo que, la deshidratación es una de las alternativas para la preservación de los alimentos, esto mediante un deshidratador solar. El presente trabajo de investigación se realizó durante el mes de Octubre del año 2014 al mes de Mayo del 2015 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en los laboratorios de Suelos, Biología y en el espacio de Maquinaria Agrícola con el objetivo de estudiar y evaluar el proceso de deshidratación y la calidad de la pulpa de Plátano (*Musa paradisiaca, L.*) Empleando un deshidratador solar con cristal filtra sol bajo condiciones climáticas de la Comarca Lagunera. Se colocaron 9 trozos de la pulpa de plátano en tres niveles de 75 cm, 50 cm y 25 cm dentro de un deshidratador y se midieron las temperaturas tanto interna como externa cada hora iniciando a las 9:00 am hasta las 14:00 pm. Se analizaron las siguientes variables: La pérdida de humedad, grados Brix y pH, concluyéndose que en el nivel de 75 cm se perdió más humedad y entre más esté desecado el fruto, más serán los niveles de azúcares que concentre.

Palabras claves: banano, deshidratación, energía, Sol, fruta seca.

Introducción

El Sistema Solar es un conjunto de astros que giran alrededor de una estrella, el Sol. Está constituido por el mismo y 9 planetas, cerca de un centenar de satélites, 30 asteroides mayores entre unos 2 mil catalogados y 100 mil millones de cometas a los cuales se deben añadir nubes de gas y polvo. Al formarse el remolino primogénito, los elementos más pesados se ubicaron en el centro y los más livianos en la periferia, permitiendo de esta manera la formación de planetas rocosos en el centro y gaseosos hacia afuera. La localización del sistema solar en la galaxia y la de la Tierra en éste, han sido favorables para el desarrollo de la vida. Esto apunta a las condiciones biofísicas y a la cantidad y proporción de los elementos complejos (Duque-Escobar, 2014a).

La Tierra forma parte del Sistema Solar, los planetas son masas rocosas envueltas por líquidos y gases que giran al rededor del Sol atraídos por su gravedad. Ordenados desde el más cercano al más lejano. Muchos de ellos tienen satélites que giran alrededor del planeta, como la Luna en la Tierra. Los cometas son masas de hielo que pierden materia cuando se acercan al Sol luciendo una cola. Los asteroides son astros pequeños e irregulares que en ocasiones al ser atrapados por la gravedad de un planeta caen en su superficie en forma de meteoritos creando cráteres como los de la Luna (Casas *et al.*, 2007). El sistema solar interior comprende nuestra estrella, el Sol, Mercurio, Venus, Tierra y Marte. Aunque el cinturón principal de asteroides, situado entre las órbitas de Marte y Júpiter, divide a nuestro sistema solar en partes interior y exterior que en sí se compone de objetos de asteroides y cometas de los cuales un gran número entran en el sistema solar interior. Algunos asteroides han recibido atención como resultado de sobre vuelos de naves espaciales u operaciones orbitales (Platz *et al.*, 2015).

Históricamente, el desarrollo de la sociedad humana se ha basado en el aprovechamiento de fuentes energéticas primarias de tipo fósil. Producto de su uso indiscriminado se ha generado un deterioro ambiental global que puede llegar a niveles insostenibles si no se toman correctivos oportunos. Evidencias

palpables de la degradación del ecosistema mundial son: el calentamiento global, la disminución de la capa de ozono y la lluvia ácida. Existe entonces la necesidad imperiosa de desarrollar otras fuentes energéticas que reemplacen los combustibles fósiles (Posso, 2004). La energía renovable y el desarrollo sostenible son dos expresiones fundamentales para los seres humanos ya los combustibles fósiles tienden al agotamiento, tienen precios más altos y más altos que van a ser insoportable para la humanidad y son los principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero y el desarrollo insostenible. Las energías renovables, son limpias y fundamentales para la preserva de los recursos. Algunos de los temas que son importantes y necesitan discusión son las energías renovables. Aproximadamente el 40% de las necesidades energéticas anuales mundiales totales, la mayor parte de alumbrado, calefacción, refrigeración y aire acondicionado. Una mejor comprensión del impacto ambiental de las emisiones de Bióxido de Carbono, de Óxidos de Nitrógeno y clorofluorocarbonos generado un renovado interés en las tecnologías respetuosas con el medio ambiente (refrigeración y calefacción)(Pires-Manso y Bashiri-Benmiri, 2013). El abordaje de las energías renovables, desde una óptica multidisciplinar integrada al ambiente, constituye un punto clave en los procesos de zonificación y planificación territorial. Las cuestiones energéticas se integran al territorio como demanda y problemática a resolver (requerimientos sociales y productivos), pero también como oportunidad y potencialidad para el cambio (mayor eficiencia, tecnologías nuevas, cuidado ambiental)(Belmonte *et al.*, 2012). La región lagunera es una zona geográfica que cuenta con más de 300 días al año en que dichos días son soleados; sin embargo esta característica no ha sido aprovechada en las diversas actividades económicas de dicha región, siendo una de ellas la deshidratación de productos agropecuarios.

Por lo tanto esta investigación se llevó acabo con el objetivo de evaluar el proceso de deshidratación y la calidad del fruto del plátano (*Musa paradisiaca*, L.) en diferentes estratos dentro de un equipo diseñado para capturar la energía solar.

1.1 Objetivo general

Evaluar el proceso de deshidratación y la calidad del fruto del plátano (*Musa paradisiaca*, L.) en diferentes estratos dentro de un equipo diseñado para capturar la energía solar.

1.2 Objetivos específicos

- Cuantificar las temperaturas externas e internas a un deshidratador solar, con cristal filtra sol durante el proceso de secado del fruto del banano.
- Determinación de la humedad perdida en el fruto del plátano (*Musa paradisiaca, L.*), durante el proceso de deshidratación del mismo.
- Determinación de los grados Brix en el fruto del plátano (*Musa paradisiaca, L.*) durante el proceso de deshidratación del mismo.
- Obtención del Ph del fruto del plátano (*Musa paradisiaca, L.*) durante el proceso de deshidratación del mismo

1.3 Hipótesis

Las características físicas y químicas del fruto del banano, no se ven afectadas durante el proceso de deshidratación del mismo.

Revisión de literatura

1.4 El sol

En el Universo existen miles de millones de estrellas que pueden ser observadas a simple vista o con la ayuda de telescopios y detectores. La esplendidez del cielo nocturno ha maravillado al hombre en todas las épocas; sin embargo, debido a la división aparente del cielo, en el de noche y en el de día, la estrella más cercana a nosotros, el Sol, responsable de tal división, no impresiona tanto como las estrellas nocturnas (Galindo-Trejo, 1994). El Sol es el objeto central de nuestro sistema solar. Se ha formado hace 6.5 mil millones de años de una enorme nube interestelar de gas frío. Contiene prácticamente toda (99.8 %) la masa del sistema solar y es más de 333,000 veces más masivo que la Tierra. Su radio, 700,000 km, es 109 veces más grande que el radio de la Tierra. Así que se necesitarían 1' 300, 000 planetas Tierra para llenarlo. El Sol está compuesto principalmente de dos elementos, hidrógeno y helio, cambiado a lo largo de su vida, por lo que hoy el hidrógeno y el helio representan el 74.9 % y el 23.8 %, respectivamente de su masa total. El oxígeno sólo contribuye con el 1 %, el carbono con el 0.3 % y el neón y el hierro con el 0.2 %. La temperatura en el Sol es tan alta, que el material se encuentra en estado plasma, esto es, separado en iones y electrones. A este estado se le conoce comúnmente como el cuarto estado de la materia, debido a la carga eléctrica de las partículas. El material de un plasma interactúa con campos eléctricos y magnéticos y se comporta de manera muy diferente a un gas neutro. El 99% de la materia visible en el universo está en estado plasma, por lo que al estudiar a nuestra estrella podemos aprender sobre fenómenos que ocurren comúnmente en otros entornos (Blanco-Cano, 2009).

El Sol, al estar compuesto de gases y no ser un cuerpo rígido, presenta una rotación diferencial. Esto significa que el ecuador rota más rápido que otras

latitudes solares, tales como sus polos, donde una rotación se completa después de 36 días. Contrariamente, el núcleo si rota como un sólido.

Características generales

- Tipo espectral: G2.
- Edad: $4,6 \times 10^9$ años
- Masa: $1,99 \times 10^{30}$ kg
- Radio: $6,96 \times 10^8$ m
- Velocidad de escape en la fotosfera: 618 km/s
- Temperatura del núcleo: $15.000.000^\circ$ K
- Temperatura superficial: 5200° K
- Luminosidad: $3,86 \times 10^{26}$ W
- Magnitud absoluta: 4,74^M
- Magnitud aparente: -26,7^m
- Periodo de rotación ecuatorial: 25,4 días
- Distancia media a la Tierra: $1,50 \times 10^{11}$ m (Ruiz, 1999).

La rotación es diferencial, así: período ecuatorial de 25 días y período polar de 30 días. La radiación solar de emisión es de 3.8×10^{23} Kw y la recibida en la Tierra de sólo 1.7×10^{14} Kw.El Sol se mueve con relación al patrón local o de reposo (grupo de estrellas cercanas), a 20 Km/seg en dirección a Hércules (punto llamado APEX, cerca de Vega de la Lira). La temperatura superficial varía desde 5000° C en las manchas solares a 6000° C en la fotosfera, mientras en el núcleo es superior a los 10 millones de $^\circ$ C. Su densidad es de 100g/cm^3 en el núcleo y en el conjunto del astro de $1,41 \text{ g/cm}^3$ (Duque-Escobar, 2014b).

1.5 Energías renovables

En el ámbito global, han sido varios los factores ambientales, económicos y geopolíticos que han propiciado un renovado impulso a la investigación y financiación de fuentes energéticas de carácter renovable, que puedan constituirse en una alternativa frente a las fósiles, como el carbón, el gas y el petróleo. El deterioro de los ecosistemas; la emisión de gases de efecto invernadero; el agotamiento de las fuentes convencionales; el alto costo del petróleo; la situación de inestabilidad política, institucional y social de los países productores y exportadores de energía fósil; y de forma más reciente, la crisis económica y financiera mundial que afectó a todos los sectores y mercados incluido el energético, han constituido un conjunto de razones de tipo multidimensional para que científicos, académicos, empresas y gobiernos se encuentren cada vez más interesados en destinar recursos con el objeto de encontrar alternativas energéticas que garanticen la seguridad de suministro y la sostenibilidad(Jiménez-Castilla, 2014).

En base a lo expuesto, en las últimas décadas, se ha demostrado que existen grandes potencialidades en el desarrollo de energías alternativas en reemplazo de aquellas tradicionales. Así, en la década del 80, la evidencia del aumento de contenido de gases de efecto invernadero (en particular Bióxido de carbono) en la atmósfera disparó la conciencia de la finitud de esta como receptora de gases de combustión. En 1992, la Conferencia Marco del Cambio Climático de las Naciones Unidas, confirmó la existencia de evidencias tangibles de que cierto número de actividades humanas son responsables del cambio climático y del calentamiento global del planeta. Ha sido a partir de dicha Convención que las energías renovables comienzan a instalarse en la agenda mundial como una alternativa de crecimiento; basadas en el respeto a los recursos naturales, un vínculo diferente con el medio natural, su cultura y tradiciones. Se ha demostrado que las energías no convencionales son potencialmente capaces de sustituir el uso del petróleo y sus derivados, gracias a la utilización de ciclos de la naturaleza limpios, regulares e infinitos. Las tecnologías de Energías Renovables poseen diversas características, con variados principios de funcionamiento.

1.6 Tipos de energías renovables

Los distintos se pueden clasificar, según su 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.

Solar: La superficie terrestre recibe un promedio de energía solar de 1Kw/m^2 . 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. Su aprovechamiento es útil en cocción o calefacción; y como sub producto, es utilizado el líquido como fertilizante.

La materia orgánica puede provenir de residuos comestibles o de desechos cloacales. En este último caso, permite una mejora sanitaria asociada (Iglesias y Ramati, 2011).

Por razones económicos, ambientales y políticos, es necesario buscar otras fuentes alternativas de energía que sean a la vez económicas, abundante, limpio y que preserven el equilibrio ecológico. Energía proveniente del Sol, Viento y de la Tierra (geotérmica) son las opciones, pero la energía del sol tiene una ventaja extra con respecto a otras dos fuentes. Se pueden construir dispositivos solares de cualquier tamaño, pequeño que sea (hasta 0.5 Vatios y de 0.25 m^2), y por ser tipo modular también se pueden ampliar. Esto daría la

posibilidad de llevar energía a las casas remotas, áreas protegidas, donde no pueden instalarse proyectos convencionales y por ende podría electrificar el 100% del país. Además la energía del sol es un excelente candidato porque:

- Sol emite energía 24 horas al día, 365 días al año a nuestro planeta. Todos lugares reciben esta energía según la ubicación (latitud).
- es abundante y gratuita,
- no es contaminante, como el petróleo y el carbón,
- no tiene desechos radioactivos, como la nuclear, etc.
- ocupa menor área de la producción de energía,
- nadie puede aumentar su precio,
- no necesita algún tipos de cables o tanques, para su transportación.
- no se puede secuestrar este gran fuente.

El Sol es responsable de que en nuestro planeta existan las condiciones adecuadas para la supervivencia de la vida humana, animal y vegetal (Shyam, 2005). Proporciona la energía para el mantenimiento de la vida en nuestro planeta. Además, con un coste nulo: la luz del Sol nos llega continuamente, y a toda la superficie del planeta. Sin duda alguna, aprovechar esta energía que nos llega ininterrumpidamente puede ayudar a resolver los problemas energéticos. Además, la energía solar es una energía limpia: las centrales solares no contaminan. El inconveniente de la energía solar es la baja eficiencia de las centrales. Aunque la luz del Sol nos aporta una gran cantidad de energía, ésta está dispersa por todo el planeta, por lo que es necesario concentrarla para obtener energía eléctrica de una manera rentable (Jutglar, 2004). Entre sus ventajas se destacan principalmente su naturaleza inagotable, renovable y su utilización libre de polución. Pero, para su utilización, es necesario tener en cuenta su naturaleza intermitente, su variabilidad fuera del control del hombre y su baja densidad de potencia. Estas dificultades conllevan entonces la necesidad de transformarla a otra forma de energía para su almacenamiento y posterior uso. La baja densidad de potencia resulta en que es una fuente

extensiva: para mayor potencia, mayor extensión de equipos de conversión(Rodríguez-Murca, 2009).

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 los cual se consideran que no son despachables. Los sistemas de almacenamiento de energía se presentan como respuesta a las fluctuaciones de potencia. Su implementación y selección se realiza teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos (Escobar-Mejía y Holguín-Londoño, 2011).

1.7 Secador solar de frutas

El secado solar es una rama altamente rentable de la explotación de las fuentes renovables de energía, caracterizada por su alto potencial energético, económico, social y ecológico, contribuyendo a la conservación del medio ambiente al evitar emisiones equivalentes de bióxido de carbono y óxidos de nitrógeno y azufre, pues sustituye al consumo de electricidad y de combustibles fósiles (Bergues *et al.*, 2013). En la conservación de alimentos, la deshidratación o secado es considerado como uno de los procedimientos importantes en la reducción de la actividad del agua. Sin embargo la mayoría de los alimentos contiene una humedad elevada, lo que permite la acción de microorganismos, en los alimentos secos los microorganismos prácticamente no se desarrollan debido a la baja actividad del agua. Asimismo se inhibe la mayoría de las reacciones químicas y enzimáticas que provocan alteraciones en los alimentos, prolongando la vida de almacenamiento.

