

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**EL SECADO DEL FRUTO DE LA MANZANA (*Pyrus malus comunis*)
UTILIZANDO UN DESHIDRATADOR SOLAR BAJO LAS CONDICIONES
AMBIENTALES DE LA COMARCA LAGUNERA.**

POR:

JOSÉ ANTONIO MORENO MORENO

TESIS

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

INGENIERO EN PROCESO AMBIENTAL

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

FEBRERO, 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EL SECADO DEL FRUTO DE LA MANZANA (*Pyrus malus comunis*)

UTILIZANDO UN DESHIDRATADOR SOLAR BAJO LAS CONDICIONES
AMBIENTALES DE LA COMARCA LAGUNERA.

POR:

JOSÉ ANTONIO MORENO MORENO

TESIS

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

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL

ING. RUBI MUÑOZ SOTO

ASESOR

DR. RICARDO MIRANDA WONG

ASESOR

MC. MIGUEL ÁNGEL URBINA MARTÍNEZ

ASESOR

DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS

DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México. Febrero de 2014.



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL SR. JOSÉ ANTONIO MORENO MORENO QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

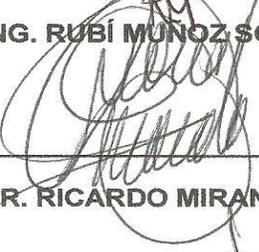
APROBADO POR:

PRESIDENTE



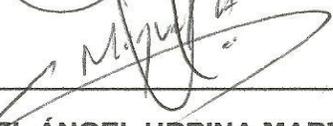
ING. RUBÍ MUÑOZ SOTO

VOCAL



DR. RICARDO MIRANDA WONG

VOCAL



MC. MIGUEL ÁNGEL URBINA MARTÍNEZ

VOCAL



DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS



Torreón, Coahuila, México. Febrero de 2014

DEDICATORIAS

En primer lugar le doy a gracias a Dios por darme salud y fuerza para terminar mi carrera de ingeniería para tener un logro más en mi vida.

Les dedico esto a mis padres.

Sr. Jorge Moreno Jiménez

Les doy muchas gracias a mis padres por darme la oportunidad de seguir estudiando por tener un logro, un éxito mas en mi vida le agradezco por haberme apoyado en las buenas y en las malas.

Sra. Hermila Moreno de Paz

Le agradezco por su gran apoyo que me brindo en toda la carrera por sus consejos que me dieron la fortaleza para terminar mi estudio.

A mis hermanos.

Luis Miguel Moreno Moreno

Que me brindo su apoyo para terminar mi estudio.

José Alfredo Moreno Moreno

Yolanda Moreno Moreno

AGRADECIMIENTOS

UAAAN-UL

Le agradezco por haberme aceptado en sus instalaciones para seguir preparándome le agradezco por las facilidades que siempre con que cuenta la institución es una de tantas universidades que cuenta con diferentes carreras para poderse desempeñarse en alguna en especial.

Cinvestav

Le doy las gracias por haberme aceptado para poder realizar mis prácticas profesionales además de eso es una enseñanza extra para tener una experiencia en cualquier trabajo.

A todos mis amigos

Que siempre estuvieron en las buenas y en las malas, siempre estuvieron ahí cuando se necesitaban los momentos que se pasaron juntos asiendo relajo y todo tipo de cosas.

Laboratorio de biología

Sra. Ana MaríaMejíaFernández

Sra. María Isabel Blanco

Sra. Oralia Antuna Grijalva

Por apoyarnos con materiales que se utilizaron.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatorias	i
Agradecimientos	ii
Índice general	iii
Resumen	vii

I. INTRODUCCIÓN	1-3
II. JUSTIFICACIÓN	4
III. OBJETIVO GENERAL	5
3.1 Objetivo específicos	6
IV. HIPÓTESIS	7
V. Revisión de literatura	8
5.1 Historia del manzano	9
5.2 Propiedades nutritivas	10
5.3 Origen del manzano (<i>Pyrus malus</i>)	14
5.4 Características generales de la manzana	14
5.5 Descripción botánica	15
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	18
6.1 Localización del sitio experimental	18
6.2 Utilización de un deshidratador solar	19
6.3 Variables estudiadas	19
6.4 Porcentaje de humedad	20
6.5 Materiales y equipos utilizados	21
6.6 Determinación de los grados Brix y pH	21
VII. RESULTADOS	24
VIII. CONCLUSIONES	53
IX. Literatura citada	57

Índice de cuadros.

Cuadro 1. composición por 100 gr de porción comestible en manzanas tipos Fuji y tipo Golden.	10
Cuadro 2. valor energético y composición nutricional.	16
Cuadro 3. Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar del día 30 de abril del 2013.	24
Cuadro 4. Porcentaje de humedad perdida del fruto de la manzana del día 30 de abril de 2013.	25
Cuadro 5. Obtención de grados Brix del fruto la manzana del día 30 de abril de 2013.	26
Cuadro 6. Obtención de pH del fruto de la manzana del día 30 de abril de 2013.	27
Cuadro 7. Los promedios de pH por estratos	27
Cuadro 8. Temperaturas (°C) dentro y fuera del deshidratador solar del día 7 de mayo de 2013.	28
Cuadro 9. Porcentaje de humedad perdida del fruto de la manzana del día 7 de mayo de 2013	30
Cuadro 10. Obtención de grados Brix del fruto de la manzana del día 7 de mayo de 2013.	31
Cuadro 11. Obtención del pH del fruto de la manzana del día 7 de mayo de 2013.	32
Cuadro 12. Los promedios de pH por estratos	32
Cuadro 13. Temperaturas (°C) dentro y fuera del deshidratador solar del día 14 de mayo de 2013.	33
Cuadro 14. Porcentaje de humedad perdida del fruto de la manzana del día 14 de mayo de 2013.	34
Cuadro 15. Obtención de grados Brix del fruto de la manzana del día 14 de mayo de 2013.	35
Cuadro 16. Determinación de pH del fruto de la manzana del día 14 de mayo de 2013.	36
Cuadro 17. Los promedios de pH por estratos	36
Cuadro 18. Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar del día 21 de mayo de 2013.	37
Cuadro 19. Porcentaje de humedad perdida del fruto de la manzana del día 21 de mayo.	38
Cuadro 20. Obtención de grados Brix del fruto de la manzana del día 21 de mayo de 2013.	39
Cuadro 21. Determinación del pH del fruto de la manzana del día 21 de mayo	40

de 2013.	
Cuadro 22. Los promedios de pH por estratos	40
Cuadro 23. Temperaturas (°C) dentro y fuera del deshidratador solar del día 28 de mayo de 2013.	41
Cuadro 24. Porcentaje de humedad perdida del fruto de la manzana del día 28 de mayo de 2013.	42
Cuadro 25. Grados Brix del fruto de la manzana del día 28 de mayo de 2013.	43
Cuadro 26. Obtención de pH del fruto de la manzana del día 28 de mayo de 2013.	44
Cuadro 27. Los promedios de pH por estratos	44
Cuadro 28. Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar del día 4 de junio de 2013.	45
Cuadro 29. Porcentaje de humedad perdida del fruto de la manzana del día 4 de junio de 2013.	46
Cuadro 30. Grados Brix del fruto de la manzana del día 4 de junio de 2013.	47
Cuadro 31. Obtención de pH del fruto de la manzana del día 4 de junio de 2013.	48
Cuadro 32. Los promedios de pH por estratos	48
Cuadro 33 Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar del día 11 de junio de 2013.	49
Cuadro 34. Porcentaje de humedad perdida del fruto de la manzana del día 11 de junio de 2013.	50
Cuadro 35. Grados Brix del fruto de la manzana del día 11 de junio de 2013.	51
Cuadro 36 Obtención de pH del fruto de la manzana del día 11 de junio de 2013.	52
Cuadro 37. Los promedios de pH por estratos	52
Cuadro 38. Temperaturas máximas dentro del deshidratador, durante toda la duración del experimento.	53
Cuadro 39. % de humedad perdida de acuerdo al tratamiento	53
Cuadro 40. % de humedad perdida por nivel.	54
Cuadro 41. Grados Brix de acuerdo al tratamiento.	54
Cuadro 42. Grados Brix por nivel.	55
Cuadro 43. pH de acuerdo al tratamiento.	55
Cuadro 44. pH por nivel.	56

Índice de graficas

Grafica 1. Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar y a diferentes horas del día 30 de abril de 2013.	24
Grafica 2. Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar y a diferentes horas del día 7 de mayo de 2013.	28
Grafica numero 3: Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar y a diferentes horas del día 14 de mayo de 2013.	33
Grafica 4. Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar a diferentes horas del día del 21 de mayo de 2013.	37
Grafica (5) temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar a diferentes horas del día 28 de mayo de 2013.	41
Grafica (6) temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar a diferentes horas del día 4 junio de 2013.	45
Gráfica (7) Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar a diferentes horas del día 11 de junio de 2013.	49

