

**SEP**

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



**Tecnológico Nacional de México  
Instituto Tecnológico de la Zona Maya**

**DISEÑO DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN SOLAR  
PARA HOJAS Y SEMILLAS DEL ÁRBOL DEL RAMÓN  
(*Brosimum alicastrum* Swartz)**

**Informe Técnico de Residencia Profesional  
que presentan los CC.**

**JOSÉ REYES LÓPEZ ASCENCIO**

**Número de control: 11870109**

**MIGUEL ÁNGEL MARTÍNEZ VARGUEZ**

**Número de control: 11870112**

**Carrera: Ingeniería en Gestión Empresarial**

**Asesor Interno: MC. Martha Alicia Cázares Morán**

**Juan Sarabia, Quintana Roo  
Diciembre 2015**



## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL MIGUEL ÁNGEL MARTINEZ VARGUEZ Y JOSÉ REYES LÓPEZ ASCENCIO; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por el asesor interno M en C. Martha Alicia Cázares Morán, el asesor externo el Dr. Víctor Manuel Interián Ku, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado: **DISEÑO DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN SOLAR PARA HOJAS Y SEMILLAS DEL ÁRBOL DEL RAMÓN (*Brosimum alicastrum* Swartz)**, que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fe de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

### ATENTAMENTE

Asesor Interno

  
M en C. Martha Alicia Cázares Morán

Asesor Externo

  
Dr. Víctor Manuel Interián Ku

Juan Sarabia, Quintana Roo, Diciembre, 2015.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. JUSTIFICACIÓN .....	3
III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO .....	5
IV. OBJETIVOS .....	7
4.1 General.....	7
4.2 Específicos.....	7
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
5.1 Fase de gabinete .....	8
5.2 Fase de diseño y construcción del deshidratador solar.....	8
5.3 Recolecta de semillas .....	9
5.4 Lavado y deshidratado de semilla.....	9
5.5 Variables evaluadas en semilla y en los prototipos de deshidratador solar .....	10
5.6 Análisis de datos.....	10
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
6.1 Recolección de semilla .....	11
6.2 Proceso de deshidratación solar de las hojas.....	12
6.3 Proceso de deshidratación solar de las semillas.....	14
6.4 Prototipo 1.....	15
6.5 Prototipo 2.....	18
6.6 Medición de condiciones ambientales.....	22
6.7 Resultados de secado de los prototipos .....	29
VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES .....	35
7.1. Problemas resueltos .....	35
7.2. Limitantes.....	35
VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS.....	36
IX. CONCLUSIONES.....	38
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de las muestras.....	10
Cuadro 2. Costos de los materiales de los diseños.....	21
Cuadro 3. Comportamiento de las muestras .....	30
Cuadro 4. Comportamiento de las muestras en 100 g.....	32
Cuadro 5. Comportamiento de las muestras 50 g en hojas .....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Instituto Tecnológico de la Zona Maya. ....	5
Figura 2. Zona arqueológica de Dzibanché.....	11
Figura 3. Recolección de semillas.....	12
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de deshidratación solar de hoja de ramón. .....	13
Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de deshidratación solar de semilla de ramón. ....	14
Figura 6. Estructura y partes que se componen el deshidratador 1. ....	15
Figura 7. Aspecto horizontal del prototipo uno. ....	17
Figura 8. Aspecto vertical del prototipo uno. ....	17
Figura 9. Estructura y partes que componen el deshidratador número 2. ....	18
Figura 10. Procedimiento en la construcción del deshidratador número 2. ....	20
Figura 11. Aspecto del prototipo 2.....	20
Figura 12. Muestra 1 de 200 g de semillas.....	22
Figura 13. Muestra 2 de 200 g en semilla .....	23
Figura 14. Muestra 1 de 100 g de semilla. ....	24
Figura 15. Muestra 2 de 100 g de semilla .....	25
Figura 16. Muestra 3 de 100 g en semillas .....	26
Figura 17. Muestra 1 de hojas en 50 g.....	27
Figura 18. Muestra 2 de hojas en 50 g.....	27
Figura 19. Muestra de 200 g en semilla de ramón. ....	28
Figura 20. Muestra de pérdida de peso y agua en la semilla en una muestra de 200 g .....	29
Figura 21. Pérdida de peso y agua en la semilla en una muestra de 100 g.....	31
Figura 22. Gráfica en muestras de 50 gramos de hojas.....	32
Figura 23. Pérdida de peso y agua en la semilla.....	33

## I. INTRODUCCIÓN

La conservación de alimentos se remonta desde el Neolítico, época en que el hombre deja la vida nómada (caza y recolección de lo que encuentra a su paso) y forma comunidades, siendo la agricultura una de sus principales actividades (Ruby Quitan, 2014).

Todas las civilizaciones han desarrollado en menor o mayor medida formas de conservar los alimentos de acuerdo a sus necesidades. La deshidratación es un método de conservación que aporta un mayor valor comercial al producto, permite desarrollar un proceso de secado, con un consumo mínimo de energía, ya que la mayor parte es aportada por el sol (Jiménez, 2012).

A lo largo del tiempo se ha modificado el secado de alimentos con la implementación de nuevas tecnologías que amplían la variedad de productos y presentaciones en el mercado de los mismos (García, Mejía, Mejía, & Valencia, 2012).