El secado solar tradicional es, todavía hoy, el procedimiento más utilizado en todo el mundo, sobre todo cuando se trata del secado de granos, frutos y semillas, es un sistema de bajo costo, eficiente y bastante utilizado. Por otro lado, este sistema tiene como inconveniente la dificultad del control de las

condiciones operativas como: control de temperatura, velocidad y humedad relativa del aire, ya que tales parámetros dependen de las condiciones climatológicas. (Machado *et al.*, 2010). Existen diversas formas de preservar alimentos, entre estas: la deshidratación o secado, congelación, enlatado al vacío, fermentación y encurtido, adicionando sustancias químicas, con radiaciones ionizantes o refrigeración. La ventaja destacable que en la evaluación de productos secos solarmente de forma indirecta, en la mayoría de los productos, las propiedades físicas como sabor y retención de nutrientes como Vitaminas A y C son mejores que los presentes en alimentos secos convencionalmente (Estrada-Camargo y Barajas-Segovino, 2014). 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.

Algunos métodos empleados para realizar el secado son:

Secado natural: el cual, dependiendo del tipo de producto, él es disperso, por ejemplo, en terrenos cementados, de ladrillos o en la planta de secado.

Secado artificial: es realizado en secadores mecánicos, en los que se hace circular aire caliente, impulsado por ventiladores, sobre el producto a ser secado.

El aire puede ser calentado con gas de la combustión de leña, de la quema de combustibles fósiles o aún por electricidad. Con la crisis energética y el aumento de los precios de los combustibles, han aumentado considerablemente los costos del secado por métodos convencionales, tal como el secado mecánico, exigiendo la búsqueda de otras metodologías para realizar el secado. Un procedimiento de secado, que combina el secado mecánico con el natural, es usado en Brasil principalmente para granos. El mismo consiste en combinar la energía colectada como radiación solar y convección forzada del aire, realizada por ventiladores, resultando en el aprovechamiento tanto de la

radiación solar así como de la convección forzada (Antonio-Costa y Ferreira-Sebastiao, 2007).

La deshidratación de frutas es una agroindustria que ha sido muy poco explorada en Colombia debido a la permanente oferta de frutas frescas en el mercado nacional, existiendo una tasa de penetración de importaciones del 84,4%, de acuerdo al reporte del Observatorio Agro cadenas de Colombia del 2003. El proceso se realiza en equipos estáticos, cuya característica principal son los prolongados tiempos de procesamiento, que superan las 14 horas. Surge la necesidad de un cambio tecnológico para un proceso más económico y eficiente e innovar en la presentación de los productos finales con los deshidratados laminados (Vanegas-Mahecha y Parra-Coronado, 2011). La preservación de alimentos mediante secado es una de las aplicaciones más antiguas, pero es una operación altamente costosa en energía. Se estima que del 10 al 15% del uso de la energía industrial se consume en operaciones de secado. Los materiales agroalimentarios son comercializados en fresco o secos. El proceso de secado se realiza mediante secado conectivo, secado con vacío o liofilización. Estos demandan alto consumo de energía. Las tecnologías propuestas reducen costos y minimizan el consumo de energía (Gómez-Daza y Ochoa-Martínez, 2012).

1.8 Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto es un acuerdo legalmente vinculante que compromete a los países desarrollados y a los países en transición hacia una economía de mercado a alcanzar objetivos cuantificados de reducción de emisiones. Las Partes-anexo I se comprometieron a reducir su emisión colectiva de seis GEI (bióxido de carbono, óxido de nitrógeno, metano, hidrofluorocarburos) hasta al menos un 5% por debajo de los niveles de emisión de 1990. Los quince Estados Miembros que formaban parte de la Unión Europea en ese momento se comprometieron a una reducción de un 8% en las emisiones de bióxido de carbono equivalente para el año 2012, comparado con los niveles de 1990, si

bien acordaron distribuir proporcionalmente entre ellos sus objetivos globales de reducción, formando la denominada “Burbuja Comunitaria”. Así, España podía aumentar en un 15% sus emisiones con respecto a las de 1990. Por otro lado, las Partes con economías en transición pueden elegir otro año base, al igual que en la Convención. se establecieron una serie de políticas y medidas como el fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes, la protección y mejora de los sumideros de los gases de efecto invernadero (GEI), la promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, promoción de modalidades agrícolas sostenibles, el aumento del uso de energías renovables y tecnologías de secuestro de carbono, medidas para limitar y/o reducir emisiones de GEI, no controladas por el Protocolo de Montreal, en el sector del transporte, medidas para limitar y/o reducir las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de residuos (Camps-Arbestain y Pinto, 2004).

A finales de la década de 1970 y principios de la de 1980 se empezó a crear conciencia sobre las consecuencias que el crecimiento de los países basado en la sobre utilización de los recursos tiene sobre el medio ambiente. En 1987 el informe Brundtland de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo definió el concepto de desarrollo sostenible como el desarrollo que atiende las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para atender las suyas. Quienes suscribieron el acuerdo se comprometían principalmente a reunir y compartir información sobre los gases de efecto invernadero, políticas nacionales y mejores prácticas, lanzar estrategias nacionales para remediar los problemas asociados a los gases de efecto invernadero, incluyendo la provisión de apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo, entre otros. Fue sólo en 1997 cuando se lograron mayores compromisos y surgieron algunas instituciones, bajo los principios de la Convención, que pretenden consolidar el interés y la preocupación global en torno al cambio climático, mediante la firma del Protocolo de Kioto (Piedad-Restrepo *et al.*, 2008). Protocolo es un compromiso de sus signatarios para

alcanzar los objetivos señalados usando una serie de políticas y “Mecanismos de Flexibilidad” como son el Comercio de Emisiones (ET), el “Mecanismo de Desarrollo Limpio” y la “Implementación Conjunta” permiten a cada país, bajo ciertas condiciones, contabilizar como suyas reducciones de emisiones obtenidas mediante inversiones realizadas en otros países. Para que el Protocolo entre en vigor es necesario que esté ratificado por un conjunto de países que represente al menos el 55% de las emisiones de los países industrializados.

En ciertos países el Protocolo de Kioto aún no ha entrado en vigor como consecuencia de que dos de los países que producen una mayor cantidad de emisiones, EEUU y Rusia, no lo han ratificado. EEUU ha decidido no ratificarlo y Rusia, aunque se espera que lo haga, está retrasando su decisión. El Protocolo establece objetivos de reducción de emisiones pero no penalizaciones u otros sistemas coercitivos eficaces para forzar el cumplimiento de los compromisos de cada país signatario. En la práctica esto significa que, sin la introducción de mecanismos adicionales, los objetivos asumidos por los países tienen un carácter indicativo. La aplicación del Protocolo en Europa ha ido más lejos introduciendo sanciones por incumplimiento. Además, el Protocolo asigna unos objetivos por países que pueden ser económicamente ineficientes debido a que reducir las emisiones es más costoso en unos países que en otros (Pérez-Tudela, 2003).

Las emisiones de gases de invernadero en dióxido de carbono equivalente en España han aumentado un 40,43% en el año 2003 respecto a 1990. De 1996 a 2003 las emisiones aumentaron un 32,43%. Hoy ya superamos el límite que nos marca Kioto en 73 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente, que se reducen a 48,5 si se incluyen los sumideros (bosques). La situación es difícil, pero menos dramática de lo que se piensa, dado el precio previsible de la tonelada de dióxido de carbono equivalente, que es probable que no sobrepase los 10 euros en el periodo 2008-2012. La economía española ha registrado los peores índices de intensidad energética y de emisiones de la Unión Europea. Si en 1996, España (0,222) partía de una situación similar en

cuanto a la intensidad primaria respecto a la UE (0,215), en el año 2000, España había aumentado su intensidad energética hasta el 0,232 mientras que la UE la había reducido al 0,198, datos que demuestran la pérdida de eficiencia energética respecto a la UE.

Ha habido una ausencia de políticas de ahorro y eficiencia energética, y las políticas existentes han incentivado los consumos energéticos, con lo que esto tiene de pérdida de competitividad de nuestra economía, situación que habrá que subsanar en el futuro (Nieto y Santamarta, 2004). El llamado que hace el Protocolo de Kioto a comprometerse en la disminución de emisión de gases de efecto invernadero justificaría, en primera instancia, la producción de biocombustibles que, para algunos expertos en la materia, prometen condiciones de sustentabilidad que no cumplen los combustibles fósiles. Sin embargo, el papel de liderazgo que está desplegando Estados Unidos en la producción de biocombustibles a escala mundial, en el desarrollo de la economía mundial capitalista la estructura productiva mundial de la energía se encuentra en proceso permanente de reorganización, debido a que la oferta de ésta fluctúa acorde con las condiciones mundiales de reproducción del comportamiento de las empresas transnacionales que controlan, en gran parte, el mercado a mundial (González-Merino y Castañeda-Zavala, 2008).

El incremento en la temperatura global del planeta es un hecho que se ha registrado de manera sistemática a partir del siglo XIX. Hasta hace poco no había elementos suficientes para establecer de forma categórica que la actividad humana tenía influencia en este fenómeno. Los gases de efecto invernadero que se establecieron en el Protocolo de Kioto son: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, hexafluoruro de azufre. Aunque el principal contribuyente individual el dióxido de carbono, se ha encontrado que el metano puede ser 21 veces más potente que el dióxido de carbono como "atrapador de calor". En el caso del metano equivale al 23% de emisiones de gases de efecto invernadero en nuestro país. Uno de los sectores generadores de este gas es referido al manejo de

desechos urbanos e industriales (deposición de desechos sólidos y tratamiento de aguas residuales)(Solórzano-Ochoa, 2008).

1.9 Tipos de contaminación

La supervivencia del hombre como especie se debe en parte al aprovechamiento de los recursos naturales; sin embargo, la falta de planeación y desconocimiento de las posibles consecuencias de un mal aprovechamiento trajeron consigo la contaminación del ambiente natural. El recurso hídrico (necesario para la vida) ha sido fuertemente afectado por sustancias cada vez más agresivas y difíciles de tratar debido a su naturaleza química de sustancias presentes en desperdicios que caen a las corrientes. Por tal razón, agencias gubernamentales, ambientales, universidades y diversas organizaciones, se han preocupado por evaluar el impacto antrópico sobre los recursos hídricos a través del estudio de la naturaleza química, física y biológica del agua, mediante programas de monitoreo(Samboni-Ruíz *et al.*, 2007). La contaminación del suelo y agua ha venido en aumento como resultado de la explotación, refinación, distribución y almacenamiento de petróleo crudo y sus derivados. Hasta el año 2004, el volumen de derrames accidentales de petróleo y sus derivados fue calculado en 1.5 millones de toneladas por año, afectando suelo, agua y atmósfera (Ferrera-Cerrato *et al.*, 2006).

La contaminación del suelo y agua ha venido en aumento como resultado de la explotación, refinación, distribución y almacenamiento de petróleo crudo y sus derivados. Hasta el año 2004, el volumen de derrames accidentales de petróleo y sus derivados fue calculado en 1.5 millones de toneladas por año, afectando suelo, agua y atmósfera (Lacasaña-Navarro *et al.*, 1999).

La presencia de estos agentes se denomina contaminación atmosférica, concepto que actualmente se considera inevitablemente ligado al hábitat urbano. En efecto, el mayor o menor grado de contaminación de una ciudad forma parte integral de su descripción con similar relevancia a la de su clima o la existencia de museos, monumentos, espectáculos, figurando incluso el

turismo de la ciudad. La contaminación se cuantifica a partir de la concentración atmosférica de los diversos contaminantes (Ryan, 1996). Por fortuna, la calidad del aire ahora se vigila más y las altas concentraciones de contaminantes observadas en los años 60 y 70 ya no se presentan. No obstante, la exposición continua a moderados bajos niveles de contaminante por largos periodos de tiempo es un fenómeno que se da cotidianamente. Por esta razón ha cobrado una gran importancia determinar los efectos causados por estas exposiciones más bajas, así como los efectos por exposiciones prolongadas (Rosales-Castillo *et al.*, 2011). Estos cambios implican pérdida de calidad de vida y de biodiversidad. Es precisamente esta pérdida de bienes, en cantidad y calidad, la que provocan una disminución en los servicios del ecosistema, no sólo de nivel local si también de nivel regional y global (Marbán *et al.*, 1999). La contaminación con compuestos orgánicos en suelos y sedimentos es un problema ambiental importante por la cantidad de sitios contaminados. Los hidrocarburos aromáticos policíclicos presentan un interés mayor debido a la toxicidad de muchos de ellos y a la frecuencia con que se detectan. La biorremediación y la atenuación natural son tecnologías que favorecen la remoción de compuestos orgánicos (Corona-Ramírez y Iturbide-Arguelles, 2005).

1.10 Plátano (*Musa Paradisiaca*, L.)

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. Los principales estados productores de plátano en México son Chiapas, Tabasco, Veracruz, Colima y Jalisco, y en conjunto en 2009 aportaron 84.6 % de la producción (García-Mata *et al.*, 2013).

En México se cultivan aproximadamente 82,000 hectáreas de plátano con una producción de 2.25 millones de toneladas, un rendimiento promedio de 29.2 t-ha-1 y un valor de producción de 3,978.2 millones de pesos. La mayoría de la producción es comercializada principalmente en el mercado nacional. Las zonas productoras de plátano se ubican en las regiones tropicales y subtropicales de la costa del Golfo de México y en el litoral del Océano Pacífico (Osuna-García *et al.*, 2008).

El plátano se originó en Asia Meridional y se conoce en el mediterráneo desde el año 650 cuando la especie llegó a las islas canarias en el siglo XV; desde allí fue llevado a América en el año 1516. Es la fruta más consumida en el mundo. Su cultivo se realiza en parcelas, conucos y haciendas. Los plátanos grandes se llaman patacones. La calidad de los plátanos del Sur del Lago permite distinguirlos de otros plátanos, por su tamaño, su consistencia más succulenta y carnosa, con sabor más dulce. *Musa paradisiaca*, L., es una planta herbácea descrita por primera vez por Linneo en el año 1753. Pertenece a la familia de las Musáceas la taxonomía del género *Musa* es compleja e incluye híbridos que han originado denominaciones genéticas muy particulares, que suelen indicarse como (*Musa paradisiaca*, L.). El plátano se designa como (*Musa paradisiaca*, L.) a la variedad Hartón, y existen los plátanos Congo, guayabo, cuarenton y dominico (Hernández y Vit, 2009). El número de hojas que puede emitir la planta de plátano durante su ciclo vegetativo es de 38 ± 2 y dicha cantidad es inversamente proporcional al tamaño y peso del cormo donde, a un menor peso de cormo mayor número de hojas y viceversa. Esta emisión foliar concordante con diferentes cultivares del tipo Falso Cuerno. En plátanos del tipo Falso Cuerno cultivados entre 1,300 a 1,600 msnm, mencionan que la transición floral sucede alrededor de los cinco o seis meses de iniciado el proceso de producción de hojas con la emisión del 50% del total de las mismas (alrededor de las diecinueve hojas). Indican que para el mismo cultivar sembrado a 1050 msnm, dicha etapa ocurre cuando la planta ha emitido veintisiete hojas (Vargas-Calvo *et al.*, 2015).