Resumen

El Sol es la estrella más cercana a nosotros, lo hace también la más estudiada. En las últimas dos décadas se han lanzado numerosas misiones espaciales que día a día nos proveen con una enorme cantidad de datos observacionales. Se han desarrollado modelos teóricos muy avanzados para explicar el comportamiento de nuestra estrella. Casi a diario se descubren nuevos fenómenos fascinantes que suceden en el Sol, lo cual representa un gran reto para el ejército de científicos de todo el mundo que estudian a nuestra estrella y la influencia que esta tiene en los planetas como la Tierra. El sol es responsable de multitud de influencias en nuestro cuerpo, salud y psicología es un hecho que se conocía desde antiguo. Sin embargo, sólo a partir del siglo XVIII y XIX se empezó a ver al Sol como un agente salutífero capaz de brindar beneficios a aquellos que sean capaces de aprovechar las facultades naturales de su luz y calor. Esta energía solar es la principal impulsora de todos los ecosistemas que existen en el planeta tierra, de tal suerte que la calidad y la cantidad de esta energía solar determinan en menor o mayor grado el tipo y número de organismos, así como la ruta de los procesos funcionales y del desarrollo. Una de ellas es la deshidratación de frutos mediante equipos de captación de energía solar. El objetivo general es evaluar el proceso de deshidratación y la calidad de los frutos de la manzana en diferentes estratos, dentro de un equipo diseñado para capturar la energía solar. En tanto que los objetivos específicos fueron Determinar el tiempo de deshidratación de la manzana utilizando la energía solar. Obtener información con respecto a los cambios bromatológicos que sufre la manzana al deshidratarse. También se

Determinaron las temperaturas que se alcanzan dentro y fuera del deshidratador solar a las diferentes horas del día. Este trabajo de investigación se desarrolló desde el mes de abril del año 2013 al mes de junio de 2013, en el campo experimental de la universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna situada en periférico Raúl López Sánchez s/n valle verde 27059 en Torreón, Coahuila de Zaragoza. Para poder desarrollar este experimento se utilizó un deshidratador solar de lámina calibre 22 que equivale a 0.74 mm con las siguientes dimensiones: 1 metro de base por 1 metro de ancho, teniendo una altura de 1.20 metros en su parte baja, con 1.60 metros en 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. Consta de 3 charolas de tela de mosquitero en donde se colocaron la fruta de la manzana 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. Las variables estudiadas fueron porcentaje de humedad perdida, obtención de grados °Brix y pH.

Palabras claves: *Pyrus malus comunis*, energía, deshidratación, temperatura, sol.

**EL SECADO DEL FRUTO DE LA MANZANA (*Pyrus malus comunis*)
UTILIZANDO UN DESHIDRATADOR SOLAR BAJO LAS CONDICIONES
AMBIENTALES DE LA COMARCA LAGUNERA.**

I. INTRODUCCIÓN

En el centro del sistema solar, se encuentra la estrella más cercana a nuestro planeta Tierra, que es el sol, dicha estrella es la fuente de energía y sustento de la vida tal como la conocemos.

Cano(2009), establece que el Sol es la estrella más cercana a nosotros, lo hace también la más estudiada. En las últimas dos décadas se han lanzado numerosas misiones espaciales que día a día nos proveen con una enorme cantidad de datos observacionales. Se han desarrollado modelos teóricos muy avanzados para explicar el comportamiento de nuestra estrella. Casi a diario se descubren nuevos fenómenos fascinantes que suceden en el Sol, lo cual representa un gran reto para el ejército de científicos de todo el mundo que estudian a nuestra estrella y la influencia que esta tiene en los planetas como la Tierra. 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. Sus abundancias han 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 %.

Giner (2010), menciona que el sol es responsable de multitud de influencias en nuestro cuerpo, salud y psicología es un hecho que se conocía desde antiguo. Sin embargo, sólo a partir del siglo XVIII y XIX se empezó a ver al Sol como un agente salúfero capaz de brindar beneficios a aquellos que sean capaces de aprovechar las facultades naturales de su luz y calor. Pese a que se trata de una estrella más entre las cien mil millones que componen la Vía Láctea, el Sol es el astro del Cosmos más importante para nosotros. Está unas 270,000 veces más próximo a la Tierra que la estrella siguiente en distancia a nuestro mundo.

Building(2001), afirma que aunque la exposición moderada al sol puede ser agradable, la cantidad de energía que la luz del sol da todos los días sobre el planeta tierra es de 10 mil veces mayor que la que se consume diariamente en todo nuestro planeta.

Esta energía solar es la principal impulsora de todos los ecosistemas que existen en el planeta tierra, de tal suerte que la calidad y la cantidad de esta energía solar determinan en menor o mayor grado el tipo y número de organismos, así como la ruta de los procesos funcionales y del desarrollo.

Martin(2011), expresa que la luz del sol es la influencia mas clara que recibe nuestro planeta respecto de espacio exterior es debida indudablemente al sol, ya que este es la principal fuente de energía (luz y calor) que presenta nuestro planeta. Hace unos 5,000 millones de años (Gyr) rápidamente se estabilizó entrando en lo que se conoce como la secuencia principal de una estrella, que es la etapa mas larga en la vida de una estrella el cual una estrella como la nuestra abarca unos 10.000 millones de años.

Así los ecosistemas dependen de dos tipos de energía que son la solar y la producida por los combustibles químicos y/o nucleares.

En lo referente a la energía solar, ésta no es aprovechada suficientemente por la humanidad en todas sus diferentes actividades como la agricultura, ganadería, industria, etc.

II. JUSTIFICACIÓN

En la Comarca Lagunera, la cual se encuentra en el desierto Chihuahuense, se presentan días soleados, que sobrepasan los trescientos al año. Esta fuente de energía no ha sido plenamente utilizada en las diferentes actividades humanas, entre ellas las agropecuarias; así, es una oportunidad de usarse sin generar gases de efecto invernadero, que dañan a la atmósfera de nuestro planeta, y con ello, también al propio ser humano.

Es necesaria la búsqueda de tecnología que permitan darles a los productores de la región, la oportunidad de poder comercializar sus cosechas en mejores condiciones de precio, ante situaciones temporales de desequilibrio del mercado. Una de ellas es la deshidratación de frutos mediante equipos de captación de energía solar muy utilizados en Europa, sobre todo en España, pero que sin embargo, en nuestro país y región, su uso es verdaderamente limitado.

Estos equipos captan la energía solar y provocan un aumento de temperatura dentro de ellos, en comparación con la que existe en el medio ambiente, este incremento de calor, ocasiona la deshidratación del material que esté al interior de ellos.

III. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el proceso de deshidratación y la calidad de los frutos de la manzana en diferentes estratos, dentro de un equipo diseñado para capturar la energía solar.

3.1. Objetivos específicos

1.- Determinar el tiempo de deshidratación de la manzana utilizando la energía solar.

2.- Obtener información con respecto a los cambios bromatológicos que sufre la manzana al deshidratarse.

3.- Determinar las temperaturas que se alcanzan dentro y fuera del deshidratador solar a las diferentes horas del día.

IV. HIPOTESIS

La composición química de la manzana es similar en cualquiera de los tres estratos del deshidratador solar, una vez que se que perdió humedad dentro del mismo.

V. REVISION DE LITERATURA

María (2006), establece que dado que la emisión de radiación solar es permanente, diaria, inagotable, se formula la captación de energía solar, como una forma alternativa, renovable, limpia, sin contaminación o residuos al geosistema.

La radiación solar existe en el planeta como resultado de la captación de radiaciones electromagnéticas provenientes del sol; la superficie terrestre capta solo una parte de esta energía radiante aproximadamente un 15% ya que el resto la refracta a la atmosfera a este fenómeno también se le llama constante solar.

Todas las fuentes de energía que puedan explotarse, producen algún efecto en el medio ambiente. La energía hidroeléctrica supone un desplazamiento de comunidades cuando las represas se construyen en espacios poblados y entra en conflicto con la conservación del paisaje y la diversidad biológica, especialmente si se realizan en zonas de montaña.

La energía eólica, solar y mareomotriz, requieren de instalaciones que pueden afectar al hábitat humano y áreas de esparcimiento.

María (2007), menciona que las celdas fotovoltaicas son placas fabricadas principalmente del silicio. Para poder proveer de energía eléctrica en las noches requieren de baterías donde se acumula la energía eléctrica generada durante el día.

La radiación solar que llega a la superficie terrestre se puede transformar directamente en electricidad (fotovoltaica) o calor (termosolar). El

calor, a su vez, puede ser utilizado directamente como calor o para producir vapor y generar electricidad.

5.1. Historia del manzano

Pilar (2008), establece que la gran mayoría de estudios datan la antigüedad de la manzana en épocas prehistóricas, afirmando, incluso, que el cultivo de manzana se remonta al origen de toda civilización. Los restos más antiguos de manzana corresponden a la época más reciente de la edad de piedra, entre 8,000 y 2500 años antes de Cristo, ya aparecen formas cultivadas de manzana en el periodo de Hallstatt, correspondientes a la primera época de la edad de hierro.