De acuerdo a las investigaciones bibliográficas se puede definir a un deshidratador como un dispositivo que remueve la humedad de los alimentos para ayudar a su preservación por períodos prolongados de tiempo (EnergiaSolar.mx, 2015).

El propósito del presente trabajo, consistió en diseñar el proceso para el secado solar de hojas y semillas de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), mediante la extracción deliberada del agua que contienen, en las condiciones ambientales características de área donde se ubica el Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM). Se incluyen ilustraciones de los diseños evaluados. Se construyeron dos prototipos, mismos que se hacen acompañar con un listado de materiales y herramientas utilizados para su construcción, medidas de la estructura y el costo total.

Para medir su efectividad, se hicieron pruebas con ocho muestras de semilla y dos de hojas de ramón para estimar la pérdida de agua en gramos en un lapso de tiempo determinado.

Con los resultados obtenidos, se espera contribuir a difundir un proceso documentado de secado solar, así como el aprovechamiento de los deshidratadores solares, como una alternativa de bajo costo para el acondicionamiento de semillas y hojas de ramón para elaborar productos alimenticios como harina y té, o simplemente para la conservación de alimentos en áreas rurales. Al mismo tiempo, la realización de este trabajo permitió cumplir con la Residencia Profesional, según lo señalado en la retícula de la carrera Ingeniería en Gestión Empresarial, del ITZM.

## II. JUSTIFICACIÓN

Uno de los inconvenientes que presentan los pequeños productores al momento de la cosecha de sus cultivos, es el qué hacer con los excedentes de su producción, es decir, cómo conservar y/o almacenar los alimentos producidos, por lo que estos se pierden por exposición a los agentes atmosféricos, contaminación por microorganismos o ataque de plagas post cosecha (Chavarría Arauz & Jallow, 2012).

Una de las prácticas de deshidratación más comunes es el secado directo al aire libre, el cual se ve afectado por las condiciones externas, ya que no se mantiene la temperatura continua y estable del aire durante todo el proceso, además de afectar la calidad del producto por la exposición directa al sol; y el trabajo arduo necesario para sacar al exterior las semillas y volver a guardarlas diariamente (Ruby Quitan, 2014).

Desarrollar una técnica de secado mediante un deshidratador solar para las semillas de ramón, traerá beneficios económicos ya que, se pueden ahorrar los costos que representa el uso de la electricidad o energía fósil; además no contamina el ambiente; sin embargo, es necesario diseñar el proceso de deshidratación de manera sistemática.

Los secadores actuales cuentan con compartimentos que permiten almacenar las semillas dentro de la misma estructura, evitando así tanto la recuperación de la humedad perdida, como el ataque de insectos y hongos; además, cuentan con elementos que posibilitan el flujo de aire dentro y fuera de la cámara de secado, permitiendo que la humedad que se ha extraído del producto y que se encuentra en el aire pueda ser fácilmente transportada fuera de la cámara (Jiménez, 2012).

En los últimos años, la recolecta de semilla de ramón para la venta a empresas procesadoras de alimentos, ha cobrado importancia en el estado de Quintana Roo, sin embargo, los productores de las áreas rurales, no cuentan con la tecnología necesaria para la deshidratación de la semilla, de tal manera que se incrementa su vida en anaquel en condiciones adecuadas para la producción de harina principalmente, por lo que se requiere que esté libre de hongos, insectos u otros organismos patógenos.

Como producto del presente trabajo de Residencia Profesional, se espera desarrollar una tecnología y diseñar un proceso óptimo para deshidratar la semilla de ramón utilizando la energía solar, esto con el afán de preservar el medio ambiente, bajo la premisa básica del desarrollo humano sostenible que permita a los productores de Quintana Roo, tener una vida digna sin comprometer el patrimonio natural de las generaciones futuras.

El involucramiento como estudiantes en el proceso de investigación, permitió poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación como ingenieros y sobre todo hacer uso de las competencias adquiridas: capacidad de análisis y síntesis, comunicación oral y escrita, habilidades de gestión de información proveniente de fuentes diversas, capacidad crítica, capacidad de trabajar en forma autónoma, búsqueda de logros, entre otras.

### III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

El estudio se realizó en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM), el cual está ubicado en el kilómetro 21.5 de la carretera Chetumal-Escárcega en el Ejido Juan Sarabia, en las coordenadas  $18^{\circ} 29' 46''$  de latitud norte y  $88^{\circ} 28' 44''$  de longitud oeste muy próximo al río Hondo que es el límite con Belice, a 30 minutos de Chetumal, la capital del estado y a cuatro horas de la ciudad de Cancún, uno de los puntos turísticos más importantes de México y del mundo (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

Su ubicación es estratégica por estar en la zona cañera del estado, muy cercano al ingenio Álvaro Obregón, el cual procesa toda la producción de las 25,000 hectáreas sembradas en la región.

El Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM), inicia como Educación Superior Tecnológica Agropecuaria en el año de 1976 con la creación del Instituto Tecnológico No. 16 de Juan Sarabia, las primeras carreras que ofreció fueron las de Ingeniero Agrónomo con dos especialidades: Fitotecnia y Zootecnia y la de Desarrollo Rural. Actualmente ofrece las carreras de Ingeniería en Agronomía, Ingeniería Forestal e Ingeniería en Gestión empresarial (ITZM, Instituto Tecnológico de la Zona Maya, 2015).