Clasificación taxonómica (*Musa paradisiaca*, L.)

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Musa

Especie: *M. malvisiana* o *paradisiaca*.

Morfología

Sistema Radicular: Tomando en cuenta que se propaga asexualmente, el sistema radical está conformado por raíces netamente adventicias fasciculadas y fibrosas, que se originan en el ámbito de la capa mangín, se distinguen tres tipos: primarias, secundarias y terciarias. El color depende de la edad y etapa de desarrollo, pueden variar de blanco cremoso a pardo amarillento; de edad avanzada tienen una coloración castaño oscuro.

Tallo: El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, las cuales se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado.

Las yemas: Dan origen a los hijuelos de espada o de agua, tienen su origen en la zona interna o central y emergen a la superficie del cormo por la base del entrenudo.

Sistema foliar: Formado por el apéndice, seudopeciolo y vaina o hijuelos. Apéndice: Órgano foliar temporal, su función es dirigir la hoja a través y hasta el ápice del seudotallo. Una vez que la hoja alcanza su desarrollo completo se seca y desprende.

Limbo: La lámina foliar está compuesta por los dos semilimbos, la nervadura central, nervaduras laterales y finalmente las bandas denominadas como pulvinares, posee una forma ovalada, con su extremo apical cónico y el basal acanalado, el color bajo condiciones normales es verde oscuro en el haz y verde claro en el envés.

Inflorescencia: Estructura que conduce, después de determinados procesos fisiológicos, a la formación del racimo; se origina en el ápice vegetativo localizado en el centro de la superficie superior del tallo subterráneo, de forma de cúpula achatada, compuestas por dos zonas meristemáticas, la túnica capa delgada de células superficiales mantenidas por divisiones perclinales y la segunda conocida por cuerpo, localizado debajo de la túnica mantenida por divisiones celulares, realizados en cualquier plano, protegido por los primordios foliares diferenciados, esto cesa cuando pasa a la fase vegetativa floral. El proceso de diferenciación está relacionado con la emisión de ciertos número de hojas y cambios morfológicos, los cuales se inician cuando la planta ha emitido el 50% del total de hojas que produce a través del ciclo vegetativo, hasta la hoja diecisiete la inserción de los semilunios con la nervadura central es bastante simétrica y el ángulo agudo, luego de esta hoja diecisiete el ángulo se vuelve obtuso con cada hoja emitida, situación visible a partir de la hoja veintidós.

Desarrollo del fruto: En los frutos partenocárpicos su desarrollo está condicionado a la acumulación de la pulpa en la cavidad formada por las paredes internas del pericarpio. El tamaño del fruto empieza a incrementarse a partir del momento que se levanta la bráctea y alcanza su máximo valor, en longitud externa 50.16 cm; para los cuernos machos, el calibre del dedo en la parte media es 37.42 mm (INIFAP, 2005).

Materiales y métodos

Esta investigación se desarrolló desde el mes de octubre del año 2014 al mes de mayo de 2015 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna que se encuentra en la confluencia del periférico Raúl López Sánchez y la carretera de Santa Fe en la ciudad de Torreón Coahuila.

La ciudad de Torreón Coahuila forma parte de lo que se conoce como la Comarca Lagunera en la cual es una región que se encuentra en el suroeste del estado de Coahuila y el noreste del estado de Durango y que tiene entre sus actividades económicas a la industria, al comercio y al sector agropecuario.

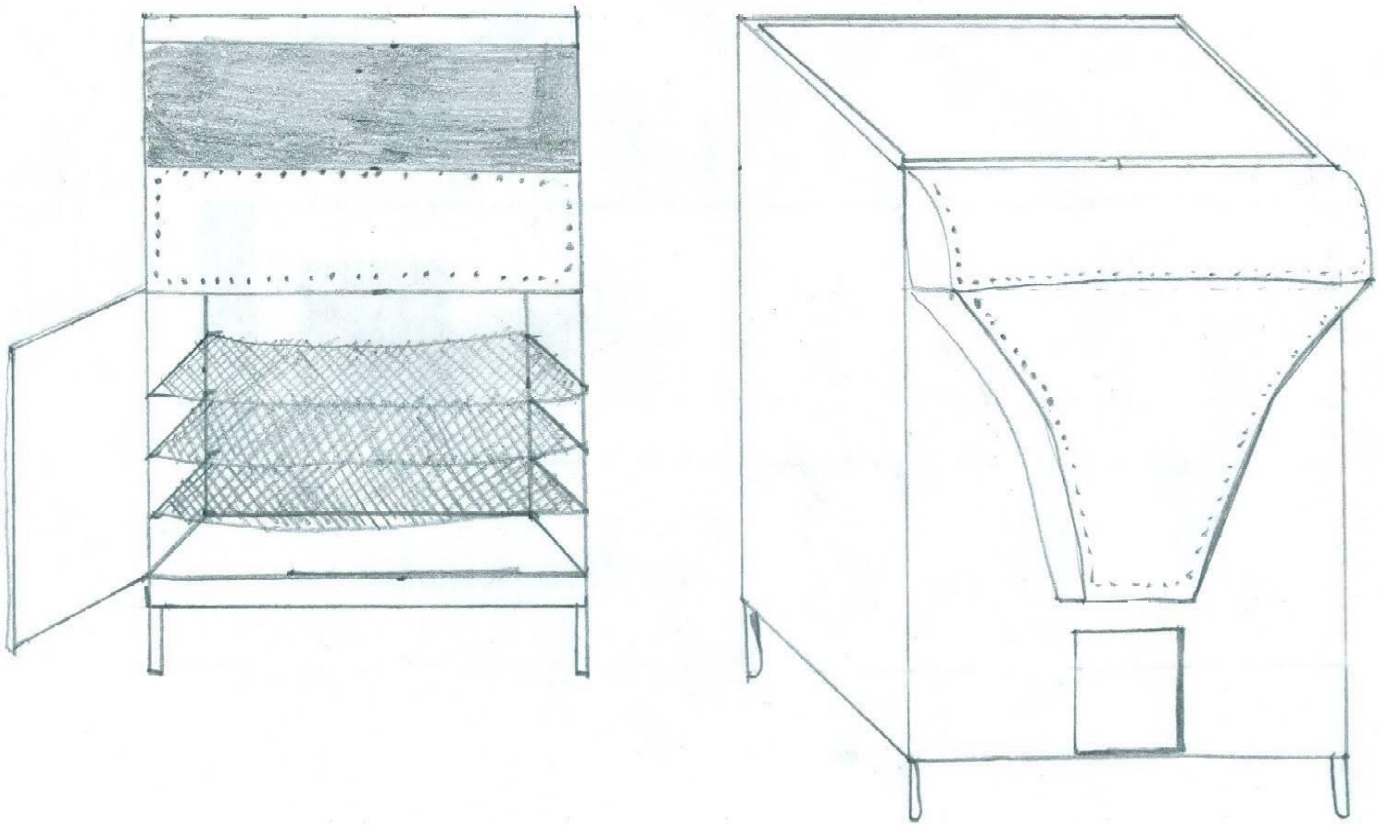
Esta región se encuentra ubicada entre los meridianos $102^{\circ}22'09''$ y $104^{\circ}46'12''$ de longitud norte. Su altura media sobre el nivel del mar es de 1140 m. La temperatura media anual es de 25°C , alcanzando una temperatura máxima de 42°C en el verano y una temperatura mínima extrema -9°C en el invierno. Su precipitación media anual es de 220 mm, presentándose el primer periodo de lluvias en el verano y el otoño. (SAGARPA, 2013).

Construcción de un deshidratador solar

Para poder desarrollar este experimento se construyó un deshidratador solar de lámina calibre 22 que equivale a 0.74 mm, con las siguientes dimensiones: 1m de base por 1m de ancho, teniendo una altura de 1.20 m en su parte baja con 1.60m en su parte alta, resultando una pendiente de 25° con respecto a la horizontal. En esta parte superior se pintó de color de tonalidad mate, con la finalidad de absorber la radiación solar.

En el interior del deshidratador se cuenta con tres charolas de tela de mosquitero en donde se colocaron trozos de la fruta de plátano (*Musa paradisiaca*, L.) a una altura de 25, 50 y 75 cm con respecto a la base del deshidratador. Además en su parte superior se colocó un cristal filtra sol de 1m² con 4 mm de espesor.

Para ubicar el deshidratador se utilizó una brújula, y la cara del colector del deshidratador siempre se dirigió hacia el sur geográfico; también se utilizaron cuatro termómetros ACU-RITE® uno para medir la temperatura ambiental desde las 9 am hasta las 2 pm tomando lecturas cada hora. Los tres termómetros se colocaron dentro del deshidratador en cada una de las charolas en la parte media de las mismas, midiéndose también cada hora las temperaturas.



(Jaén-Tenorio, 2015)

Ilustración 1 Deshidratador solar

Variables estudiadas

Se realizaron análisis de las siguientes variables: porcentaje de humedad perdida, grados Brix y pH. Estos análisis se realizaron en los laboratorios de Biología, Suelos, Horticultura y Fito-mejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Así se tomaron diez muestras de la pulpa de un fruto del plátano (*Musa paradisiaca*, L.). La primera muestra se analizó sin haberse deshidratado dicho fruto ya que es considerado como testigo. Las otras tres muestras se colocaron en cada una de las tres charolas equidistantes uno de otros. Una vez pasado el tiempo de deshidratación se depositaron en bolsas de plástico previamente enumeradas para llevarse a dichos laboratorios.

Determinación del porcentaje de humedad perdida

Para poder determinar el porcentaje de humedad perdida, se pesó el trozo de la fruta utilizando una balanza analítica ADVENTURE PRO®. (MOD. AV8101 cap. 0.1g) antes de iniciar el proceso de deshidratación y luego se pesaron cuando se terminó dicho proceso, utilizándose una balanza analítica. La fórmula para determinar el porcentaje de humedad perdida fue la siguiente:

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

Peso inicial

Determinación de los grados Brix

Los grados Brix miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido, así por ejemplo si se obtiene un valor de 25° Brix significa que tiene 25 g de sacarosa por cada 100g de líquido.

Para poder medir los grados Brix se utilizó un refractómetro ATAGO ® al cual se toma 1 ml de extracto del plátano (*Musa paradisiaca*) se colocó en la ventanilla del refractómetro y se lee por el visor.

Determinación del 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 manzanas; y tartárico en uvas y tamarindo.

El pH se define como $-\log [H^+] = -\log [H_3O^+]$. 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 de productos fermentados de frutas y cereales, en la producción de jaleas y mermeladas.

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.

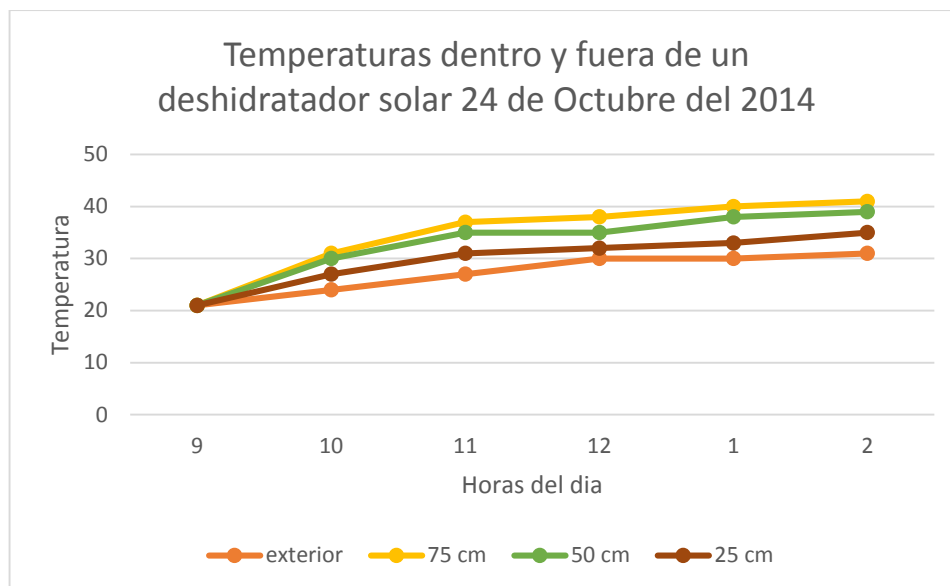
Se incrementa marcadamente cuando aumenta la concentración de iones hidrógeno; sin embargo el efecto no es tan pronunciado en el caso de hongos y levaduras.

Resultados

A continuación se muestra la disposición de los parámetros obtenidos durante el proceso de deshidratación de la fruta plátano (*Musa paradisiaca*, L.) el 24 de Octubre de 2014. Al analizar el cuadro 1 y la gráfica 1 referentes a las temperaturas externa como interna del deshidratador solar se observa que en la temperatura exterior hubo un incremento de 21°C a 31 °C son 10 °C desde que se inició la puesta del experimento que fue desde las 9:00 am hasta las 2:00 pm.

Tabla 1 Temperatura externa e interna en el deshidratador el 24 de Octubre de 2014.

Hora del día	temperatura externa	temperaturas internas por altura		
		75 cm	50 cm	25 cm
9	21	21	21	21
10	24	31	30	27
11	27	37	35	31
12	30	38	35	32
1	30	40	38	33
2	31	41	39	35



Grafica 1 Temperaturas dentro y fuera de un deshidratador solar el 24 de Octubre del 2014.

Al momento de realizar el trabajo las temperaturas tanto externa como interna fueron iguales es decir se inició a las 9:00 am y conforme fue pasando el día se observó que hubo un incremento dentro del deshidratador en específico en el nivel de 75 cm es decir que es la charola que se encuentra más cercana al colector solar ya que a las 2:00 pm se obtuvo una temperatura de 41 °C, 6°C más que la charola de 25 cm que es la última charola que se encuentra alejada del colector.