La manzana ha sido un fruto simbólico a lo largo de la historia, se cita en la Biblia como el fruto prohibido que provocó la expulsión del ser humano del paraíso. Incluso sin conocer su composición química y sus propiedades nutricionales, la sabiduría popular siempre le ha atribuido virtudes saludables.

Hace miles de años que se cultivan estas frutas. En el siglo XII a.C. el manzano era plantado en los fértiles valles del Río Nilo en tiempos del faraón Ramsés III. En la mitología griega, la manzana de oro que París entrega a la diosa Venus y que provoca la enemistad entre Atenea y Hero, pasó a la historia como la conocida "manzana de la discordia" desatando la guerra de Troya.

5.2. Propiedades nutritivas

Pilar cita a Ronald que desde su punto de vista nutritivo la manzana es una de las frutas más completas y enriquecedoras en la dieta y, su consumo habitual, en fresco, reporta grandes beneficios para la salud. Un 84% de su composición es agua, por lo que resulta muy refrescante e hidratante. El 14% está constituido por glúcidos, siendo la mayor parte fructosa (azúcar de la fruta) y en menor proporción, glucosa y sacarosa, de rápida asimilación en el organismo. Estos son los nutrientes más abundantes después del agua. Es fuente discreta de vitamina E ó tocoferol, que posee acción antioxidante e interviene en la estabilidad de las células sanguíneas, y aporta una escasa cantidad de vitaminas A y C.

Cuadro 1 Composición por 100 g de porción comestible en manzanas tipo Fuji y tipo Golden.

	FUJI	GOLDEN
Calorías	46	40.6
Hidratos de carbono	11.7	10.5
Fibra	1.7	2.3
Potasio	99	100
Magnesio	5	5.6
Provitamina A	4	4
Vitamina C	3	12.4
Vitamina E	0.5	0.4

María *et al.* (2008), establecen que la técnica de conservación de alimentos por deshidratación puede reducir tales pérdidas, permitiendo el almacenamiento para su utilización en cualquier época del año.

El tipo de deshidratador que se recomienda es de tipo indirecto, ya que los productos desechados no deben estar expuestos directamente a los rayos solares, por en el caso de las frutas, se oxidan rápidamente, pierden su color natural, obtienen mal aspecto y pueden contaminarse.

El funcionamiento de un deshidratador solar que la radiación solar es absorbida a través de un vidrio, calentando el aire que hay en el interior del tambor. Este calentamiento provoca la circulación del aire en el interior, pasa la zona donde se ubican los frutos a secar y sale hacia el exterior, a través de los orificios realizados.

Gasca y Bulnes (2010), establecen que la energía es una de las problemáticas que se definirán el destino de México y el mundo en el siglo que comienza.

Las fuentes primarias de energía que dominan en el mundo son los hidrocarburos y en la actualidad corresponden al 80.8 % de toda la energía primaria producida y consumida. En México, la dependencia es mayor, en el año 2007, el 92 % de la producción de energía primaria correspondió a los combustibles fósiles (67% petróleo, 23%gas, 2% carbón).

Las tecnologías que aprovechan a las fuentes renovables de energía en diverso estado de desarrollo, han estado presentes en la historia de los seres

humanos desde siempre. En las últimas décadas y debido a las crisis petroleras, la investigación y desarrollo de las tecnologías que aprovechan a las FRE se ha intensificado al punto de generar tecnologías actualmente en estado comercial.

Jorge. A. (2010), establece que ante la situación energética mundial, México, requiere un cambio de paradigma energético. Es inevitable preguntarse ¿con cuáles fuentes energéticas se puede enfrentar el agotamiento de los yacimientos de combustibles fósiles a fin de promover un desarrollo sostenible? Esto además se debe lograr sin tensiones geopolíticas por el control de los yacimientos de los hidrocarburos (HC), y sin la degradación irreversible del medio ambiente natural, particularmente el asociado a las emisiones de gases de efecto invernadero.

México cuenta con abundancia de recursos en ER (mucho más que de HC) y con capital humano capaz de generar investigación y desarrollo para apropiarse o crear las tecnologías necesarias para su aprovechamiento, al igual que para promover una industria nacional.

Colina (2010), señala que la deshidratación de alimentos es probablemente la forma mas antigua de conservación de los mismos, ya que evita su deterioro durante largos periodos de tiempo.

Añade que los alimentos deshidratados tienen entre otras ventajas las siguientes: vida útil muy prolongada (de 12 a 24 meses), sin necesidad de aditivos, almacenamiento a temperatura ambiente, reducción de peso y, en ocasiones, del

volumen del producto, lo que facilita y reduce costos de empaque almacenamiento y transporte.

Puente. *et al.* (2010), afirma que la deshidratación por aire caliente de productos vegetales es una de las operaciones unitarias que ampliamente es utilizada por la industria alimentaria.

La deshidratación implica la remoción de agua del alimento, se disminuye el potencial desarrollo de microorganismos y reacciones químicas indeseadas prolongándose la vida útil del producto. Como ventajas complementarias se permite su almacenamiento y transporte a un bajo costo.

Sin embargo, la remoción de agua a altas temperaturas y largos tiempos de proceso pueden ocasionar daños nutricionales y sensoriales al tiempo que se estabiliza el producto. Para reducir los efectos indeseados, suelen utilizarse una serie de pretratamiento, los cuales minimizan alteraciones sensoriales (pérdida de color), reducción de propiedades físicas (densidad aparente y capacidad de rehidratación).

Por otra parte, una serie de nuevas tecnologías utilizadas a modo de pre-tratamiento en deshidratación indican que la aplicación de ultrasonido en combinación de deshidratación osmótica, aumenta la difusividad del agua y reducen los tiempos de deshidratación por aire convectivos, en piñas frescas.

5.3. Origen del manzano (*Pyrus malus*)

Esteban (2010), menciona que el origen de la manzana o el manzano como se conoce al fruto, es desconocido, sin embargo se presume que proviene del cruzamiento de varias especies de manzanos silvestres europeos y asiáticos. La teoría de mayor aceptación acerca del origen de este fruto es la que indica que proviene de la especie silvestre *malussieversii* (Ledeb.) Roem que crece de forma salvaje o natural en la región montañosa de Asia media, y fue domesticada por los aborígenes hace 15,000 ó 22,000 años y se dio así origen a lo primeros cultivares de manzanas.

En el siglo XVI, el cultivo de manzana fue extendido a los países de Ibero América, posteriormente hacia América del norte, y de este continente, a su vez, hacia África y Australia.

5.4. Características generales de la manzana.

Es la fruta de mayor consumo en el mundo, y la más cultivada, se adapta muy bien a la gran variedad de climas y suelos y, además, es uno de los frutos más completos, tanto por sus valores alimentarios, como por sus formas, sabores y colores.

En la actualidad se comercializan alrededor de 40 variedades de manzana en todo el mundo, sin embargo, existen más de 5,000 variedades, pues ha acompañado al hombre desde la antigüedad.

5.5. Descripción botánica

La manzana *Pyrus malus* pertenece a la familia rosácea esta familia incluye mas de 2,000 especies de plantas arbustivas y herbáceas, distribuidas generalmente en las regiones templadas alrededor del mundo.

La planta alcanza hasta los 10 metros de altura, aunque normalmente, oscila entre 2 y 2.5 m de altura; posee un tallo o tronco grueso, de color verde oscuro, en el cual se insertan las ramas

Las hojas son de formas ovales, aserradas y blandas, y de color verde claro.

Las flores son grandes, pedunculadas y hermafroditas.

Los frutos, generalmente, son ovoides, la pulpa puedes ser dura o blanda esto depende de la variedad y madurez del fruto, con un sabor agradable y dulce por su contenido de azúcares comunes (fructuosa y glucosa) y presenta numerosas semillas de color pardo. Las manzanas por su comercialización deben alcanzar un calibre entre 75 y 85 mm o superiores.

Esteban cita a Sánchez y Eroski que mencionan los principales componentes presentes en la manzana están los azúcares comunes en su mayor parte la fructuosa que al ser consumidos constituyen un elemento energético para el organismo los cuales se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Valor energético y composición nutricional.

	Parámetro	Valor	Unidad
Valor energético	Julios	217	KJ
	Calorías	52	Kcal
Composición Nutricional.	Proteínas	0.30	G
	Grasas	0.30	G
	Carbohidratos	12.10	G
	Fibra	1.70	G
	Vitamina A	10.00	Mg
	Vitamina C	12.00	Mg
	Vitamina B3	0.10	Mg
	Calcio (Ca)	8.00	Mg
	Sodio (Na)	2.00	Mg
	Potasio (K)	140.00	Mg
	Magnesio (Mg)	3.00	Mg
	Fosforo (P)	10.00	Mg
	Hierro (Fe)	0.30	Mg
	Vitamina B1	30.00	Ug
	Vitamina B2	27.00	Ug

Jaime (2012), afirma que es necesario fomentar la investigación, desarrollo e innovación tecnológica, con el fin de dar soluciones reales a la problemática energética. Los tipos de secadores que existen son dos, está el secadero activo directo y secadero pasivo directo. Los parámetros de diseño son latitud, período de secado, intensidad de la radiación solar, temperatura y humedad ambiente, vientos, impacto ambiental y sombras.