Fue el Centro de Estudios Tecnológicos Agropecuarios No. 11, quien albergó en sus instalaciones la primera sede del Instituto Tecnológico. De manera alterna, gracias a múltiples gestiones hechas por personal fundador del Instituto y autoridades municipales y estatales, en 1981 se solicitó al ejido Juan Sarabia la donación de tierras y en asamblea general extraordinaria del 6 de diciembre de ese año, se autorizó la ocupación de 100 -00-00 has. Posteriormente el 30 de julio de 2000 se otorga el certificado parcelario No. 000000 00440 en donde se ratifica a 110-15-16.65 has (ITZM, Instituto Tecnológico de la Zona Maya, 2015).

En esta superficie el plantel cuenta con suelos aptos para la actividad agrícola, pecuaria y forestal; su suelo está formado por roca caliza, el clima se clasifica como cálido subhúmedo con lluvias en verano, y las temperaturas promedio anuales se registran en 26 °C, la precipitación promedio anual tiene un promedio entre 1,200 y 1,300 mm, la vegetación es mayoritariamente de selva mediana, y en ella las especies vegetales más representativas son el chicozapote, el ramón, el guayabillo y el chacá (ITZM, Instituto Tecnológico de la Zona Maya, 2015).

Actualmente la institución cuenta con una plantilla de 85 empleados, entre directivos, docentes, personal de apoyo y asistencia a la educación y es la única institución agropecuaria y forestal de nivel superior en el estado (ITZM, Instituto Tecnológico de la Zona Maya, 2015).

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 General**

Diseñar el proceso de deshidratación solar para hoja y semilla del árbol de ramón y el equipo adecuado a las condiciones ambientales del área de influencia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

### **4.2 Específicos**

4.2.1 Diseñar un proceso de deshidratación solar para hoja y semilla del árbol de ramón.

4.2.2 Diseñar y construir un prototipo de deshidratador solar económico y eficiente.

4.2.3 Evaluar el desempeño del deshidratador solar para disminuir el contenido de humedad en hojas y semillas de ramón.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Fase de gabinete

Se realizó una investigación documental sobre los diferentes tipos de deshidratadores solares para poder diseñar el prototipo, tomando en cuenta las características ambientales de la zona sur del estado de Quintana Roo, región donde se ubica el ITZM.

### 5.2 Fase de diseño y construcción del deshidratador solar

Los materiales y equipo utilizados para la construcción de dos prototipos de deshidratador fueron los siguientes:

- ✓ Alfardas de madera de 4 x 2 pulgadas
- ✓ Fajillas de madera de 2 x 1 pulgada
- ✓ Clavos de 2 ½"
- ✓ Clavos de 1"
- ✓ Pegamento blanco para madera
- ✓ Ahulado de plástico transparente
- ✓ Lámina galvanizada de 3 mm de grosor
- ✓ Lámina de zinc de .80 x 2. 40 m
- ✓ Lámina estañada
- ✓ Pijas de ½"
- ✓ Grapas industriales de 3/8
- ✓ Pintura de esmalte color negro
- ✓ Pintura vinílica color negro
- ✓ Tela mosquitera
- ✓ Bisagras
- ✓ Cerradura de pasador sencillo

Equipo:

- ✓ Martillo
- ✓ Flexómetro
- ✓ Engrapadora industrial
- ✓ Sierra eléctrica y/o serrucho
- ✓ Escuadra con espaldón

El prototipo uno se construyó de acuerdo a las sugerencias del libro Física de la energía solar (López Campos, 1900), mientras que el prototipo dos fue un modelo de utilidad.

### **5.3 Recolecta de semillas**

Para definir los sitios de recolecta de la semilla, fue necesario hacer una revisión de los lugares previamente reportados con presencia de árboles de ramón en la zona sur de Quintana Roo y se acudió a éstos para constatar la presencia de fruto y semilla en los meses de mayo, junio, julio y agosto del 2015.

Una vez definido el sitio se procedió a la recolección de tres kg de semillas de la superficie del suelo ubicada bajo la copa de los árboles y de las cuales se tomaron las muestras para deshidratación.

### **5.4 Lavado y deshidratado de semilla**

La semilla recolectada se lavó con agua de la llave y se eliminó el mesocarpo y otras impurezas. Se seleccionaron las semillas completas, medianas, grandes y verdes. Posteriormente se obtuvieron ocho muestras; tres de 100 g y seis de 200 g, mismas que se dispusieron en charolas de 42 x 45 x 7 cm. En el prototipo de deshidratador 1 se colocaron dos muestras de 200 g y tres de 100 g. Así como dos muestras de 50 g de hojas de ramón.

En el prototipo de deshidratador solar 2, se colocaron tres muestras de 200 g de semilla, para mayor detalle ver cuadro número 1.

Cuadro 1. Distribución de las muestras.