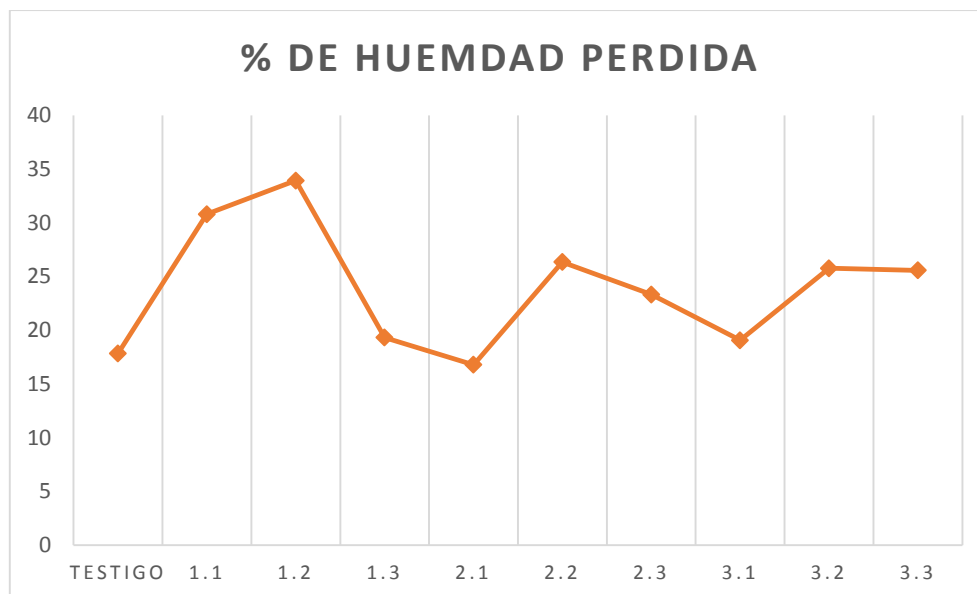
Tabla 2 Relación de tratamientos con los parámetros de % de humedad perdida, grados Brix y pH.

	peso inicial	peso final	% de humedad perdida	Grados Brix	pH
Testigo	8.4	6.9	17.85	24	5.15
1.1	15.9	11	30.81	30	5.65
1.2	10.9	7.2	33.94	31	5.33
1.3	15	12.1	19.33	25	5.28
2.1	11.9	9.9	16.8	28	5.17
2.2	12.9	9.5	26.35	29	5.55
2.3	12	9.2	23.33	26	5.63
3.1	15.2	12.3	19.07	29	5.37

3.2	12.8	9.5	25.78	25	5.25
3.3	12.9	9.6	25.58	27	5.88

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

Con base a lo anterior los resultados son los siguientes:



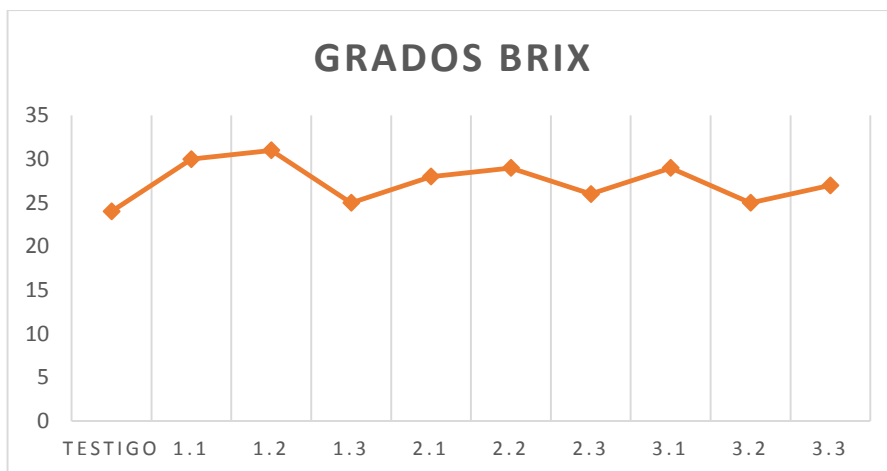
Grafica 2 % de humedad perdida en la pulpa del plátano (*Musa paradisiaca*, L.) el 24 de Octubre del 2014

El % de humedad perdida se determinó de la siguiente formula:

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

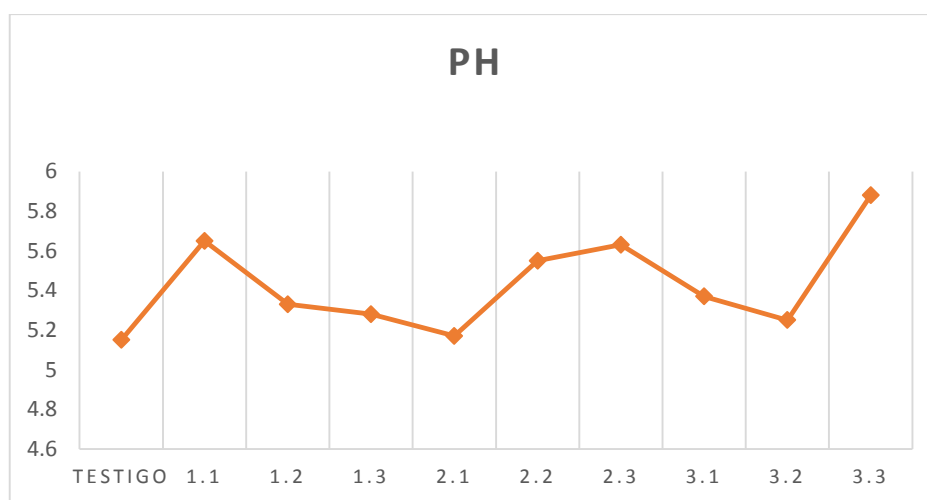
Conforme a lo anterior se puede observar que el tratamiento que perdió más humedad fue el 1.2. Ya que se perdió el 33.94% de la humedad lo cual es lógico porque es el nivel donde la temperatura fue mayor.

Al obtener los promedios del porcentaje de humedad perdida por nivel se obtiene que en el nivel de los 25 cm fue en donde menos perdida de humedad en donde se obtuvo un 19.07 % lo que es lógico ya que es el nivel que se encuentra alejado del colector solar. Con respecto al nivel del testigo este tratamiento perdió 17.85% ya que no fue sometido al proceso de deshidratación.



Grafica 3 Grados Brix en la pulpa del plátano (Musa paradisiaca, L.) el 24 de Octubre del 2014.

Al observar la gráfica anterior se obtiene que en el tratamiento 1.2, también fue el mismo en donde el parámetro de grados Brix fue el mayor con un valor de 30; esto es por lógica ya que si se relaciona con él % de humedad perdida es en el mismo nivel donde se perdió humedad y por tal razón se concentran más azúcares.

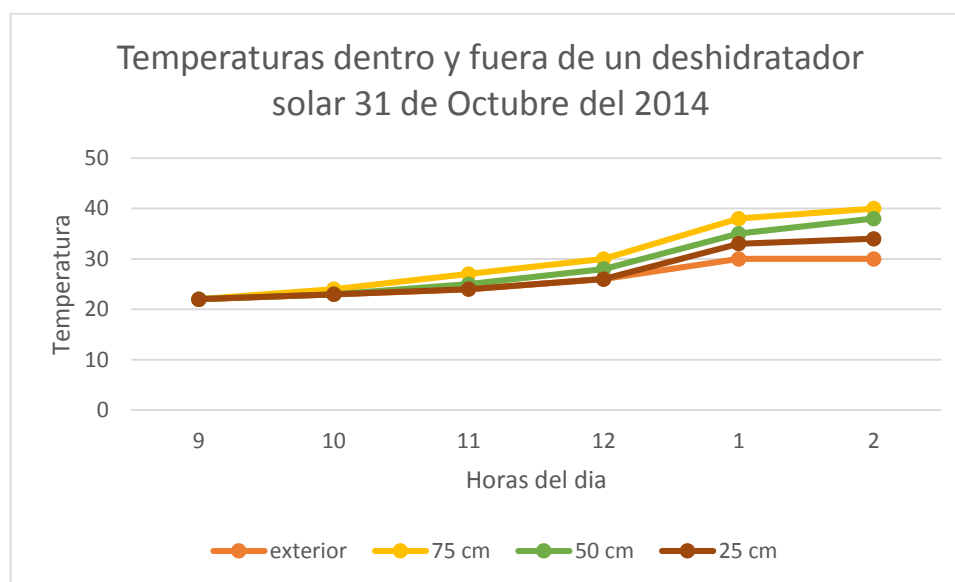


Grafica 4 Valores de pH para la pulpa de plátano (Musa paradisiaca, L.) el 24 de Octubre del 2014.

El parámetro del pH mide la acidez o alcalinidad del elemento que estamos analizando así el testigo que fue aquel trozo que de plátano que no se deshidrato tuvo un valor de 5.15 y al medir las medidas aritméticas de cada nivel sus valores fueron muy similares ya que en el nivel 75 cm fue 5.42 en el nivel 50 cm fue 5.45 y en el nivel 25 cm fue 5.5, estos valores últimos son aritméticos de acuerdo a los datos obtenidos de pH por nivel de charolas.

Tabla 3 temperatura interna y externa en el deshidratador el 31 de Octubre de 2014.

temperaturas internas por altura				
Hora del día	exterior	75 cm	50 cm	25 cm
9	22	22	22	22
10	23	24	23	23
11	24	27	25	24
12	26	30	28	26
1	30	38	35	33
2	30	40	38	34

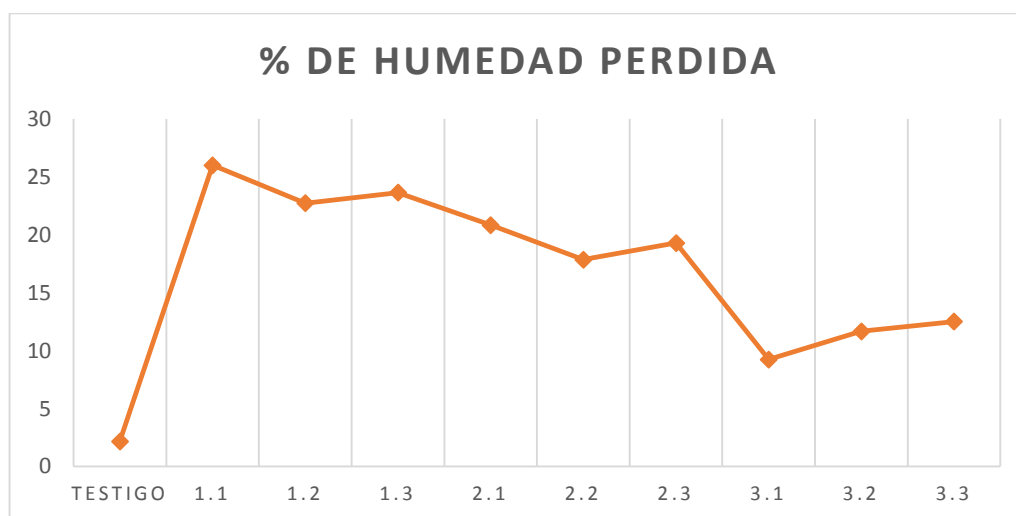


Grafica 5 Temperaturas dentro y fuera de un deshidratador solar del 31 de Octubre del 2014.

Tomando en cuenta los datos obtenidos se puede observar que se tuvo un acenso de temperaturas de 9:00 am a las 2:00 pm donde las temperaturas externas existió un aumento entre 1:00 pm y 2:00 pm pero analizando las interiores las temperaturas más altas fueron en el nivel de 75 cm ya que esta se encuentra más alta en el nivel 25 cm se obtuvo 6°C más que en el de 50 cm. Entonces desde las 9 a las 2 horas en las temperaturas exteriores hubo un aumento de 8 °C y en el interior en el nivel 75 cm fue de 16 °C y en el nivel de 50 cm fue de 11 °C y por último el de 25 cm fue de 9°C.

Tabla 4 Relación de tratamientos con los parámetros de % de humedad perdida, grados Brix y pH

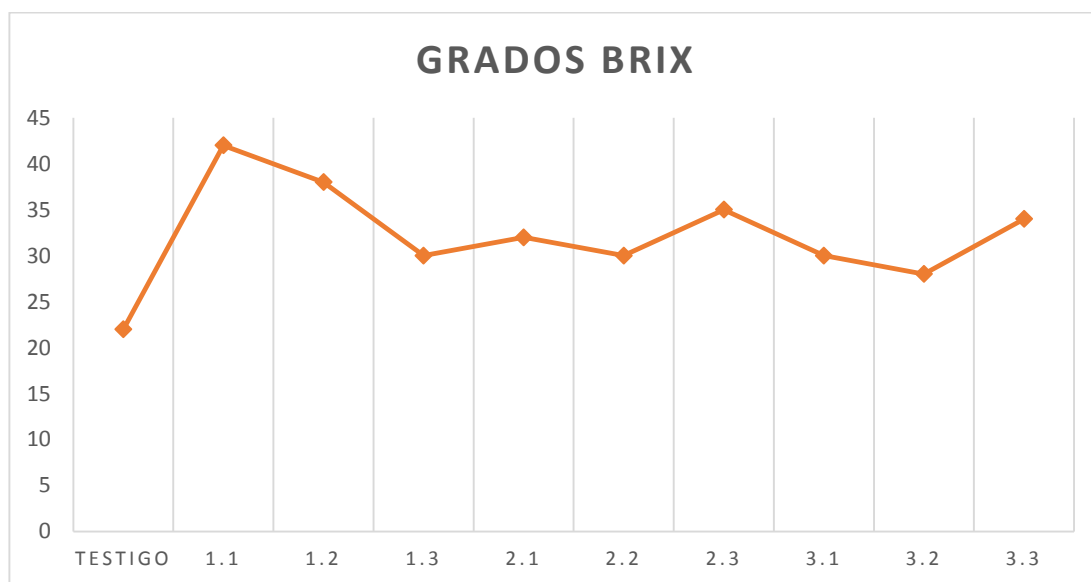
	peso inicial	peso final	% de humedad perdida	grados Brix	Ph
Testigo	9.2	9	2.17	22	5.32
1.1	10	7.4	26	38	5.34
1.2	11	8.5	22.72	42	5.37
1.3	11	8.4	23.63	30	5.35
2.1	12	9.5	20.83	32	5.34
2.2	14	11.5	17.85	30	5.39
2.3	14	11.3	19.28	35	5.45
3.1	13	11.8	9.23	30	5.45
3.2	12	10.6	11.66	28	5.38
3.3	12	10.5	12.5	34	5.35



Grafica 6 % de humedad perdida en la pulpa de plátano (Musa paradisiaca, L.) el 31 de Octubre del 2014.

Analizando la gráfica se puede observar que el testigo perdió poca humedad ya que este no fue ingresado al proceso de deshidratación el tratamiento 1.1 que está en el nivel de 75 cm el 26% de humedad este se encuentra en la parte superior derecha de la charola por lo tanto más cerca del colector solar 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 25 cm fue la de menos perdida por que el calor es muy bajo.

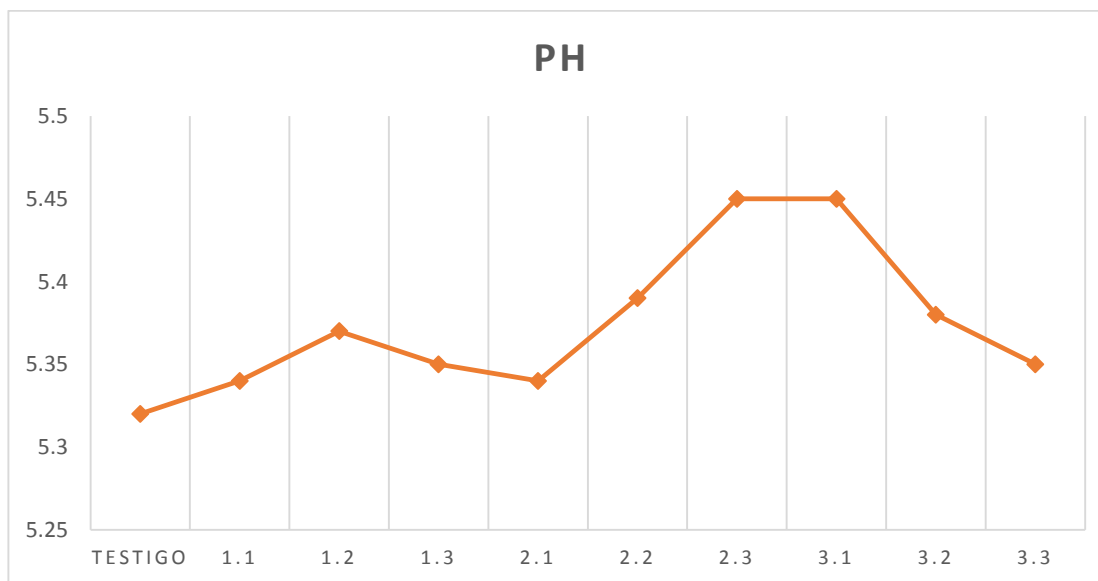
Por lo tanto analizando el testigo con los demás la perdida de humedad es mucha. Al verificarla con la temperatura esto nos indica que en el nivel de 75 cm se obtuvo temperaturas más altas por lo que estos tratamientos perdieron más humedad que los otros.