Murali *et al.* (2013), afirma que los sistemas los sistemas fotovoltaicos han sido cada vez más utilizados en la generación de energía eléctrica, debido al costo de la energía producida a partir de combustibles fósiles está aumentando día a día y así, la energía fotovoltaica se convierte en una fuente prometedora alternativa a los combustibles fósiles.

Hay que mirar hacia fuentes renovables como solución energética futura, en la última década a habido un interés en muchos países en materia de energía renovable para la generación de energía.

Las condiciones ambientales, así como el diseño de las del sistema constituyen factores más importantes en el funcionamiento del sistema fotovoltaicos y estos pueden tener un impacto significativo en la respuesta de calidad y eficiencia de energía de todo el sistema. El flujo de potencia variable debido a la fluctuación de la radiación solar, la temperatura y la elección de los dispositivos semiconductores de potencia que afectan a la calidad de la energía de los sistemas fotovoltaicos.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización del sitio experimental

Este trabajo de investigación se desarrolló desde el mes de abril del año 2013 al mes de junio de 2013, en el campo experimental de la universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna situada en periférico Raúl López Sánchez s/n valle verde 27059 en Torreón, Coahuila de Zaragoza.

La Comarca Lagunera es una región en el centro norte de México, que tiene entre sus actividades económicas a la agricultura.

Esta, es una zona que comprende una extensión territorial de los estados de Coahuila y Durango, alcanzando las 4'788,750 hectáreas, correspondiendo un 46% a la primera entidad federativa y el 54% restante a la segunda. Los municipios de Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Torreón y Viesca pertenecen a Coahuila.

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada 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 noreste.

6.2. Utilización de un deshidratador solar

Para poder desarrollar este experimento se utilizó un deshidratador solar de lámina calibre 22 que equivale a 0.74 mm con las siguientes dimensiones: 1 metro de base por 1 metro de ancho, teniendo una altura de 1.20 metros en su parte baja, con 1.60 metros en 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. Consta de 3 charolas de tela de mosquitero en donde se colocaron la fruta de la manzana 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.

También se utilizaron cuatro termómetros, uno para medir la temperatura ambiental de las 9:00 a.m. a las 2:00 p.m., tomando mediciones cada hora. Los otros 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.

6.3. Variables estudiadas

Se realizaron análisis químicos en los laboratorios de fitomejoramiento, suelos y biología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, unidad Laguna, del 30 de Abril hasta el día 11 de Junio de 2013, ya que esta institución

educativa cerró sus puertas por el período vacacional. Así, se tomaron diez muestras de la manzana. La primera se realizó sin haberse deshidratado dicho fruto. Las otras nueve, se colocaron en cada una de las charolas, una vez pasado el tiempo de deshidratación se depositaron en bolsas de plástico para llevarse a dichos laboratorios.

Los análisis realizados fueron los siguientes: porcentaje de humedad perdida, grados Brix, y pH.

El análisis bromatológico sirve para:

- Conocer la composición cualitativa y cuantitativa tanto del alimento como de las materias primas.
- Ver su estado higiénico y toxicológico (bromatología sanitaria).
- Sirve para poder hacer la medición de la dieta de los animales, de acuerdo con su régimen alimenticio específico (bromatología – dietología).
- Analizar si el alimento o materias primas cumplen con lo establecido por el productor, además de ver si tiene alteraciones o contaminantes.
- Sirve para legislar y fiscalizar los alimentos.

6.4. Porcentaje de humedad

Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 y 95% en los alimentos naturales.

El agua puede decirse que existe en dos formas generales: agua libre y agua ligada.

El agua libre o absorbida, que es la forma predominante, se libera con gran facilidad y es estimada en la mayor parte de los métodos usados para el cálculo del contenido en agua.

El agua ligada se halla combinada o absorbida, se encuentra en los alimentos como agua de cristalización (en los hidratos) o ligadas a las proteínas.

6.5. Materiales y equipos utilizados:

- Balanza analítica.
- Termómetros de mercurio.
- Refractómetro

6.6. Determinación de los grados Brix Y PH

Procedimiento:

Los grados Brix (símbolo °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.

Procedimiento

Antes de realizar la medición se calibra el aparato llamado Refractómetro con agua destilada, luego se toma 1 mililitro del extracto de la pulpa de la manzana, se coloca en la ventana del refractómetro y se mide directamente.

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; el tartárico en uvas y tamarindo.

El pH se define como $-\log[H^+]$ ó $-\log 1/[H_3O^+]$. 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 anaeróbicas formadores 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.

Preparación de la muestra:

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

Análisis estadístico

Se llevó un libro de campo en donde se anotaron los resultados de los análisis y mediciones durante la etapa de experimentación; además se utilizaron 4 termómetros de precisión y un reloj.

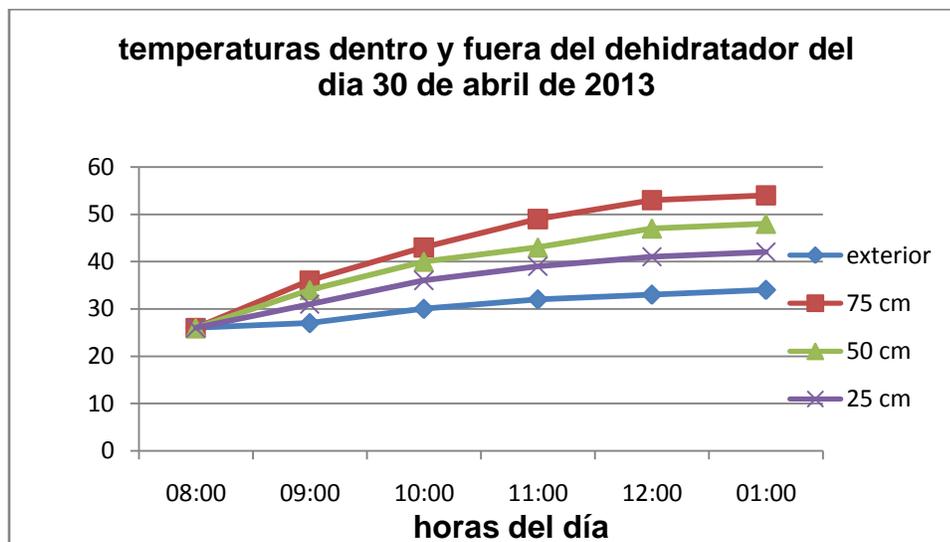
VII. RESULTADOS

Al realizar el experimento se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro3. Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar del día 30 de abril del 2013.

Horas	Temperaturas			
	exterior	75 cms	50 cms	25 cms
08:00	26 °c	26 °c	26 °c	26°C
09:00	27 °c	36 °c	34 °c	31 °c
10:00	30 °c	43 °c	40 °c	36 °c
11:00	32 °c	49 °c	43 °c	39 °c
12:00	33 °c	53 °c	47 °c	41 °c
01:00	34 °c	54 °c	48 °c	42 °c

Grafica 1. Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar y a diferentes horas del día 30 de abril de 2013.



Como puede observarse en la grafica anterior la temperatura más alta se encontró en el nivel de 75 centímetros en lo cual la temperatura mayor se registro a la 1 de la tarde con una temperatura de 54°C a diferencias de la otras temperaturas no varió mucho la menor temperatura fue de 26 °C que se registró alas 10 de la mañana, la máxima temperatura fuera del deshidratador solar fue de 34 °C a partir de la 1 de la tarde existiendo una diferencia de 20° centígrados.

Y en el mismo día se midieron lo variables de % de humedad perdida, grados Brix y pH.

Se interpretan de la siguiente manera.

Cuadro 4. Porciento de humedad perdida del fruto de la manzana del día 30 de abril de 2013.

tratamientos	% de humedad
Testigo	0.592592592
1	49.2494929
2	77.52596789
3	48.57758621
4	72.0371804
5	55.94581034
6	52.11864407
7	22.18777679
8	35.9807074
9	42.59131633

Como puede observarse en el anterior cuadro, el nivel que perdió mas humedad es el de 75 cm mientras que los otros niveles se perdió la una cantidad menor a diferencia del nivel de 75 cm.

Cuadro 5. Obtención de grados Brix del fruto la manzana del día 30 de abril de 2013.

tratamientos	grados Brix
Testigo	11.5
1	23.5
2	NP
3	22.5
4	32.5
5	22
6	22.5
7	13.5
8	29
9	22

En el cuadro anterior las muestras que deshidrataron se observó un cambio que la muestra #2 se deshidrato por completo en tanto a las demás se mantuvieron estables no perdieron por completo la sacarosa contenida.