<b>Prototipo 1</b>		<b>Prototipo 2</b>	
Muestra	Repetición	Muestra	Repetición
100 g de semillas	3	200 g de semillas	3
200 g de semillas	2		
50 g de hojas	2		

### **5.5 Variables evaluadas en semilla y en los prototipos de deshidratador solar**

Las variables que se registraron en la semilla fueron: peso fresco inicial, peso seco a las 07:00, 16:00 y 19:00 horas para el prototipo uno; mientras que para el prototipo dos fue a las 08:30 y 16:30 horas, hasta lograr el peso constante. Además se registró la temperatura y humedad relativa interna del deshidratador así como en la parte externa, al momento del registro del peso de las semillas; lo cual se llevó a cabo con un termómetro ambiental con temperatura máxima de 45 °C y un higrómetro de reloj.

### **5.6 Análisis de datos**

Las variables registradas se capturaron en la hoja de cálculo de Excel™ y se construyeron gráficos para conocer el comportamiento de los datos en el tiempo y se obtuvo la ecuación de regresión lineal simple. Para ello se eligió el tipo de regresión que tuviera mayor coeficiente de determinación  $r^2$ .

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Recolección de semilla

Debido a la escases de la semilla de ramón en el estado por causa de la falta de lluvias en este año (2015); fue posible ubicar mediante estudios anteriores, los lugares de mayor presencia de la especie, siendo uno de ellos la zona arqueológica Dzibanché, ubicada a 78 km de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, la cual cuenta con diez hectáreas con árboles principalmente de ramón, que fue producto básico de alimento de la desaparecida cultura maya (Figura 2).



Figura 2. Zona arqueológica de Dzibanché.

Se observó que los árboles de ramón tienen una altura entre 12 y hasta 20 metros y un diámetro de hasta un metro, también se identificó que en tiempo de cosecha la mayor parte de las semillas se encuentran cerca de la base del tronco del árbol, como se presenta en la figura 3.



Figura 3. Recolección de semillas.

## **6.2 Proceso de deshidratación solar de las hojas**

Las etapas del proceso de recolecta y deshidratado de la hoja de ramón se presenta en la figura 4, donde se puede ver las etapas más importantes tales como el lavado, la selección de las hojas en condiciones óptimas, así como la toma de temperatura y humedad relativa tanto interna como externa del deshidratador, hasta alcanzar el peso constante, con lo cual finaliza el proceso de deshidratación.

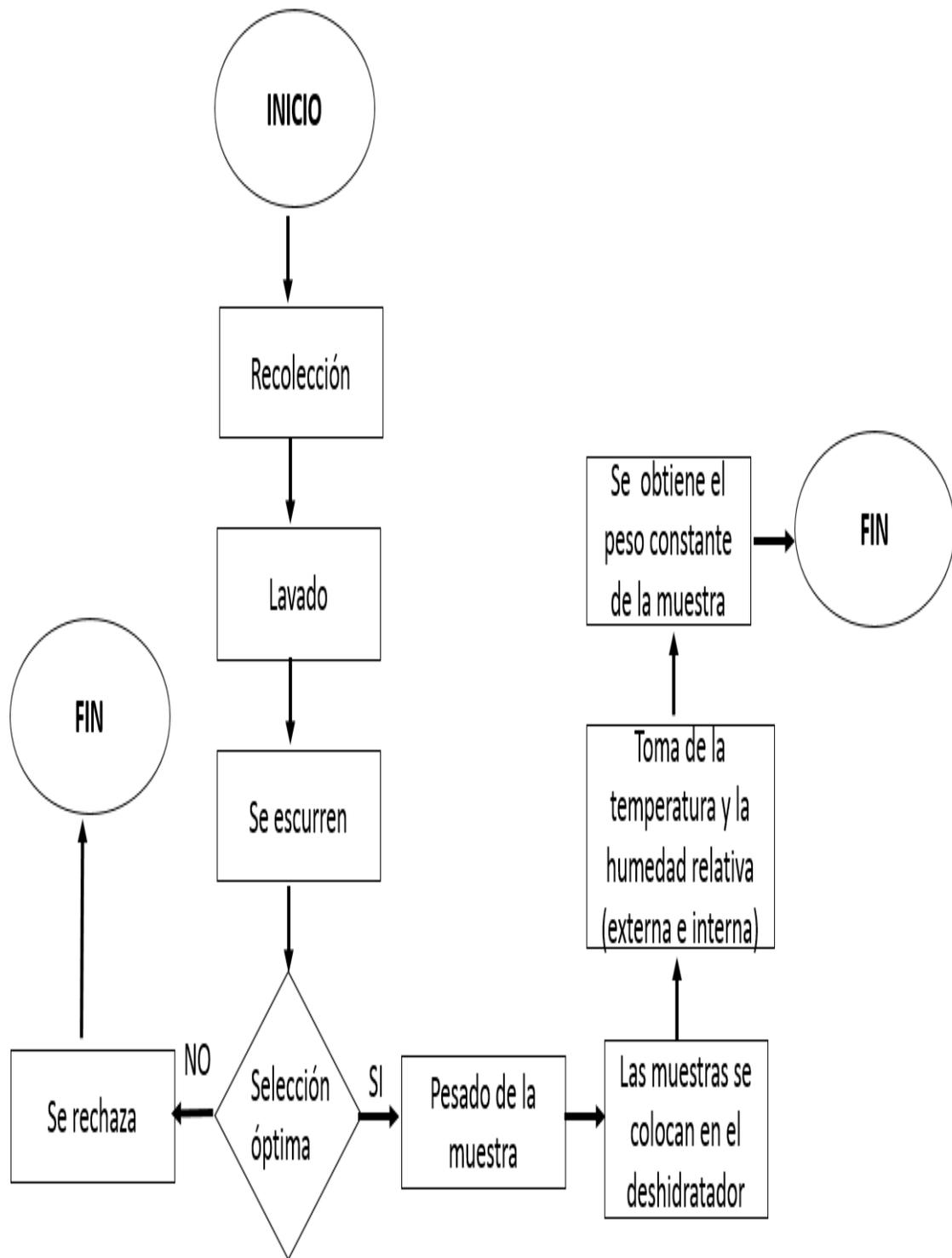


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de deshidratación solar de hoja de ramón.