Grafica 7 Grados Brix en la pulpa de plátano (Musa paradisiaca, L.) el 31 de Octubre del 2014.

Tomando en cuenta los datos de cuadro podemos ver que en el tratamiento 1.1 se tuvo el grado Brix mas alto donde este a su vez fue el que perdió más humedad y se encuentra en el nivel de 75 cm por lo tanto en este nivel se obtuvo una concentración más de azucares en la pulpa del plátano, se puede

ver que hay un descenso de grados Brix de cada tratamiento y por tanto el más bajo fue en el tratamiento 3.2 que es el que se encuentra en el nivel de 25 cm.



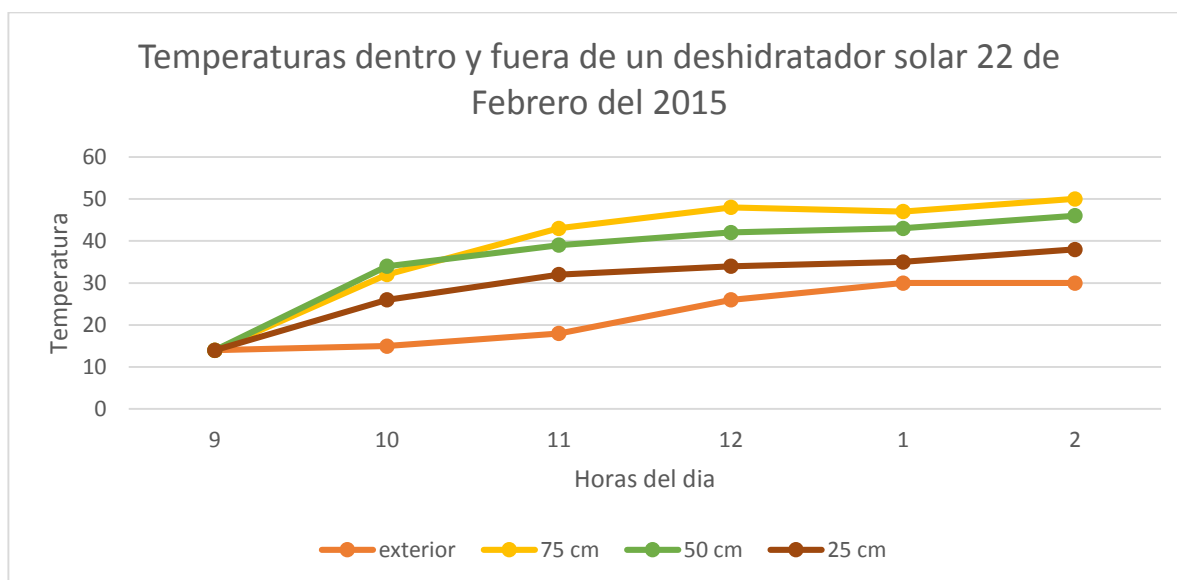
Grafica 8 Valores de pH para la pulpa de plátano (Musa paradisiaca, L.) el 31 de Octubre del 2014.

El parámetro de pH mide la acidez o alcalinidad del elemento que estamos analizando así el testigo que fue el trozo que no paso por el proceso de deshidratación tuvo un valor de 5.32 y al obtener la medidas aritméticas de cada nivel los valores son muy similares ya que en el nivel de 75 cm su valor fue 5.39 en el nivel 50 cm fue 5.35 y por último en el nivel de 25 cm fue de 5.35 estos valores se obtiene de la suma de los tres tratamientos por nivel y se dividen entre los mismo para obtener la medida aritmética de cada nivel.

Por lo tanto en el nivel de 75 cm se obtuvo un nivel de pH más alto en la pulpa del plátano y en el nivel de 50 cm y 25 cm se mantuvo el mismo resultado.

Tabla 5 temperaturas interna y externa en el deshidratador el 22 de Febrero de 2015.

temperaturas internas por altura				
hora del día	exterior	75 cm	50 cm	25 cm
9	14	14	14	14
10	15	32	34	26
11	18	43	39	32
12	26	48	42	34
1	30	47	43	35
2	30	50	46	38

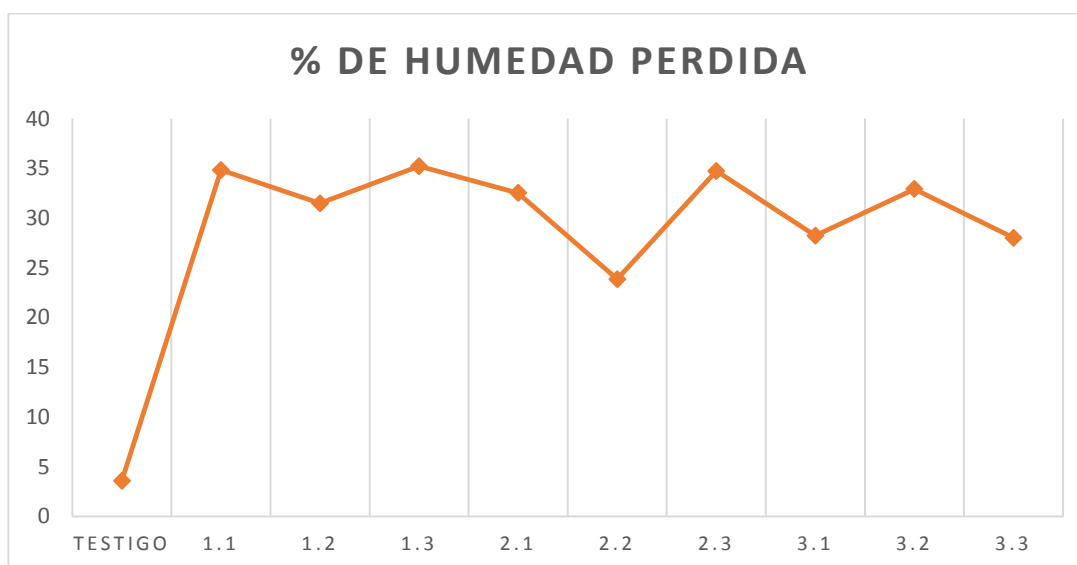


Grafica 9 Temperas dentro y fuera de un deshidratador solar del 22 de Febrero del 2015.

Al iniciar el proceso de deshidratación se comenzó con una temperatura de 14°C en interna como externa con el paso de las horas se pudo observar que en el exterior aumento 15°C mientras que en el interior en el nivel de 75 cm aumento 38°C en el nivel 50 cm aumento 31°C y en el de 25 cm es de 23°C entonces se puede observar que las temperaturas fueron aumentando con el pase de las horas y la radiación del sol.

Tabla 6 Relación de tratamientos con los parámetros de % de humedad perdida, grados Brix y pH.

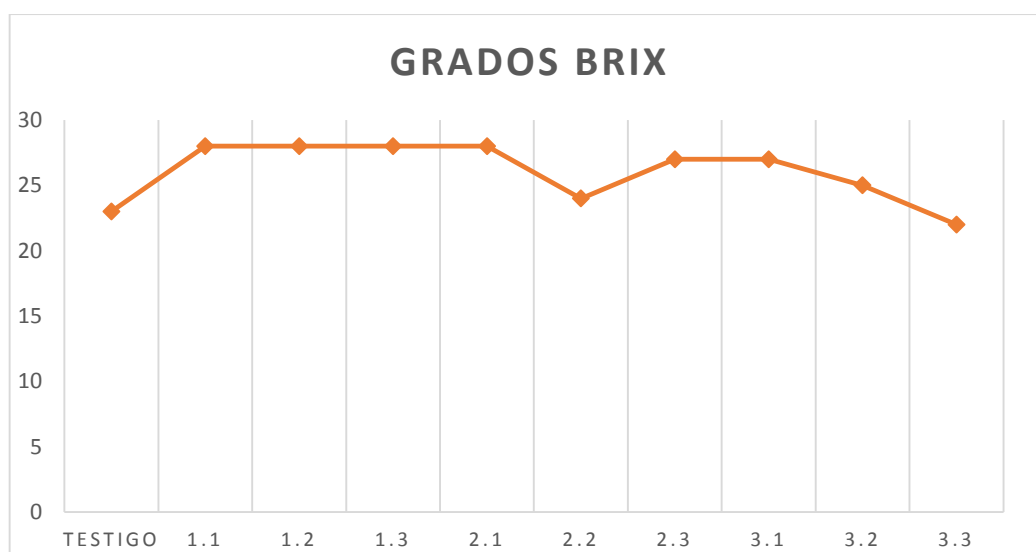
	peso inicial	peso final	% de humedad perdida	grados Brix	Ph
testigo	5.6	5.4	3.57	23	4.91
1.1	8.9	5.8	34.83	28	4.87
1.2	10.8	7.4	31.48	28	4.94
1.3	8.8	5.7	35.22	29	4.88
2.1	8.3	5.6	32.53	28	4.86
2.2	8.8	6.7	23.86	24	4.75
2.3	9.5	6.2	34.73	27	4.85
3.1	8.5	6.1	28.23	27	4.94
3.2	8.2	5.5	32.92	25	4.94
3.3	10	7.2	28	22	5.1



Gráfica 10 % de humedad perdida en la pulpa de plátano (*Musa paradisiaca*, L.) 22 de Febrero de 2015.

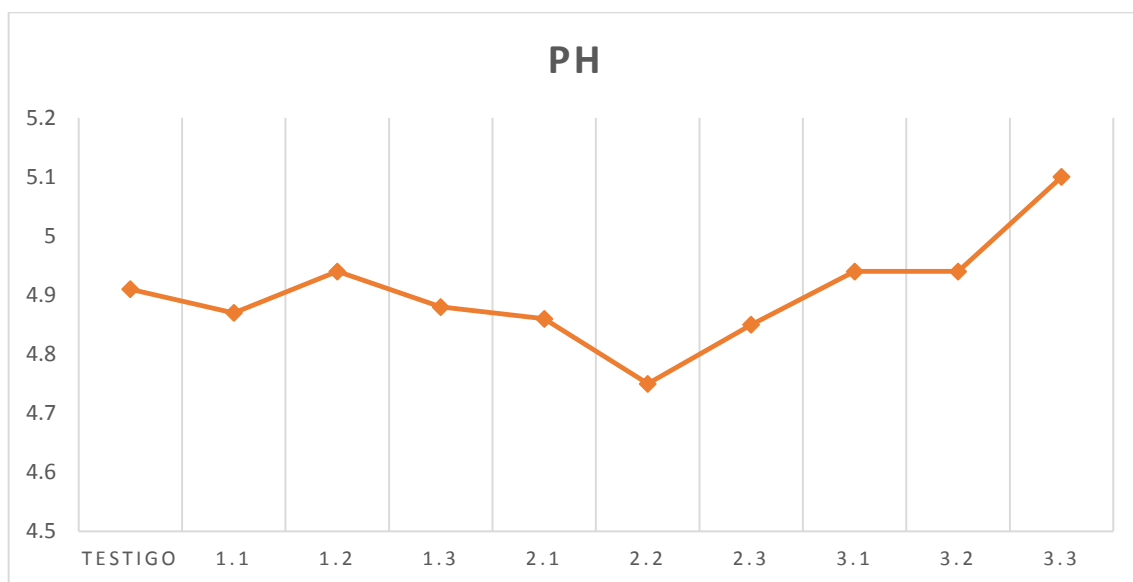
Analizando la gráfica 10 y comparándola con la de las temperaturas podemos ver en el tratamiento 1.3 se perdió más humedad, ésta se encuentra en el nivel

de 75 el cual se encuentra en la parte superior izquierda de la charola, por lo tanto es la que se encuentra más cerca del colector solar donde se concentra más el calor en el nivel de 50 cm donde hubo una pérdida de humedad baja a comparación del nivel 25 cm pero obteniendo una medida aritmética en el nivel de 75 cm se pierde el 33.84% de humedad y en el de 50 cm se pierde 30.37% y en de 25 cm es de 29.71% entonces viendo que en el primer nivel se obtuvo más pérdida de humedad ya que en este nivel es donde aumenta más la temperatura.



Gráfica 11 Grados Brix en la pulpa de plátano (Musa paradisiaca, L.) el 22 de Febrero de 2015.

La gráfica 11 nos indica que hubo una variación en los grados Brix ya que en el tratamiento 1.3 se obtiene el grado más alto que en las otras esto se debe a que está en el nivel de 75 cm y es donde las temperaturas son altas y en donde se tuvo una pérdida de humedad de 35.22% por lo tanto es el nivel donde hay más concentración de azúcares.



Grafica 12 Valores de pH en la pulpa de plátano (Musa paradisiaca, L) el 22 de Febrero del 2015.

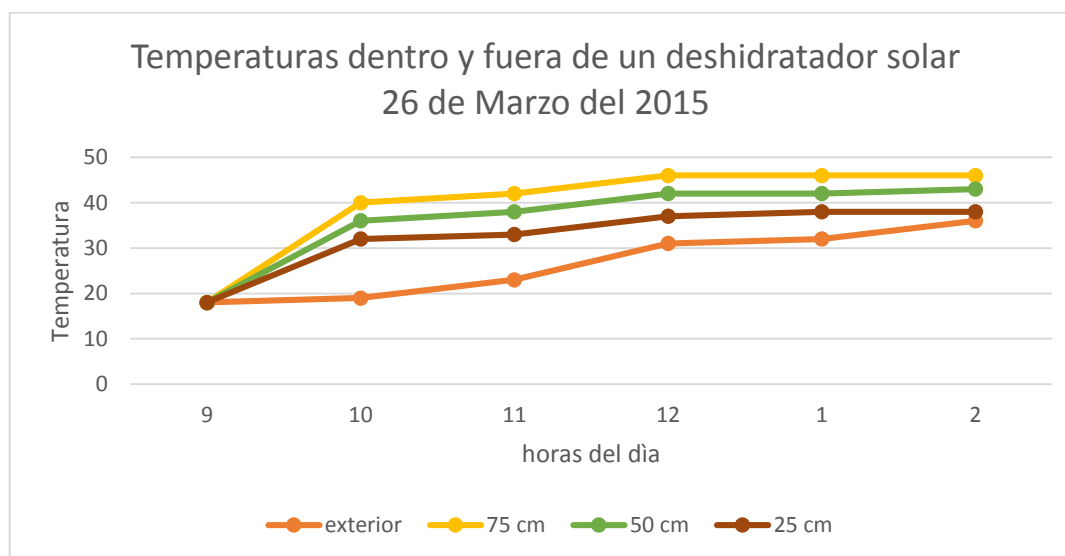
El pH nos indica la acidez o alcalinidad de los alimentos el testigo que no fue deshidratado obtuvo un 4.91 pH.

Por lo tanto obteniendo la medida aritmética de cada nivel el de 75 cm el nivel de acides fue 4.89 en el nivel de 50 cm es de 4.82 y por último en el nivel de 25 cm es de 4.99 estos valores se obtienen de la suma de los tres tratamientos por nivel y se dividen entre los mismos para obtener la medida aritmética de cada nivel.