Cuadro 6. Obtención de pH del fruto de la manzana del día 30 de abril de 2013.

tratamientos	PH
Testigo	3.72
1	3.72
2	3.7
3	3.78
4	3.7
5	4.03
6	3.87
7	3.86
8	4.04
9	4.06

En este cuadro lo que se determinó fue el pH, el cual está entre los rango eso quiere decir que el fruto tiene un buena condición pero si el tiene menor de 7 se considera ácido pero si es mayor de 7 se considera alcalino, como se observa en la tabla todas las muestras se obtuvo un pH menor de 4.

Cuadro 7. Los promedios de pH por estratos fueron:

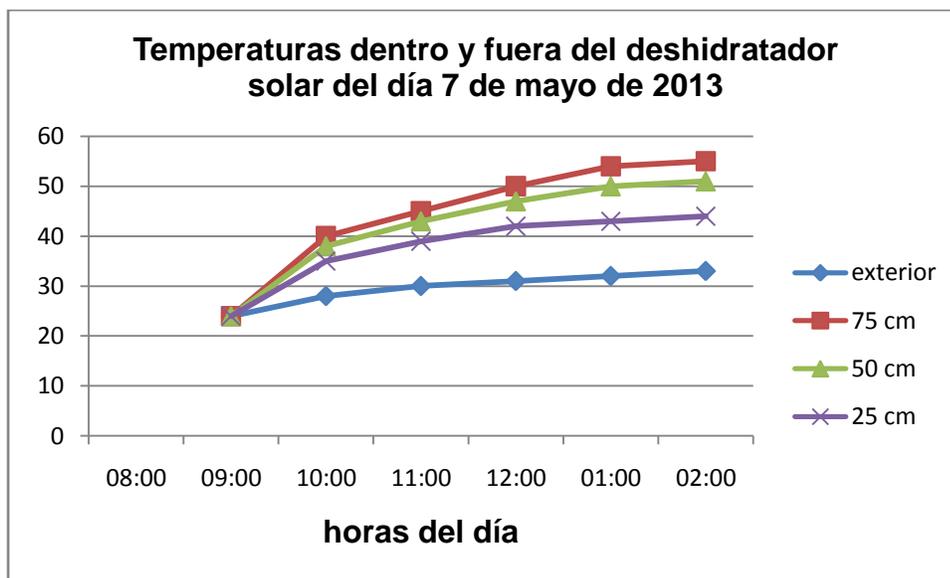
tratamientos	Promedios por nivel
1,2,3	3.73
4,5,6	3.86
7,8,9	3.98

Como se puede observar en los tratamientos la mayor concentración de pH se encuentran en las muestras 1,2, y 3 estas muestras selocalizaron en el nivel de 75 cm.

Cuadro 8. Temperaturas (°C) dentro y fuera del deshidratador solar del día 7 de mayo de 2013.

Temperaturas				
Horas	exterior	75 cms	50 cms	25 cms
08:00				
09:00	24 °c	24 °c	24 °c	24 °c
10:00	28 °c	40 °c	38 °c	35 °c
11:00	30 °c	45 °c	43 °c	39 °c
12:00	31 °c	50 °c	47 °c	42 °c
01:00	32 °c	54 °c	50 °c	43 °c
02:00	33 °c	55 °c	51 °c	44 °c

Grafica 2. Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar y a diferentes horas del día 7 de mayo de 2013.



La siguiente semana la temperatura más alta se registró de 55°centígrados en el nivel de 75° centímetros dicha temperatura se observó a las 2:00 de la tarde. Haciendo una comparación con las otras temperaturas no hay mucha diferencia entre una y otra.

La temperatura menor se registro a las 9 de la mañana con una temperatura de 24 centígrados la cual fue aumentando su máxima temperatura fuera del deshidratador fue de 33° centígrados mientras que la interna fue de 55° centígrados y la menor fue la inicial que es la de 24° centígrados. En el nivel de 50 centímetros la temperatura fue de 24°centígrados dicha temperatura se obtuvo a las 9:00 de la mañana la cual fue aumentando durante el transcurso del día y se alcanzo una temperatura máxima de 51° centígrados y el ultimo nivel las temperaturas variaron gradualmente existiendo una diferencia entre del nivel de 50 y 25 es de 7°centígrados.

Y en el mismo día se midieron las variables de % de humedad perdida, grados Brix y pH.

Se interpretan de la siguiente manera:

Cuadro 9. Porcentaje de humedad perdida del fruto de la manzana del día 7 de mayo de 2013.

Tratamientos	% de humedad
testigo	0.324149108
1	72.12903226
2	56.63942799
3	45.44456641
4	52.94117647
5	67.79538905
6	46.38171815
7	48.3158476
8	44.70353098
9	34.49519231

En este cuadro se observa que el porcentaje de humedad de los niveles del 1,2,3 perdió muy poca cantidad de porcentaje mientras que en el nivel 4,5,6 se perdió mas porcentaje de humedad mientras que en los niveles 7,8,9 se perdió mas del 50% esto quiere decir que el nivel de 75 cm es el que se mantiene más caliente.

Cuadro 10. Obtención de grados Brix del fruto de la manzana del día 7 de mayo de 2013.

Tratamientos	grados Brix
testigo	12
1	N/A
2	N/A
3	N/A
4	N/A
5	N/A
6	N/A
7	N/A
8	N/A
9	18.5

En este cuadro podemos identificar que el fruto de la manzana se deshidrató por completo desde las muestras 1 hasta la 8 a excepción del testigo y la muestra 9 en estos resultados existe un factor que en nivel 1 que es el de 25 cm es el que menos se calienta.

Cuadro 11. Obtención del pH del fruto de la manzana del día 7 de mayo de 2013.

Tratamientos	PH
testigo	4.2
1	3.6
2	3.7
3	3.6
4	3.8
5	4.4
6	4.2
7	3.9
8	3.8
9	3.9

En este cuadro se observa que los límites del pH no se sobrepasan están en el rango de menor de 7 eso quiere decir que es ácido.

Cuadro 12. Los promedios de pH por estratos fueron:

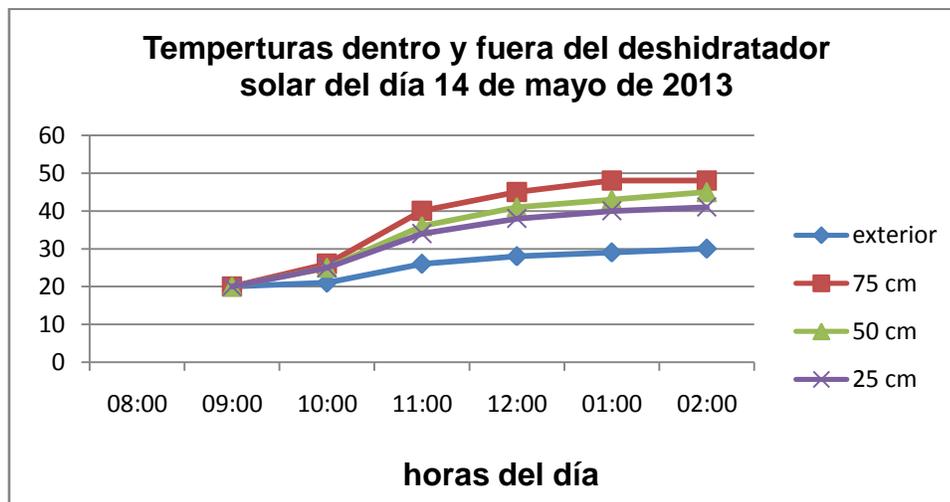
Tratamientos	Promedios por nivel
1,2,3	3.63
4,5,6	4.13
7,8,9	3.86

A diferencia de estos tratamientos las muestras con mayor concentración de PH fueron del nivel de 50 cm.

Cuadro 13. Temperaturas (°C) dentro y fuera del deshidratador solar del día 14 de mayo de 2013.

Temperaturas				
horas	exterior	75 cms	50 cms	25 cms
08:00				
09:00	20 °c	20 °c	20 °c	20 °c
10:00	21 °c	26 °c	25 °c	25 °c
11:00	26 °c	40 °c	36 °c	34 °c
12:00	28 °c	45 °c	41 °c	38 °c
01:00	29 °c	48 °c	43 °c	40 °c
02:00	30 °c	48 °c	45 °c	41 °c

Grafica numero 3: Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar y a diferentes horas del día 14 de mayo de 2013.



La temperatura más alta externa se dio a las 14 horas en el nivel de 75 cm con 30° centígrados. Sin embargo dentro del deshidratador las temperaturas más altas se registraron en el periodo de la 1 y las 2 de la tarde con 48° centígrados en el nivel de los 75 cm con respecto a la base del deshidratador y en

el estrato de los 25 cm la mayor temperatura se registro a las 2 de la tarde con 41° centígrados en el nivel de 75cm y 25 cm existió un diferencial de 7 ° centígrados entre esos dos niveles.

Además de la deshidratación ese mismo día se determinó las variables de porcentaje de humedad perdida, grados Brix y pH.

Se interpretan de la siguiente manera:

Cuadro 14. Por ciento de humedad perdida del fruto de la manzana del día 14 de mayo de 2013.