### 6.3 Proceso de deshidratación solar de las semillas

Las etapas del proceso de recolecta y deshidratado de semilla de ramón se presenta en las figura 5, donde se puede ver las etapas más importantes tales como el lavado, la eliminación del mesocarpo, la selección de las semillas en condiciones óptimas, así como la toma de temperatura y humedad relativa tanto interna como externa del deshidratador, hasta alcanzar el peso constante, con lo cual finaliza el proceso de deshidratación.

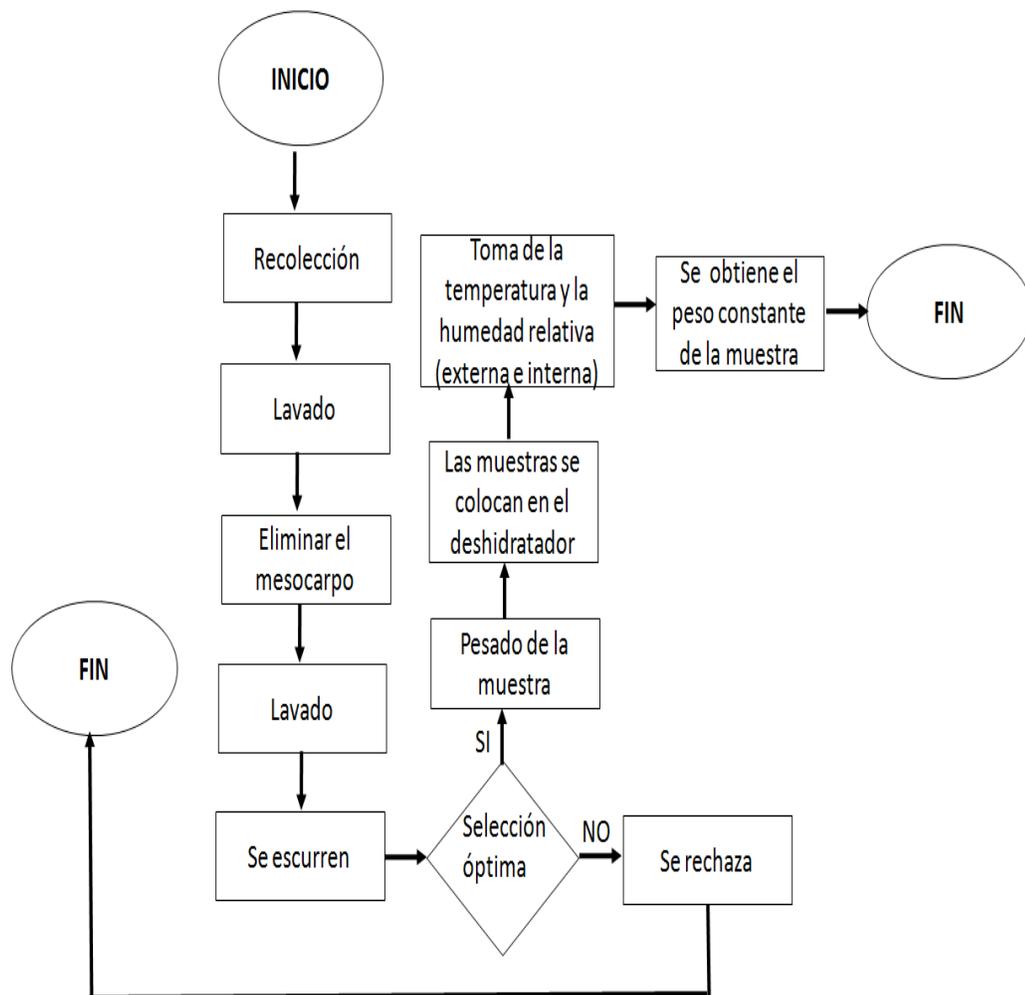


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de deshidratación solar de semilla de ramón.

## 6.4 Prototipo 1

Este prototipo consta de un colector solar, cámara de secado, una chimenea y una bandeja de secado (Figura 6).