Por lo tanto en el nivel de 75 cm se obtuvo un nivel de pH más alto en la pulpa del plátano y en el nivel de 50 cm y 25 cm se mantuvo el mismo resultado.

Tabla 7 temperaturas internas y externas en el deshidratador el 26 de Marzo de 2015.

temperaturas internas por altura				
hora del día	exterior	75 cm	50 cm	25 cm
9	18	18	18	18
10	19	40	36	32
11	23	42	38	33
12	31	46	42	37
1	32	46	42	38
2	36	46	43	38



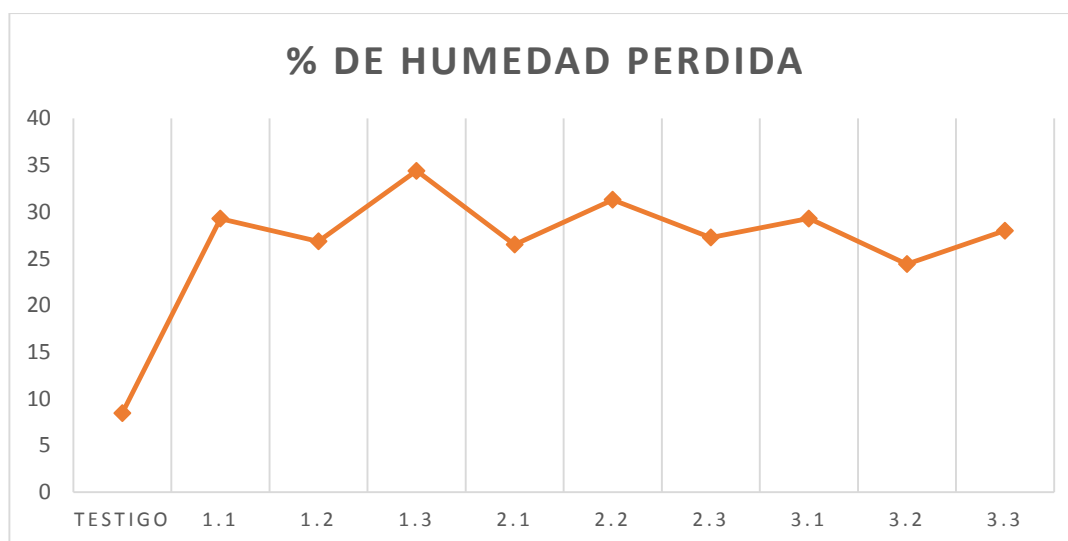
Grafica 13 Temperaturas dentro y fuera de un deshidratador solar el 26 de Marzo del 2015.

En la gráfica 13 podemos ver que en las temperaturas exteriores se comenzó con 18°C tanto interna como externa durante el transcurso del día iniciando a las 9:00 am aumentando 16°C mientras que en el interior en el nivel de 75 cm aumento 27°C en el nivel de 50 cm aumento 24°C y en el de 25 cm aumento

18°C entonces se puede observar que las temperaturas fueron aumentando con el pase de las horas y la radiación del sol hasta las 2:00 de la tarde.

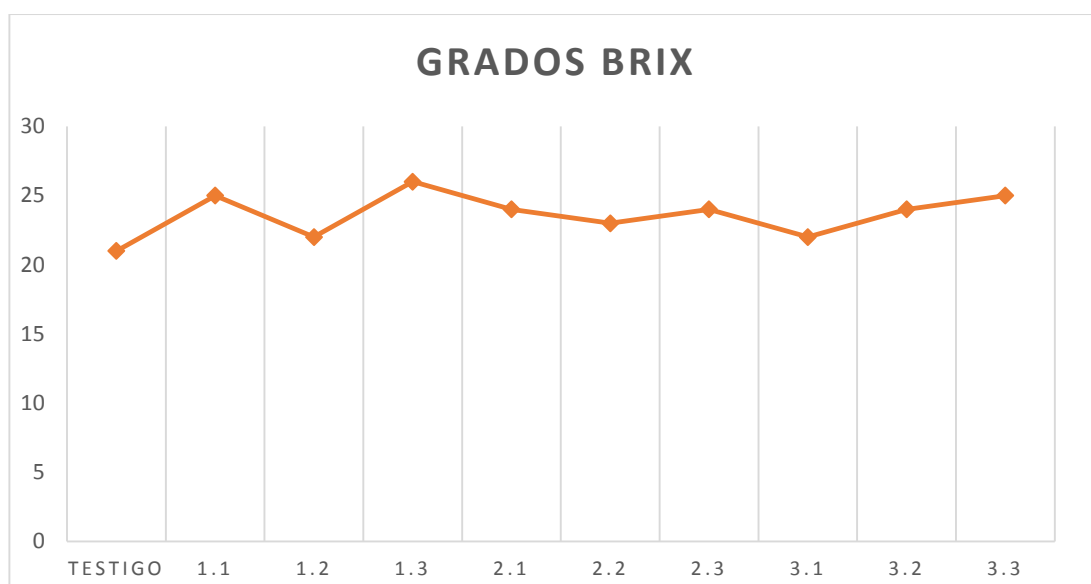
Tabla 8 Relación de tratamientos con los parámetros de % de humedad perdida, grados Brix y pH.

	peso final	peso final	% de humedad perdida	grados Brix	pH
Testigo	7.1	6.5	8.45	21	4.95
1.1	9.9	7	29.29	25	5.08
1.2	13.4	9.8	26.86	22	5.04
1.3	12.5	8.2	34.4	26	4.69
2.1	13.2	9.7	26.51	24	4.97
2.2	11.5	7.9	31.3	23	5.14
2.3	12.1	8.8	27.27	24	4.78
3.1	11.6	8.2	29.31	22	4.85
3.2	13.1	9.9	24.42	24	4.94
3.3	11.4	8.2	28	25	4.77



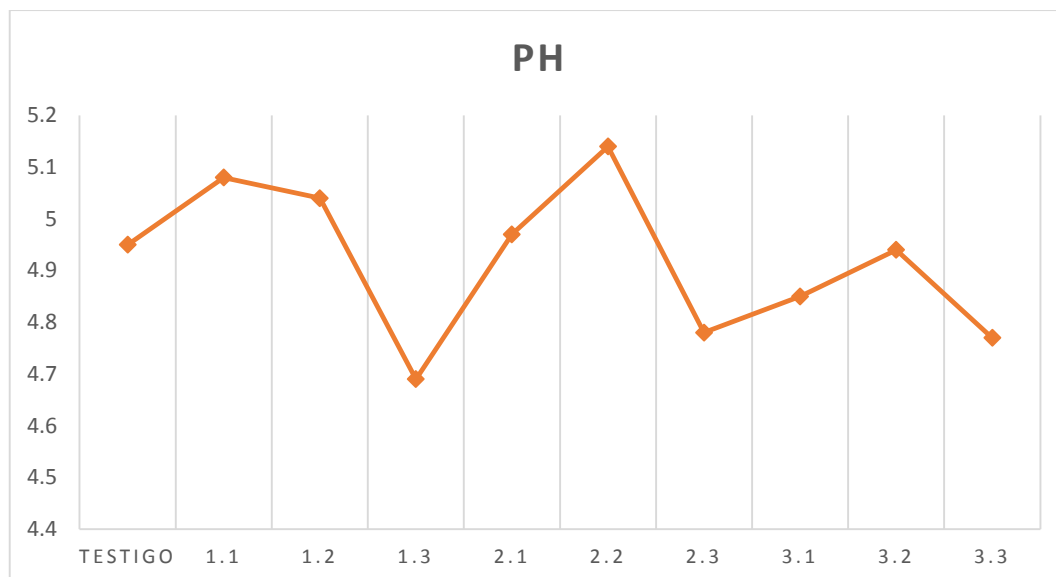
Grafica 14 % de humedad perdida en la pulpa de plátano (*Musa paradisiaca*, L.) el 26 de Marzo del 2015.

Al analizar la gráfica 14 podemos ver que el testigo es el que menos humedad pierde por lo tanto de ahí se inicia y se ve como varia la perdida de humedad por lo tanto el tratamiento 1.3 tuvo mayor pérdida de humedad que fue de 34.4% esto se debe a que se encuentra en la charola de 75 cm por lo tanto es la que se encuentra más cerca del colector solar donde se concentra más el calor en el nivel de 50 cm donde hubo una pérdida de humedad media a comparación del nivel 25 cm ya que es el nivel que se encuentra alejado del colector solar. Entonces viendo que en el primer nivel se obtuvo más pérdida de humedad ya que en este nivel es donde aumenta más la temperatura. Con respecto al nivel del testigo este tratamiento perdió 8.45 ya que no fue sometido al proceso de deshidratación.



Grafica 15 Grados Brix en la pulpa de plátano (Musa paradisiaca, L.) el 26 de Marzo del 2015.

Los grados Brix nos indican la concentración de azúcares entre más deshidratado este la pulpa de plátano más alta será la concentración de azúcares, entonces el 1.3 que es donde perdió más humedad, se tiene un grado Brix de 26 por lo tanto tiene una concentración más alta de azúcares.



Grafica 16 Valores de pH en la pulpa de plátano (Musa paradisiaca, L.) 26 de Marzo de 2015.

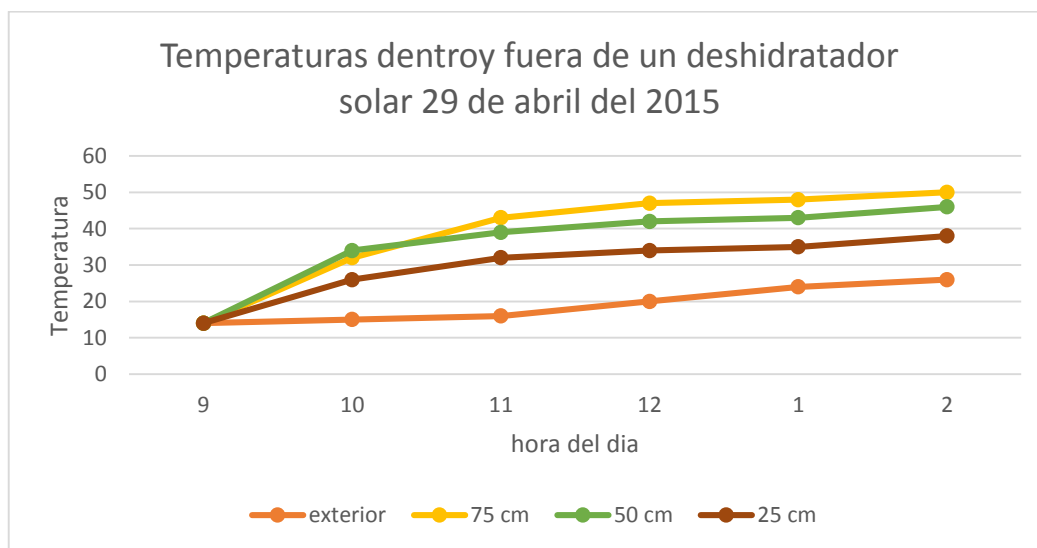
El pH nos indica la acidez o alcalinidad de los alimentos el testigo que no fue deshidratado obtuvo un 4.95 pH.

Por lo tanto obteniendo la medida aritmética de cada nivel el de 75 cm el nivel de acides fue 4.94 en el nivel de 50 cm es de 4.96 que es más alto el pH y por último en el nivel de 25 cm es de 4.85 estos valores se obtienen de la suma de los tres tratamientos por nivel y se dividen entre los mismos para obtener la medida aritmética de cada nivel.

Por lo tanto en el nivel de 50 cm se obtuvo un nivel de pH más alto en la pulpa del plátano, en la charola de 75 cm se obtuvo un valor bajo por lo tanto fue en donde perdió más humedad y aumentaron los grados Brix esto es debido a que se deshidrato más.

Tabla 9 temperaturas internas y externas en el deshidratador el 29 de Abril de 2015.

temperaturas internas por altura				
hora del día	exterior	75 cm	50 cm	25 cm
9	14	14	14	14
10	15	32	34	26
11	16	43	39	32
12	20	47	42	34
1	24	48	43	35
2	26	50	46	38

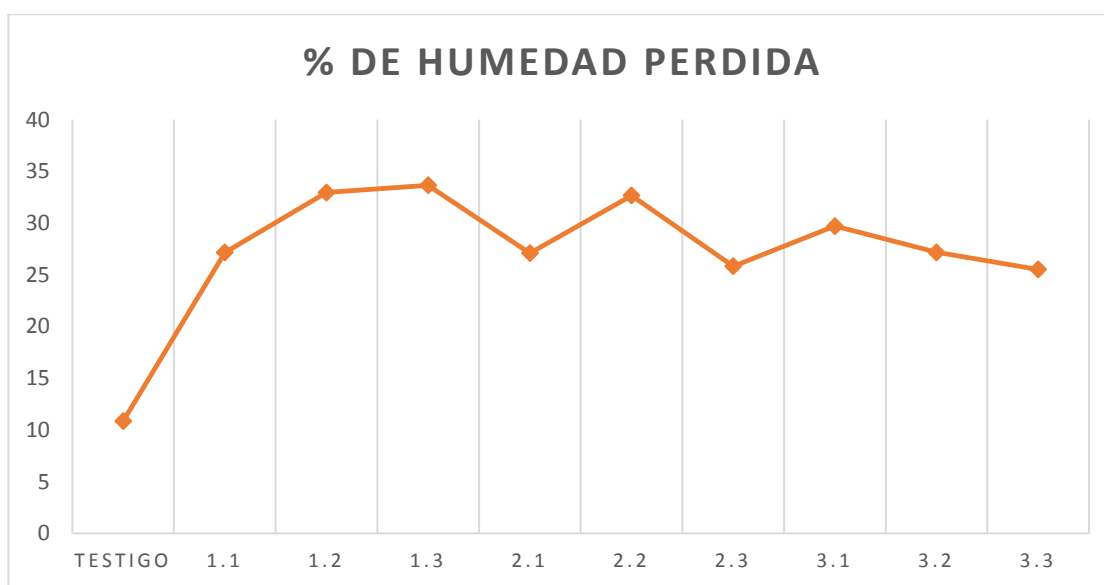


Grafica 17 Temperatura dentro y fuera de un deshidratador solar el 29 de Abril del 2015.

Al iniciar el proceso de deshidratación se comenzó con una temperatura externa de 14°C al pasar las horas hasta las 2:00 pm esta aumento 9°C teniendo una temperatura final de 26°C mientras que en el interior en la charola de 75°C el incremento fue de 34°C en el de 50 cm es de 31°C y por último en la charola de 25 cm 27°C siendo esta la más baja ya que esta retirada del colector solar. El incremento de externas como internas no vario tanto con el paso de las horas vario entre 6 y 8°C aproximados.

Tabla 10 Relación de tratamientos con los parámetros de % humedad perdida, grados Brix y pH.