Tratamientos	% de humedad
testigo	0.388198757
1	33.36520076
2	40.45801527
3	38.82294758
4	24.8762933
5	21.46596859
6	29.73210365
7	28.42160461
8	22.09418838
9	19.06614786

Como se observa en el cuadro anterior el mayor porcentaje de pérdida de humedad predominó en los niveles de 75 cm en la muestra 1 se puede verse claramente la pérdida a diferencia de la demás muestras.

Cuadro 15. Obtención de grados Brix del fruto de la manzana del día 14 de mayo de 2013.

Tratamientos	grados Brix
testigo	12.5
1	17.5
2	N/A
3	21
4	18
5	16.5
6	18.5
7	19
8	17
9	15

En esta tabla se puede identificar que la muestras de grados Brix perdieron un porcentaje de la sacarosa la muestra mas deshidratada es la número 2 que estuvo en el nivel de 75 cm es la parte que más se calienta.

Cuadro 16. Determinación de pH del fruto de la manzana del día 14 de mayo de 2013.

Tratamientos	pH
Testigo	3.6
1	3.7
2	3.9
3	3.8
4	3.7
5	3.6
6	3.9
7	4
8	3.8
9	3.6

En esta tabla podemos observar que los pH de cada muestra no sobrepasan los niveles permisibles se determinó que un fruta ácida por no sobrepasar el nivel 7 si sobrepasa dicho nivel seria alcalino.

Cuadro 17. Los promedios de pH por estratos fueron:

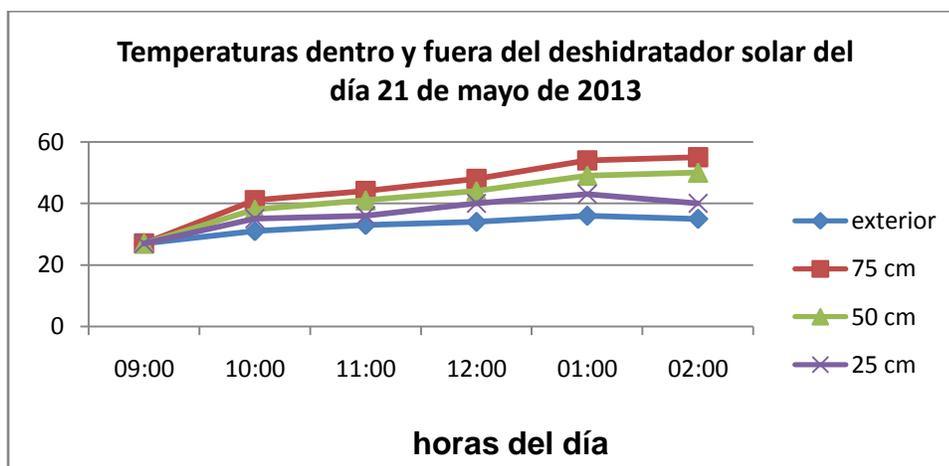
Tratamientos	Promedios por nivel
1,2,3	3.8
4,5,6	3.73
7,8,9	3.8

En el cuadro anterior la mayor concentración de pH se localizan en el nivel de 75 cm y el nivel de 25 cm.

Cuadro 18. Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar del día 21 de mayo de 2013.

Temperaturas				
Horas	exterior	75 cms	50 cms	25 cms
09:00	27 °c	27 °c	27 °c	27 °c
10:00	31 °c	41 °c	38 °c	35 °c
11:00	33 °c	44 °c	41 °c	36 °c
12:00	34 °c	48 °c	44 °c	40 °c
01:00	36 °c	54 °c	49 °c	43 °c
02:00	35 °c	55 °c	50 °c	40 °c

Grafica 4. Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar a diferentes horas del día del 21 de mayo de 2013.



En la tercera semana nuestros resultados fueron que la temperatura externa fuera del deshidratador solar se registró a las 2 de la tarde con 35° centígrados mientras la menor fue registrada a las 9 de la mañana con 27° centígrados. Existiendo una diferencia con el nivel de 75cm que a esa misma hora

se registraba una temperatura de 55| centígrados existiendo una diferencia de temperatura de 20| centígrados.

Ese mismo día después de la deshidratación se determinaron las variables de porcentaje de humedad perdida, grados Brix y pH.

Cuadro 19. Porciento de humedad perdida del fruto de la manzana del día 21 de mayo.

Tratamientos	% de humedad
Testigo	0.191570881
1	37.15313464
2	56.509299
3	55.56377079
4	57.06601467
5	28.69995502
6	38.61386139
7	52.3593809
8	43.88537154
9	37.39669421

Se observa que en los niveles de 25cm y 50cm el fruto de la manzana se deshidrata muy poco a diferencia del nivel de 75cm que pierde la mayor parte de porciento de humedad.

Cuadro 20.Obtención de grados Brix del fruto de la manzana del día 21 de mayo de 2013.

Tratamientos	grados Brix
Testigo	11.5
1	15
2	23
3	18
4	19
5	14.5
6	24.5
7	17.5
8	19
9	21

En los tratamientos de las muestras del 7 al 9 se puede observar que la propiedad del fruto de la manzana pierde muy poca sacarosa es por que se encuentra en el nivel de 25 cm que es que menos se calienta y no se deshidrata por completo.

Cuadro 21. Determinación del pH del fruto de la manzana del día 21 de mayo de 2013.

Tratamientos	pH
Testigo	3.9
1	3.9
2	4.1
3	4
4	3.9
5	3.7
6	4.1
7	4
8	4
9	4.1

En el cuadro anterior las muestras de pH se observa que el fruto de la manzana son de un pH ácido que llegan a un rango de 4.1 si sobrepasara los 7 esta fruta seria alcalina.

Cuadro 22. Los promedios de pH por estratos fueron:

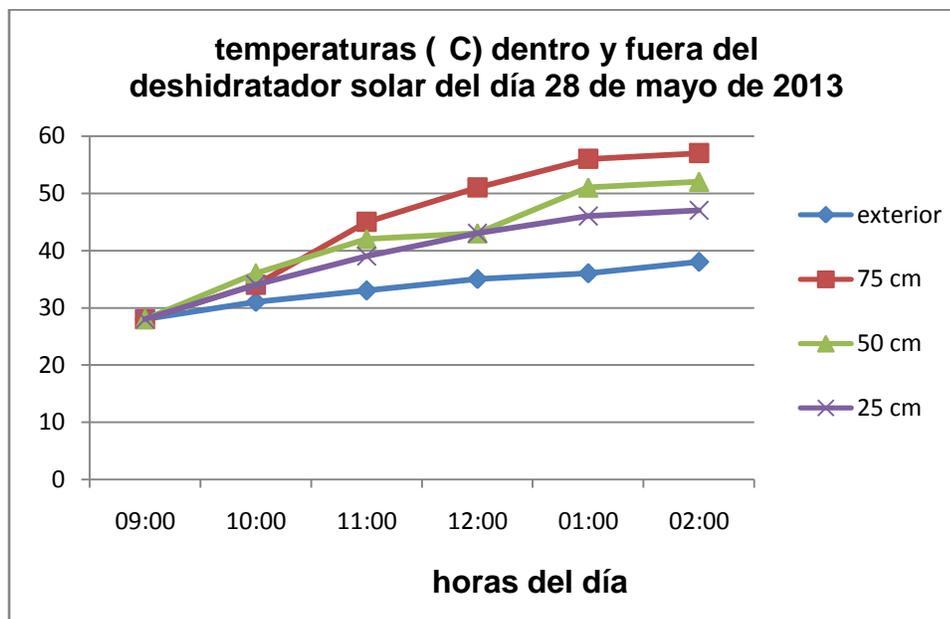
Tratamientos	Promedios por nivel
1,2,3	4
4,5,6	3.9
7,8,9	4.03

El nivel de 75 cm alcanzó un promedio de 4 mientras tanto el nivel de 25 cm alcanzo 4.03 de PH.

Cuadro 23. Temperaturas (°C) dentro y fuera del deshidratador solar del día 28 de mayo de 2013.

Horas	Temperaturas			
	exterior	75cms	50cms	25cms
09:00	28 °c	28 °c	28 °c	28 °c
10:00	31 °c	34 °c	36 °c	34 °c
11:00	33 °c	45 °c	42 °c	39 °c
12:00	35 °c	51 °c	43 °c	43 °c
01:00	36 °c	56 °c	51 °c	46 °c
02:00	38 °c	57 °c	52 °c	47 °c

Grafica (5) temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar a diferentes horas del día 28 de mayo de 2013.



En este día la mayor temperatura externa se alcanzó de las 13 y las 14 horas de la tarde con 38°centígrados siendo que la mayor temperatura dentro del deshidratador solar fue de 57° centígrados dicha temperatura se alcanzó a las 14 horas del día mientras que en nivel de 50 cm alcanzo 52° centígrados y 25 con 47° centígrados existiendo una diferencia entre estos dos niveles de 5° centígrados.