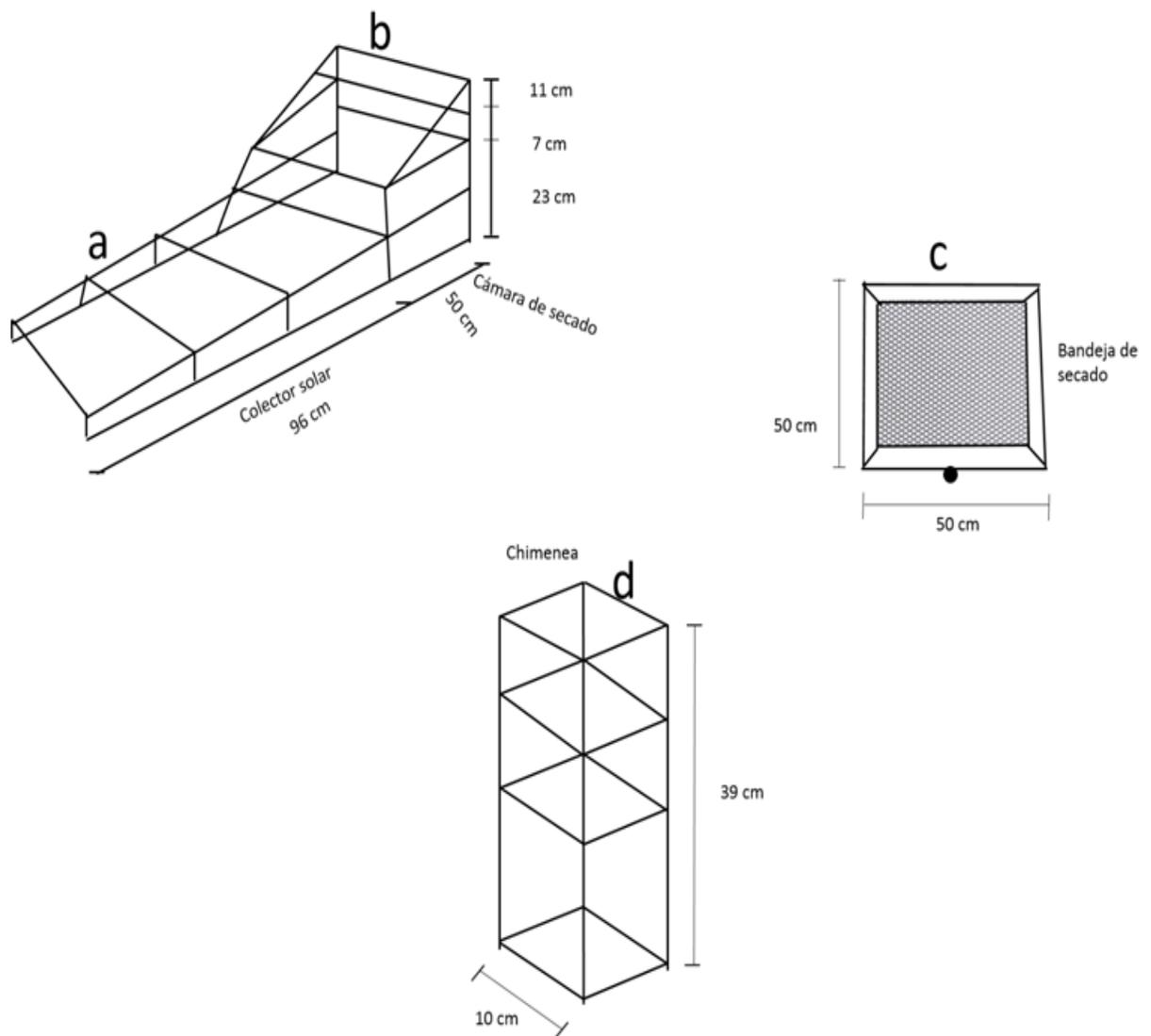


Figura 6. Estructura y partes que se componen el deshidratador 1.

La estructura fue construida con madera de pino, lámina galvanizada y forrada con plástico (Figura 7 y 8), tal y como se describen a continuación:

- a) Colector solar: Contiene un alerón que está forrado de plástico transparente, en los costados contienen lámina galvanizada cubierta de pintura de color negro.
- b) Cámara de secado: Está cubierta de plástico transparente, en sus costados y en la parte inferior se encuentra forrado con una lámina galvanizada cubierta de pintura de color negro, contiene una bandeja.
- c) Bandeja de secado: Es un cuadrado de armazón de madera con una pulgada de grosor, en la parte interior está cerrada con tela mosquitero, en la parte exterior contiene una rueda de madera donde se abre y se cierra una vez que se coloca las hojas y semillas de ramón.
- d) Chimenea: En sus cuatros lados está cubierta de plástico transparente, en la parte inferior se encuentra descubierta que permite la salida de aire, y en la parte superior es cubierta con tela mosquitero, para evitar que ingresen insectos.



Figura 7. Aspecto horizontal del prototipo uno.



Figura 8. Aspecto vertical del prototipo uno.

## 6.5 Prototipo 2

Este prototipo consta de dos colectores solares, cámara de secado, una chimenea y tres bandejas de secado (Figura 9).