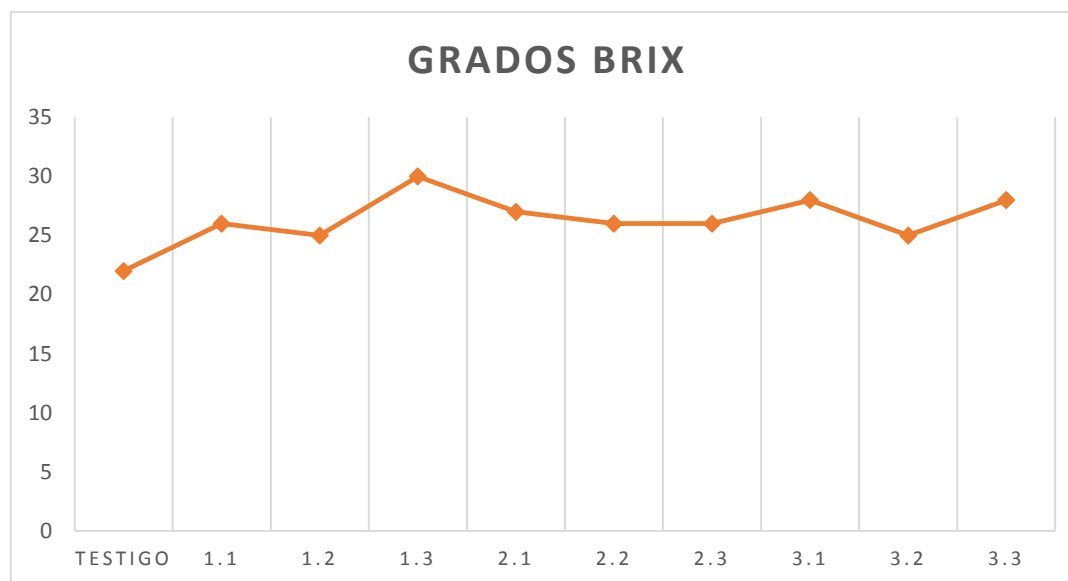
	peso inicial	peso final	% de humedad perdida	grados Brix	Ph
testigo	9.2	8.2	10.86	22	5.17
1.1	9.2	6.7	27.17	26	5.19
1.2	9.4	6.3	32.97	25	5.02
1.3	9.8	6.5	33.67	30	5.1
2.1	10.7	7.8	27.1	27	5.3
2.2	10.1	6.8	32.67	26	5.13
2.3	12	8.9	25.83	26	4.91
3.1	11.1	7.8	29.72	28	5.75
3.2	10.3	7.5	27.18	25	5.04
3.3	11.1	8.6	25.52	28	5.38



Gráfica 18 % de humedad perdida en la pulpa de plátano (*Musa paradisiaca*, L.) el 29 de Abril del 2015.

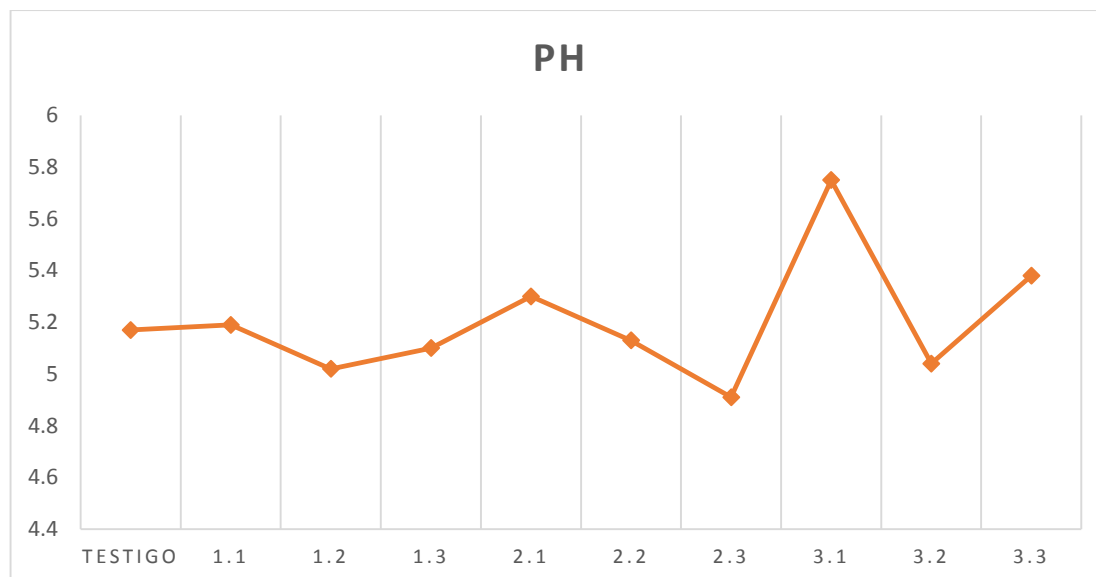
Analizando la gráfica 18 podemos ver que el testigo que es el que menos humedad pierde por lo tanto de ahí se inicia y se observa cómo va variando la pérdida de humedad por lo tanto el tratamiento 1.3 perdió más humedad ya que se localiza en la charola de 75 cm que está más ceca del colector solar donde las temperaturas fueron mayores y la pérdida de humedad fue de 33.67%,

también se observa que el 1.2 tiene una pérdida parecida al anterior esto se debe que su peso inicial fue bajo por lo tanto por el peso perdió humedad 32.97%. Se observa que con base al testigo va incrementando la pérdida de humedad y disminuyendo en la charola de 25 cm debido a que esta se encuentra lejos del colector.



Grafica 19 Grados Brix en la pulpa de plátano (Musa paradisiaca, L.) el 29 de Abril del 2015.

Analizando la gráfica se observa que en el parámetro 1.3 que es donde se perdió más humedad, se tiene un grado Brix de 30 por lo tanto se tiene una concentración más alta de azúcares. Entonces se ve que al igual que desde el testigo aumenta pero en el 1.2 hay una disminución y nuevamente se incrementan los grados Brix siempre varían ya que en su momento de analizarlo se pueden tener errores con el fruto o que este muy maduro o demasiado verde es necesario considerar estos dos datos.

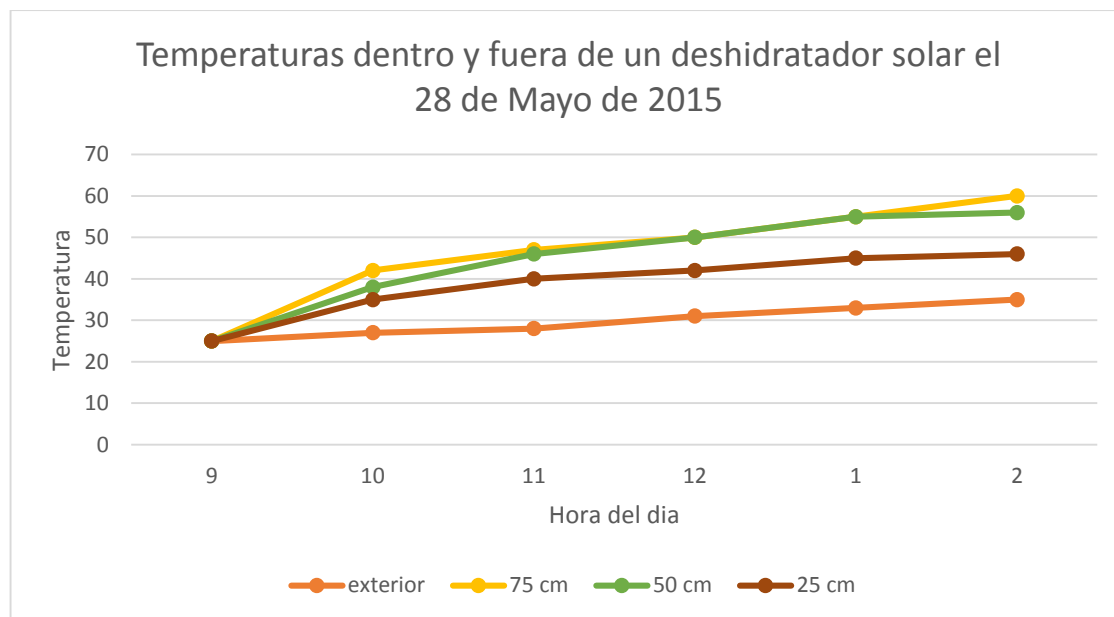


Grafica 20 Valores de pH en la pulpa de plátano (*Musa paradisiaca*, L.) el 29 de Abril del 2015.

El pH mide el grado de acidez o alcalinidad del fruto obteniendo una medida en cada charola en la de 75 cm 5.12 en el nivel de 50 cm es de 5.10 y en la de 25 cm es de 5.34 entonces al analizar lo anterior se observa que en el nivel de 25 cm los tratamientos fueron más ácidos que en la charola de 75 cm siendo esta la más baja.

Tabla 11 temperaturas internas y externa en el deshidratador el 28 de Mayo de 2015.

hora del día	temperaturas internas por altura			
	exterior	75 cm	50 cm	25 cm
9	25	25	25	25
10	27	42	38	35
11	28	47	46	40
12	31	50	50	42
1	33	55	55	45
2	35	60	56	46

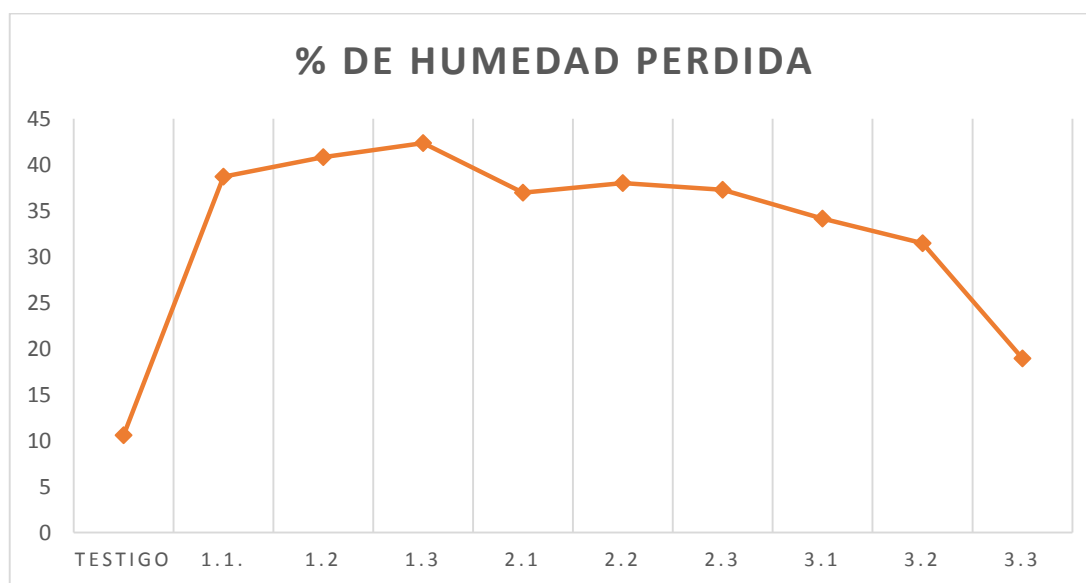


Grafica 21 Temperaturas dentro y fuera de un deshidratador solar el 28 de Mayo del 2015.

En la gráfica se puede observar que se inició a las 9:00 am tanto temperaturas internas como externas con 25°C con el paso de las horas esta iba incrementando teniendo en la externa el aumento de 9°C hasta las 2:00pm teniendo en cuenta que la temperatura final fue de 35°C mientras tanto en la temperatura interna en la charola de 75 cm el incremento fue de 35°C, en el de 50 cm fue de 31°C teniendo esta diferencia de 4°C entre la de 75 cm y 50 cm. Por lo siguiente en la de 25 cm fue de 21°C siendo esta la más baja y teniendo mucha diferencia a las anteriores. El incremento en la charola de 75 cm se debe a que se encuentra cerca del colector solar y de acuerdo al nivel de charola va disminuyendo.

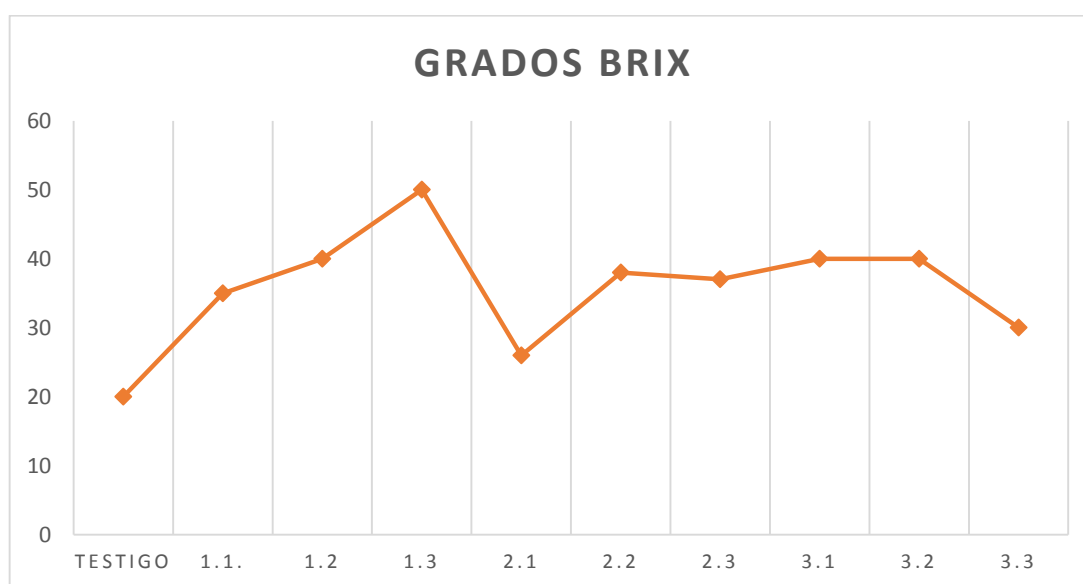
Tabla 12 Relación de los tratamientos con los parámetros de % de humedad perdida, grados Brix y pH.

	peso inicial	peso final	% de humedad perdida	grados Brix	Ph
testigo	9.44	8.44	10.59	20	5.29
1.1.	8.94	5.48	38.7	35	5.14
1.2	9.72	5.75	40.84	40	5.16
1.3	9.89	5.7	42.36	50	5.41
2.1	11.17	7.04	36.97	26	4.99
2.2	9.86	6.11	38.03	38	5.29
2.3	8.72	5.47	37.27	37	5.07
3.1	9.28	6.11	34.15	40	5.14
3.2	9.02	6.18	31.48	40	5
3.3	8.6	6.97	18.95	30	5.37



Grafica 22 % de humedad perdida en la pulpa de plátano (*Musa paradisiaca*, L.) el 28 de Mayo del 2015.