Ese mismo día después de la deshidratación se determinaron las variables de porcentaje de humedad perdida, grados Brix y pH.

Se interpretan de la siguiente manera:

Cuadro 24. Porciento de humedad perdida del fruto de la manzana del día 28 de mayo de 2013.

Tratamientos	% de humedad
testigo	0.278108859
1	38.15165877
2	44.66963924
3	36.68061367
4	39.89071038
5	35.48179181
6	33.03941909
7	23.90050469
8	25.83427072
9	27.08012327

Para estos tratamientos no existió mucha diferencia todas las muestras no perdieron tanta humedad

Cuadro 25. Grados Brix del fruto de la manzana del día 28 de mayo de 2013.

Tratamientos	grados Brix
testigo	11.5
1	20.5
2	17
3	15.5
4	18
5	15
6	17
7	14.5
8	15.5
9	13.5

En las muestras 2,6 y 9 se puede observar que son las que pierden más sacarosa a diferencia de las de otras muestras que mantiene mayor concentración.

Cuadro 26. Obtención de pH del fruto de la manzana del día 28 de mayo de 2013.

Tratamientos	Ph
testigo	3.9
1	3.7
2	3.7
3	3.6
4	3.7
5	3.8
6	3.7
7	3.6
8	3.8
9	3.7

Como se puede observar en la tabla la concentración de pH estuvieron iguales ningún pH sobrepasó de 3.9.

Cuadro 27. Los promedios de pH por estratos fueron:

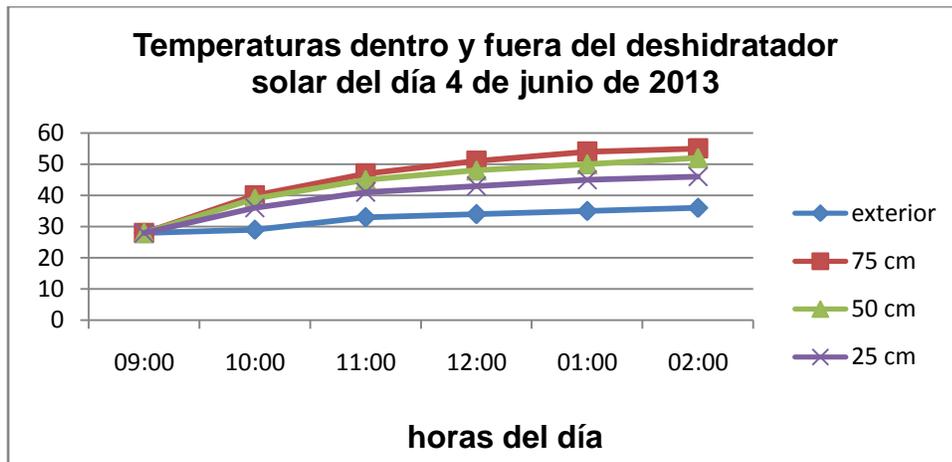
Tratamientos	Promedios por nivel
1,2,3	3.66
4,5,6	4.06
7,8,9	3.7

En el nivel de 50 cm donde se localizan las muestras 4, 5 y 6 se concentró el mayor promedio de PH.

Cuadro 28. Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar del día 4 de junio de 2013.

Temperaturas				
horas	Exterior	75 cms	50 cms	25 cms
09:00	28 °c	28 °c	28 °c	28 °c
10:00	29 °c	40 °c	39 °c	36 °c
11:00	33 °c	47 °c	45 °c	41 °c
12:00	34 °c	51 °c	48 °c	43 °c
01:00	35 °c	54 °c	50 °c	45 °c
02:00	36 °c	55 °c	52 °c	46 °c

Grafica (6) Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar a diferentes horas del día 4 junio de 2013.



Para esta fecha la temperatura alcanzada fuera del deshidratador fue de 36° centígrados registrada a las 14 horas del día. Mientras que en el nivel de los 75 cm la temperatura se registró a las 14 horas con 55° centígrados a diferencia de los otros dos estratos de 50 cm con 52° y el 25 con 46° centígrados existiendo una diferencia entre estos dos últimos estratos de 6° centígrados

Ese mismo día después de la deshidratación se determinaron las variables de porcentaje de humedad perdida, grados Brix y pH.

Se interpretan de la siguiente manera:

Cuadro 29. Porcentaje de humedad perdida del fruto de la manzana del día 4 de junio de 2013.

Tratamientos	% de humedad
Testigo	0.788436268
1	43.12426948
2	32.5987526
3	41.82676104
4	27.99138727
5	41.32545378
6	33.7994543
7	25.05582849
8	25.32617038
9	27.03094778

Como puede observarse en cuadro el porcentaje de humedad es variable a excepción de las muestras 7, 8, y 9 que perdieron mayor humedad en esto se debe a que estuvieron en el nivel de 75 cm que concentra la mayor temperatura.

Cuadro 30. Grados Brix del fruto de la manzana del día 4 de junio de 2013.

Tratamientos	grados Brix
Testigo	14
1	28.5
2	19.5
3	12
4	12.5
5	19.5
6	21
7	14.5
8	13
9	15.5

En los grados Brix se obtuvo que la muestra que más perdió más sus estructuras fueron 3 con 12 la siguiente es 4 que perdió solamente un 12.5 mientras que la 8 perdió solamente un 13 de azúcar o sacarosa.

Cuadro 31. Obtención de pH del fruto de la manzana del día 4 de junio de 2013.

Tratamientos	pH
testigo	3.7
1	3.6
2	3.6
3	3.9
4	3.6
5	3.8
6	3.6
7	3.7
8	3.7
9	3.8

En este cuadro en las muestras de pH no existió mucha diferencia todas estuvieron en el mismo rango a excepción de la muestra 3 que se obtuvo un pH de 3.9 y 9 con un pH de 3.8.

Cuadro 32. Los promedios de pH por estratos fueron:

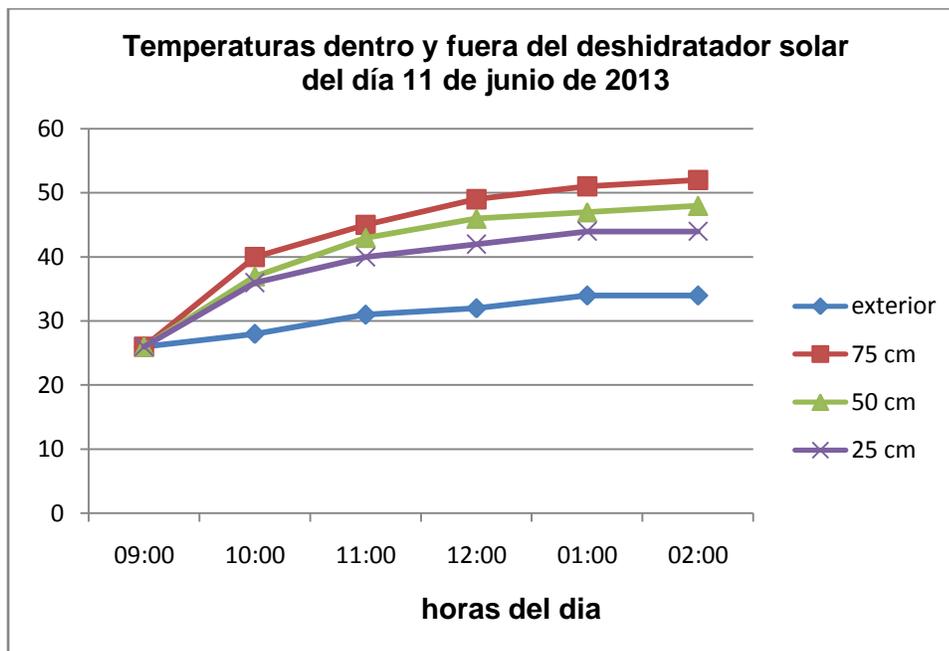
Tratamientos	Promedios por niveles
1,2,3	3.7
4,5,6	3.66
7,8,9	3.73

Como se observa en cuadro anterior la concentración de pH de los tratamientos no varió mucho todas las muestras estuvieron normales.

Cuadro 33 Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar del día 11 de junio de 2013.

Temperaturas				
horas	Exterior	75 cms	50 cms	25 cms
09:00	26 °c	26 °c	26 °c	26 °c
10:00	28 °c	40 °c	37 °	36 °c
11:00	31 °	45 °c	43 °c	40 °c
12:00	32 °c	49 °c	46 °c	42 °c
01:00	34 °c	51 °c	47 °c	44 °c
02:00	34 °c	52 °c	48 °c	44 °c

Gráfica (7) Temperaturas (°c) dentro y fuera del deshidratador solar a diferentes horas del día 11 de junio de 2013.



En la última muestra se observa que la temperatura externa más alta se registró a las 13 y 14 horas con 34° centígrados mientras que los demás estratos de 75 cm fue de 52° centígrados que se registro a las 14 horas del día mientras que en el nivel de 50 cm se registro una temperatura de 48° centígrados y en 25 con una temperatura de 44° centígrados habiendo una diferencia de temperatura entre estos dos estratos de 4° centígrados.