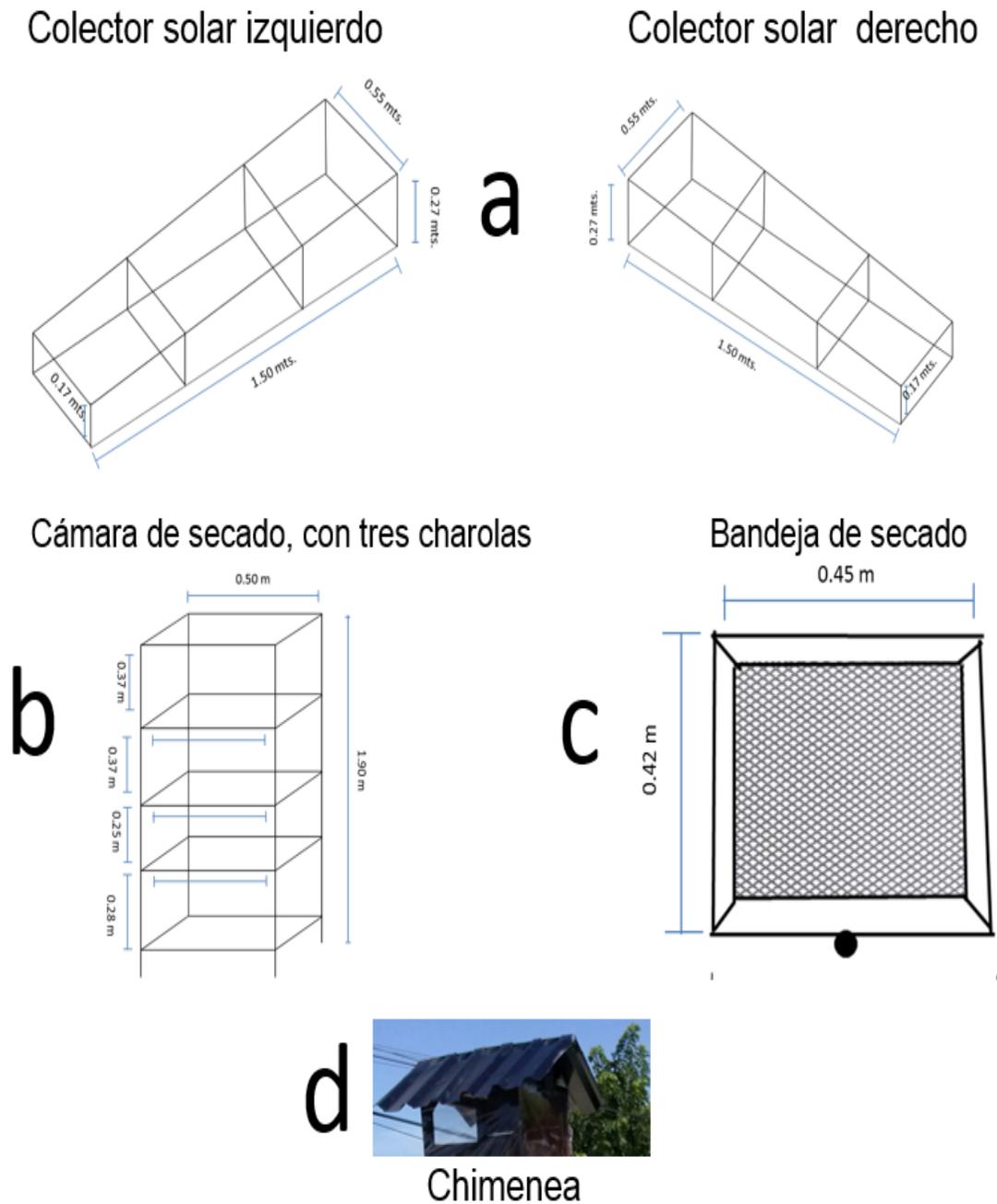


Figura 9. Estructura y partes que componen el deshidratador número 2.

La estructura fue construida con madera de pino y forrada con plástico y lámina galvanizada (Figura 10 y 11), tal y como se describen a continuación:

- a) Colector solar: Contiene dos alerones, uno izquierdo y el otro derecho, en sus costados y en la parte superior están cubierto de plástico transparente, en la parte inferior contiene lámina galvanizada cubierta de pintura de color negro.
- b) Cámara de secado: Contiene tres bandejas, está forrado de plástico transparente, en la parte inferior se encuentra con una lámina galvanizada cubierta de pintura de color negro.
- c) Bandeja de secado: Contiene tres cuadrados de armazón de madera con una pulgada de grosor, en la parte interior está cerrada con tela mosquitero; en la parte exterior contiene una puerta de madera donde se abre y se cierra una vez que se colocan las hojas y semillas de ramón.
- d) Chimenea: La parte superior de la cámara de secado se cubre con una lámina la cual hace función de chimenea.



Figura 10. Procedimiento en la construcción del deshidratador número 2.



Figura 11. Aspecto del prototipo 2.

De acuerdo a la FAO (2005), el mejor material para la construcción de los deshidratadores solares son: aluminio, madera y acero inoxidable, por lo que en el presente trabajo se optó por la madera, ya que representa un menor costo, además de ser un material abundante en la zona. Para el presente trabajo, los costos de los prototipos diseñados se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Costos de los materiales de los diseños.