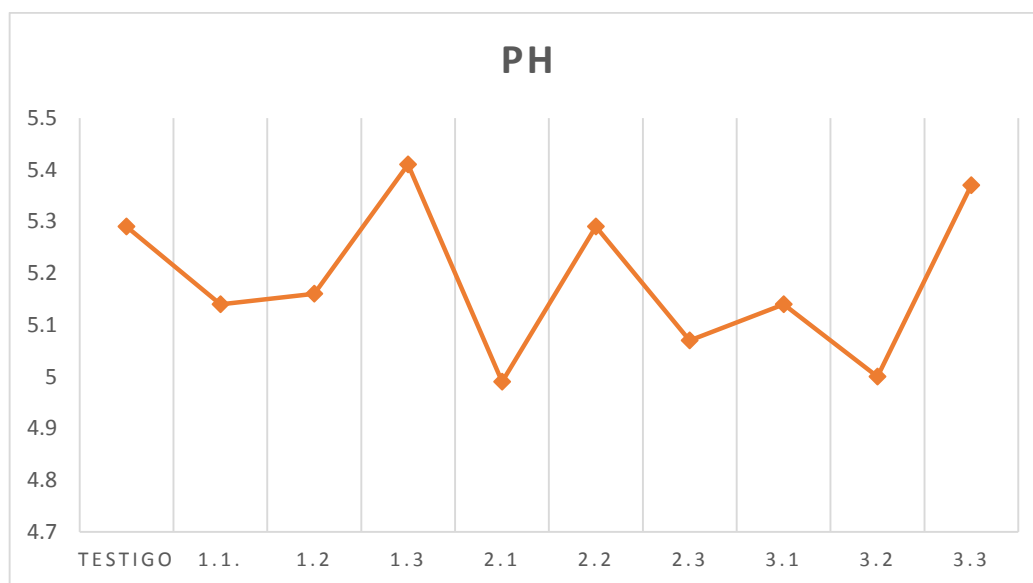
Al analizar la gráfica se puede observar que en el tratamiento 1.3 fue el que perdió mas humedad debido a que se encuentra en la charola de 75cm en donde las temperaturas estuvieron más altas su perdida fue de 42.36% mientras que en el 1.2 también perdió humedad siendo una diferencia de 1.52% se puede observar que en los tratamientos de la charola de 25cm perdieron más humedad que los de 50cm esto debido a que su peso inicial fue muy bajo y por lo tanto tienden a perder humedad más rápido ya que también se ve reflejado en el corte del fruto.



Grafica 23 Grados Brix en la pulpa de plátano (Musa paradisiaca, L.) el 28 de Mayo del 2015.

Comparando esta gráfica con la de humedad perdida se puede observar que efectivamente que el tratamiento 1.3 es el que más grados Brix tiene debido a que fue el que más se deshidrato y por lo tanto tiene más concentrado el nivel de azúcares al obtener las medidas aritméticas se puede apreciar que en la charola de 75 cm es de 41.66, en el de 50cm fue de 33.66 y por último en el de 25cm es de 33.66 por lo tanto en la charola de 75cm fue donde hay más concentración de azúcar y por lo tanto perdió más humedad, en el nivel de

50cm y 25 cm se mantienen debido a que el peso inicial de los tratamientos es casi parecido con una diferencia de gramos por eso es que se pierden una cantidad similar de humedad por lo tanto la concentración de azúcar es la misma.



Grafica 24 Valores de pH en la pulpa de plátano (*Musa paradisiaca*, L.) el 28 de Mayo del 2015.

Como se puede apreciar en la gráfica el tratamiento 1.3 tiene un pH de 5.41 que es el que tiene más azúcar concentrada y que fue el que también perdió más humedad pero no quiere decir que todo debe de salir así ya que la acidez y la alcalinidad varía en cada tratamiento por eso obteniendo una medida aritmética en el nivel de 75cm es de 5.23 el del nivel de 50cm es de 5.11 y por último el nivel de 25cm es de 5.17 entonces siendo la charola con el nivel de 50cm la más baja.

Discutiendo los datos obtenidos en esta investigación con otros artículos(Acevedo et al., 2003),utilizóel mismo tipo de gráfica donde se indica la perdida de humedad, con la diferencia que ellos indican las horas en las que se fue perdiendo la humedad y en mis resultados se indican los tratamientos y al mismo tiempo lo realizado con los grados Brix esto no se realizó porque tome grados Brix por tratamiento 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 perdida de agua más rápido; sin embargo, se logra una ganancia mucho mayor de sólidos.

(García-Robles et al., 2003)el conjunto de elementos aumentan su pérdida de peso conforme transcurre su maduración desde el 0.4hasta el 1.5% de su peso por hora. Mientras tanto en el experimento fue a causa de la temperatura captada por el colector y la deshidratación fue durante 5 horas seguidas sin intervenir en el proceso.

Conclusión

Este trabajo de investigación comprueba de que el uso de las energías renovables y sobre todo el de la energía solar está siendo poco utilizada en esta región lagunera; así como en el país; sin embargo, como se pudo observar durante todo este proceso, tienen un gran potencial en el uso de las mismas, ya que no generan gases de efecto invernadero y por lo tanto no contribuyen al cambio climático.

El uso de las energías renovables es cada vez más importante debido a que las reservas de los hidrocarburos como el petróleo cada vez son más escasas, además que las energías renovables no generan gases de efecto invernadero. Dentro de ellas la región de la Comarca Lagunera el uso de la energía solar es muy importante ya que en esta zona más de 300 días al año son soleados.

Dentro de la utilización de la energía solar se tiene a la vertiente térmica que es la generación de calor esto es importante ya que esta actividad ya que permite desecar frutos dándole un mayor tiempo de consumo, ya que por su naturaleza tienden a descomponerse porque después de cosecharse tienen una vida normal de 15 a 20 días. Después de haber recabado los datos anteriores, se concluyó que el fruto plátano (*Musa paradisiaca*, L.) también es susceptible a deshidratarse sobre todo en el nivel de la charola de 75cm con respecto a la base del deshidratador.

Literatura citada

- Acevedo, D., D. Tirado y L. Guzmán 2013. "Deshidratación Osmótica de pulpa de Tamarindo (*Tamarindus Indica, L.*): Influencia de temperatura y la concentración." Rev. U.D.A. Act & Div. Cient. Pp: 123-130.
- Antonio-Costa, R. S. y R. Ferreira-Sebastiao 2007. "Sistema de Secado Solar para Frutos Tropicales." 18: 49-58. Brasil.
- Arrieta, J. A., M. B. Ubaldo y J. L. Barrera 2013. "Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano".
- Belmonte, S., J. Franco, V. Nuñez y J. Viramonte 2012. "Las Energías Renovables como oportunidad y desafío para el desarrollo territorial Valle de Lerma, Salta, Argentina." 4-22.
- Bergues, R., L. Berriz-Pérez y P. Griñan-Villafañe 2013. "Secadores solares directos: Una experiencia para su extensión y generalización de cuba." 33.
- Blanco-Cano, X. 2009. "El Sol, nuestra estrella." Digital Universitaria 10.
- Bozkurt, I., K. Mehmet y I. Dincer 2015. "Evaluación de la eficiencia energética de los estanques solares integrados y no integrados."6:35.Colombia.
- Camps-Arbestain, M. y M. Pinto 2004. "Los sumideros de carbono en el marco del Protocolo de Kioto." 11: 27-36. España, Madrid.
- Casas, J. M., F. Gae, E. Javaloyes, A. Martin, J. A. Pérez, I. Triguero y F. Vives 2007. "Educación Medioambiental." 6-20. España.
- Corona-Ramírez, L. y R. Iturbide-Arguelles 2005. "Atenuación natural en suelos contaminados con hidrocarburos." Ingeniería, Investigación y Tecnología 6: 120-126. México, D.F.
- Delgado, E., J. Peralta y A. Barriga 2012. "Secadores solares-térmicos para granos y frutas para utilizarlos en zonas remotas." 4: 2.
- De Reyes, C., R. Guzmán y C. Camargo 2000b. "Deshidratación de banano y cambios químicos ocurridos durante el proceso." 6: 39.
- Duque-Escobar, G. 2014a. "Manual de Geología para Ingenieros " 3: 75-93. Colombia, Bogotá.

- Duque-Escobar, G. 2014b. "Manual de Geología para Ingenieros." 3: 76-93. Colombia, Bogotá.
- Escobar-Mejía, A. y M. Holguín-Londoño 2011. "Sistemas de almacenamiento de energía y su aplicación en energías renovables."
- Estrada-Camargo, A. M. M. y M. Barajas-Segovino 2014. "Conservación de cebolla (*Allium cepa*) mediante secado solar indirecto por convección natural y su efecto en la preservación de contenido en vitamina C." *Divulgación Científica* 1: 1-7. Guanajuato, Guanajuato.
- Ferrera-Cerrato, R., N. G. Rojas-Avelizapa, H. M. Poggi-Veraldo, A. Alarcón y R. O. Cañizares-Villanueva 2006. "Procesos de biorremediación de suelo y agua contaminados por hidrocarburos del petróleo y otros compuestos orgánicos." *Latinoam Microbiol* 48: 179-187. México, D.F.
- Galindo-Trejo, J. 1994. "Nuestra estrella cotidiana: El Sol." 3: 36-43. México, D.F.
- García-Mata, R., F. M. González-Machorro, C. R. García-Sánchez, S. J. Moraflores, A. González-Estrada y M. A. Martínez-Damián 2013. "Mercado del plátano (*Musa paradisiaca*) en México, 1971-2017." *Agrociencia* 47: 399-410.
- García-Robles, J.M., E. Bringas-Taddei, A. M. Mendoza-Wilson y R. Báez-Sañudo 2003. "Estudios fisiológicos Asociados a la Deshidratación del Requis de uva de mesa" *Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, S.C. 5 pp: 43-59.
- Gómez-Daza, J. C. y C. I. Ochoa-Martínez 2012. "Secado asistido por bomba de calor y secador convectivo con recirculación total: alternativas para el secado de materiales agroalimentarios." 19: 36-38. Medellín, Colombia.
- González-Merino, A. y Y. Castañeda-Zavala 2008. "Biocombustible, Biotecnología y Alimentos impactos sociales para México." 29.
- Hernández, L. M. y P. Vit 2009. "El plátano un cultivo tradicional con importancia nutricional." *Colegio de farmacéuticos del Estado de Mérida* 2: 11-14. Mérida, Venezuela.

- Herrera-Rojas, M. Y L. Colonia-Coral 2011. "Manejo Integrado de cultivo de plátano" Universidad Agraria la Molina (Agrobanco). pp: 33.
- Iglesias, F. M. y P. J. Ramati 2011. "La Aplicación de Energías Renovables como estrategia del desarrollo alternativa. Su aporte a contextos de pobreza rural." Revista Electrónica del Instituto de Investigadores: 532-539. Buenos Aires.
- INIFAP 2005. "Paquete tecnológico del cultivo del plátano en colima." Programa de Investigación y desarrollo Tecnológico Gobierno del Estado de Colima: 1-15, México, D.F.
- Jaén-Tenorio, R. 2015. "Ilustración del deshidratador solar." Torreón, Coahuila.
- Jiménez-Castilla, T. 2014. "Energías renovables y turismo comunitario: una apuesta conjunta para el desarrollo humano sostenible de las comunidades rurales." Energética: 94-105. Cartagena, Colombia.
- Jutglar, I. 2004 "Energía Solar, energías alternativas en medio ambiente ": España, Barcelona.
- Kais-Saidi. Y S. Hammani 2015. "The impact of CO2 emissions and economic growth on energy consumption in 58 countries." Energy reports. pp: 62-70.
- Lacasaña-Navarro, M., C. Aguilar-Garduño y I. Remieu 1999. "Evaluación de la contaminación del aire e impacto de los programas de control en tres megaciudades de América Latina." 41: 203-215. México, D.F.
- Lozano-Cardona, W. 2013. "Energías Renovables" Unidad de Inteligencia de Negocios. pp: 35.
- Machado, A., E. Olivera, E. Santos y J. Olivera 2010. "Estudio del secado de Anacarado (*Anacardium Occidentale L.*) mediante secador solar de radiación directa." 21: 31-37. Brasil.
- Marbán, L., L. G. López-Camelo, S. Ratto y A. Agostini 1999. "Contaminación con metales pesados en un suelo de la cuenca del río Reconquista." Ecología Austral 9: 15-19. Argentina.

- Millán-Trujillo, F. R. y Z. Ostoich-Cuevas 2005. "Aplicación de un diseño rotacional en el modelado empírico de la deshidratación osmótica en frutas." *Interciencia* 30: 638-643.
- Moreira-Azoubel, P. Y F.E. Xidieh-Murr 2004. "Mass transfer kinetics of osmotic dehydration of cherry tomato." *Journal of Food Engineering*. pp: 290-295.
- Nandwani, S., S. 2005 "Energía Solar conceptos básicos y su utilización". Universidad Nacional Heredia, Costa Rica. pp:26.
- Nieto, J. y J. Santamarta 2004. "El Protocolo de Kioto en España." *World Watch*: 20-22.
- Osuna-García, J. A., V. Vázquez-Valdivia y M. H. Pérez-Barraza 2008. "Caracterización postcosecha de cultivares de plátano para consumo en fresco." *Chapingo serie horticultura* 14: 139-145. México, D.F.
- Pérez-Tudela, C. 2003. "El impacto del Protocolo de Kioto sobre la economía Española." 3-30.
- Piedad-Restrepo, P., D. Tabón y J. Hernán-Flórez 2008. "Institucionalidad en torno a los mercados de carbono y mecanismos de flexibilización derivados de Protocolo de Kioto." 46: 46-57. Colombia.
- Pires-Manso, J. R. y N. Bashiri-Benmiri 2013. "Energía Renovable y Sustentable." 31-1: 7-34. Madrid, España.
- Platz, T., P. K. Byrne, M. Massirroni y H. Hiesinger 2015. "El vulcanismo y tectónica en todo el sistema solar interno: una visión general." *Geological Society, London, Special Publications*: 56, Londres.
- Posso, F. 2004. "Estudio del Desarrollo de las energías alternativas en Venezuela." 4: 147-164.
- Rodríguez-Murca, H. 2009. "Desarrollo de la Energía solar en Colombia y sus perspectivas." 28: 84-89.
- Rosales-Castillo, J. A., V. M. Torres-Meza y G. Olaiz-Fernández 2011. "Los efectos agudos de la contaminación del aire en la salud de la población: evidencias de estudios epidemiológicos." 43: 544-555. México, D.F.
- Ruiz, V. R. 1999. "El Sol." *Agrupación Astronómica de Gran Canaria, España* 3.

- Ryan, R. O. 1996. "Contaminación del aire en Santiago: estado actual y soluciones." 4: 2-42.
- Samboni-Ruíz, N. E., Y. Carvajal-Escobar y J. C. Escobar 2007. "Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad del agua." Ingeniería e Investigación 27: 1-10. Colombia.
- S.E.D.E.P.A.S.A. 2012 "Plan de negocio plátano." Secretaría de desarrollo Social. pp: 30.
- Shyam, S. 2005. "Energía Solar, conceptos básicos y su utilización." 2-26. Costa Rica.
- Solórzano-Ochoa, G. 2008. "Aportación de gases de efecto invernadero para el manejo de residuos sólidos en México: el caso del metano." CENICA: 3-9.
- Soteris, A. y L. Kalogirou 2013. "Integración Construcción de sistemas de energías renovables solares hacia cero o casi cero edificios de energía".
- Vanegas-Mahecha, P. y A. Parra-Coronado 2011. "Diseño, construcción y evaluación de un prototipo de secador dinámico para la obtención de pulpas de frutas deshidratadas laminadas." Ingeniería e Investigación 31: 163-170. Colombia Bogotá.
- Vargas-Calvo, A., P. Acuña-Chinchilla y H. Valle-Ruíz 2015. "La emisión foliar en plátano y su relación con la diferenciación floral." Agronomía Mesoamericana 26: 119-128, Costa, Rica.
- Yun-Yi, X., C. Jian-Ye, K. Jian-fei, S. Wei y X. Hui 2013. "Factores de respuesta de etileno plátano están involucrados en la maduración del fruto a través de sus interacciones con los genes de la biosíntesis de etileno." 3-29. Colombia.