Ese mismo día después de la deshidratación se determinaron las variables de porcentaje de humedad perdida, grados Brix y pH.

Se interpretan de la siguiente manera:

Cuadro 34. Porciento de humedad perdida del fruto de la manzana del día 11 de junio de 2013.

Tratamientos	% de humedad
testigo	0.21141649
1	28.27272727
2	31.14035088
3	33.08441558
4	29.97373605
5	29.90936556
6	31.81818182
7	29.31242461
8	25.62747688
9	25.4423213

Aquí se realizó el % de humedad perdida que la mayor concentración de pérdida de azúcar o sacarosa se registraron en las muestras 7, 8, y 9 esto se debe a que estuvieron en el nivel de 75 cm es en donde se concentra la mayor temperatura dentro del deshidratador.

Cuadro 35. Grados Brix del fruto de la manzana del día 11 de junio de 2013.

Tratamientos	grados Brix
testigo	13
1	19
2	16
3	17
4	15.5
5	17
6	15
7	17
8	17
9	15

Es los grados Brix las variables estuvieron estables casi todas perdieron una cantidad de dulzura.

Cuadro 36 Obtención de pH del fruto de la manzana del día 11 de junio de 2013.

Tratamientos	pH
Testigo	3.8
1	3.7
2	3.9
3	3.8
4	3.8
5	3.7
6	3.8
7	3.8
8	3.8
9	3.7

En esta última muestra las que contiene menor cantidad de PH son la muestra 3 que es el testigo ya la muestras 5 y 9 son la de menor concentración con estos resultados llegó a una conclusión, la fruta de la manzana es ácida porque no sobrepasa el nivel de 7.

Cuadro 37. Los promedios de pH por estratos fueron:

Tratamientos	Promedios por nivel
1,2,3	3.8
4,5,6	3.76
7,8,9	3.76

Como se observa en la tabla en los niveles de 50 cm y 25 cm las concentraciones de pH fueron similares a diferencia del nivel de 75 cm se obtuvo una concentración mayor que fue de 3.8

VIII. CONCLUSIONES.

Cuadro 38. Temperaturas máximas dentro del deshidratador, durante toda la duración del experimento.

Día	Temperatura máxima	Nivel
30 de abril de 2013	54°C	75 cm
07 de mayo de 2013	55°C	75 cm
14 de mayo de 2013	48°C	75 cm
21 de mayo de 2013	55°C	75 cm
28 de mayo de 2013	57°C	75 cm
04 de junio de 2013	55°C	75 cm
11 de junio de 2013	52°C	75 cm

En esta tabla se mencionan las temperaturas más altas que se registraron durante todo el período del experimento, en donde la más alta se registró el día 28 de mayo de 2013 con 57° centígrados y siempre fue en el nivel más alejado del suelo, es decir, los 75 centímetros.

Cuadro 39. % de humedad perdida de acuerdo al tratamiento.

Día	Tratamientos	% de humedad perdida
30 de abril de 2013	2	77.52
07 de mayo de 2013	1	72.12
14 de mayo de 2013	2	40.45
21 de mayo de 2013	4	57.06
28 de mayo de 2013	2	44.66
04 de junio de 2013	1	43.12
11 de junio de 2013	3	33.08

En esta se observa que la humedad perdida alcanzada se encuentra en el nivel de 75 cm con una cantidad perdida de 77.52 y 72.12.

Cuadro 40. % de humedad perdida por nivel.

Día	Nivel	Promedio en % de humedad perdida
30 de abril de 2013	75 cm	58.44
07 de mayo de 2013	75 cm	58.06
14 de mayo de 2013	75 cm	37.54
21 de mayo de 2013	75 cm	49.73
28 de mayo de 2013	75 cm	39.83
04 de junio de 2013	75 cm	39.17
11 de junio de 2013	75 cm	30.83

Como se puede ver claramente en la tabla el promedio de perdida de humedad se registro en los niveles de 75 cm.

Cuadro 41. Grados Brix de acuerdo al tratamiento.

Día	Tratamiento	Grados Brix
30 de abril de 2013	2	N/A
07 de mayo de 2013	1,2,3,4,5,6,7,8	N/A
14 de mayo de 2013	2	N/A
21 de mayo de 2013	5	14.5
28 de mayo de 2013	9	13.5
04 de junio de 2013	3	12
11 de junio de 2013	6,9	15

En esta se observa que los tratamientos que fueron más efectivos fueron del día 30 de abril y 7 y 14 de mayo de 2013 que se deshidrataron por completo.

Cuadro 42. Grados Brix por nivel.

Día	Nivel	Promedio en grados Brix
30 de abril de 2013	75 cm	15.33
07 de mayo de 2013	75 cm y 50 cm	0
14 de mayo de 2013	75 cm	12.83
21 de mayo de 2013	75 cm	18.66
28 de mayo de 2013	25 cm	14.5
04 de junio de 2013	25 cm	14.33
11 de junio de 2013	50 cm	15.83

En los grados Brix los niveles que tuvieron el mejor rendimiento fueron 75 cm y 50 cm que se registraron el día 07 de mayo de 2013.

Cuadro 43. pH de acuerdo al tratamiento.

Día	Tratamiento	Ph
30 de abril de 2013	9	4.06
07 de mayo de 2013	7,9	3.9
14 de mayo de 2013	2,6	3.9
21 de mayo de 2013	2,6,9	4.1
28 de mayo de 2013	5,8	3.8
04 de junio de 2013	3	3.9
11 de junio de 2013	2	3.9

Los tratamientos que obtuvieron un nivel de concentración de pH un poco alto son la numero 9 con un pH de 4.06 registrada el día 30 de abril de 2013 y las otras muestra 2,6,9 se registro e día 21 de mayo de 2013 con un pH de 4.1.

Cuadro 44. pH por nivel.

Día	Nivel	Promedio en pH
30 de abril de 2013	75 cm	3.73
07 de mayo de 2013	75 cm	3.63
14 de mayo de 2013	50 cm	3.73
21 de mayo de 2013	50 cm	3.9
28 de mayo de 2013	75 cm	3.66
04 de junio de 2013	50 cm	3.66
11 de junio de 2013	50 cm y 25 cm	3.76

Los promedios de pH más elevados se registraron en la fecha 21 de mayo de 2013 con un promedio de 3.9 a diferencia de los demás niveles estuvieron mas bajas.

IX. LITERATURA CITADA

Building, A. R. 2001. "El sol, la radiación ultravioleta y usted." Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. EPA430-K-01-009.

Cano, X. B. 2009. "El sol, nuestra estrella." Revista Digital Universitaria. Departamento de física espacial. Instituto de geofísica. UNAM 10.

Colina 2010. "Deshidratación de Alimentos. Editorial Trillas." Primera Edición. Mexico: PP 9, 11,12.

Esteban, R. R. D. 2010. "Elaboracion de una bebida alcohólica de jícama (*smallanthus sonchifolius*) y manzana (*pyrus malus L.*)" Escuela politécnica nacional.

Gasca, C. A. E. y C. A. A. Bulnes 2010. "Las Energías Renovables: la Energía Solar y sus Aplicaciones." Revista Digital Universitaria. Centro de Investigación en Energía, Universidad Nacional Autónoma de México. Tecnologías de Información y Comunicación-UNAM. 11.

Giner, J. S. 2010. "Sistema Solar Influencia del Sol en el Ser Humano." HUYGENS N° 86.

Jaime, E. S. 2012. "Seminario Internacional de Energía Solar para la Agricultura y la Agroindustria." centro de innovación energética, universidad técnicaFederico santa maría.

Jorge., I. S. y E. G. C. A. 2010. "Energías Alternas: Propuestas de Investigación y Desarrollo Tecnológico para México " Academia Mexicana de Ciencias.

María, C. Q. A. 2006. "Energías Alternativas: Solución para el Desarrollo Sustentable." REFINOR S.A., República Argentina.

María, J. O. R. 2007. "Energía Solar: Estado Actual en México. Programas de la Conae." Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), Secretaría de Energía (SENER).

María, S. V., R. H. L. Pablo, P. Reinaldo y M. Félix 2008. "Deshidratador solar como técnica para preservar especies hortofrutícolas." INIA. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Anzoátegui.

Martin, B. M. 2011. "Efecto del Sol sobre la atmosfera terrestre." Física de la Atmosfera 5° Física.: PP 2-25.

Murali, G., D. A. Manivannan y 2013. "Análisis de los problemas de calidad de energía en el Sistema de Distribución de Energía Solar." International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) 3: 799-80

Pilar, D. Z. 2008. "Evaluación de la calidad de fruto en manzano: estudio de métodos no destructivos de analisis." Escuela Universitaria Politecnica la Almunia de Doña Gudina Zaragoza.

Puente., L., S. Lastreto., M. J. Mosqueda., J. Saavedra. y A. Cordoba. 2010. "Influencia de un pre-tratamiento osmotico sobre la deshidratacion por aire caliente de manzana graanny smith.": pp. 274283.