Prototipo 1				Prototipo 2			
Descripción	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	Descripción	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Tablas	10 piezas	25.00	250.00	Tablas	30 piezas	25.00	750.00
Clavos ½"	1 k	38.00	38.00	Clavos ½	3 k	38.00	114.00
Pegamento	1 l	40.00	40.00	Pegamento	2 l	40.00	40.00
Ahulado	5 m	15.00	75.00	Ahulado	7 m	15.00	105.00
Tornillos	20 piezas	10.00	10.00	Tornillos	50 piezas	25.00	25.00
Pijas	10 piezas	10.00	10.00	Pijas	30 piezas	30.00	30.00
Pintura	3 botes de spray	35.00	105.00	Pintura	7 botes de spray	35.00	245.00
Lámina galvanizada	1 pieza	150.00	150.00	Lámina galvanizada	2 pieza	150.00	300.00
Grapas	1 paquete	25.00	25.00	Lamina de zinc	1 pieza	150.00	150.00
Tela mosquitero	2 m	12.00	24.00	Grapas	4 paquetes	25.00	100.00
				Tela mosquitero	4 m	12.00	48.00
<b>Totales</b>			<b>\$ 727.00</b>	<b>Totales</b>			<b>\$ 1907.00</b>

Se observa que el costo del prototipo uno es menor, debido a que sólo consta de una charola para el secado de los alimentos y se construyó con menos materiales, a diferencia del prototipo dos que tiene más dimensiones y tres charolas, lo cual permite secar tres veces mayor cantidad de hojas y semillas, esto, permite un menor costo en el secado.

## 6.6 Medición de condiciones ambientales

La humedad relativa y la temperatura interna del deshidratador fueron mayor con respecto al exterior, lo que ayudó a una rápida pérdida de humedad en las semillas, de igual modo se puede decir, que cuando la temperatura aumenta durante el día la humedad relativa disminuye, mientras que en la noche cuando la temperatura desciende la humedad relativa aumenta (Figuras 12 y 13).

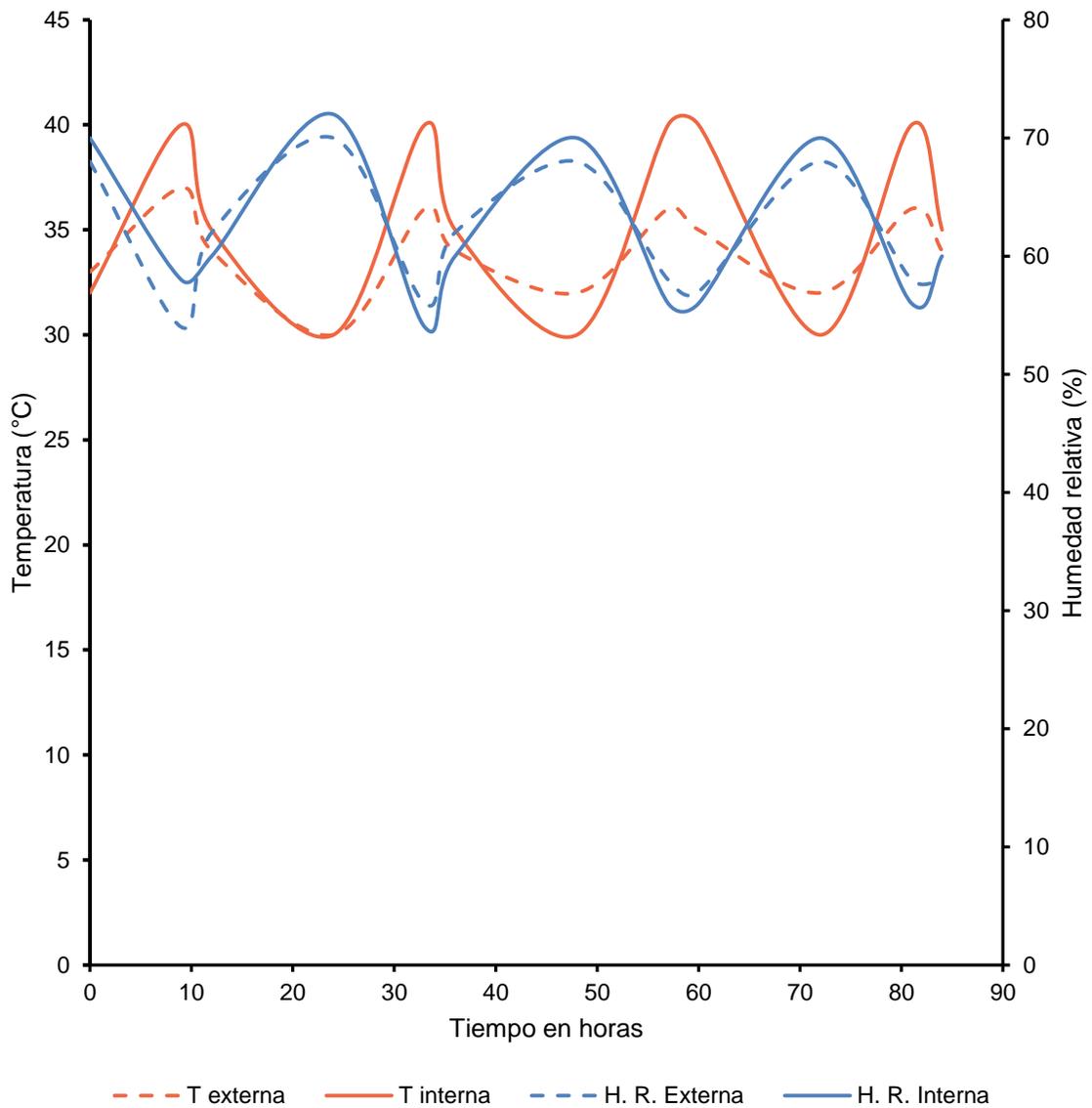


Figura 12. Muestra 1 de 200 g de semillas.

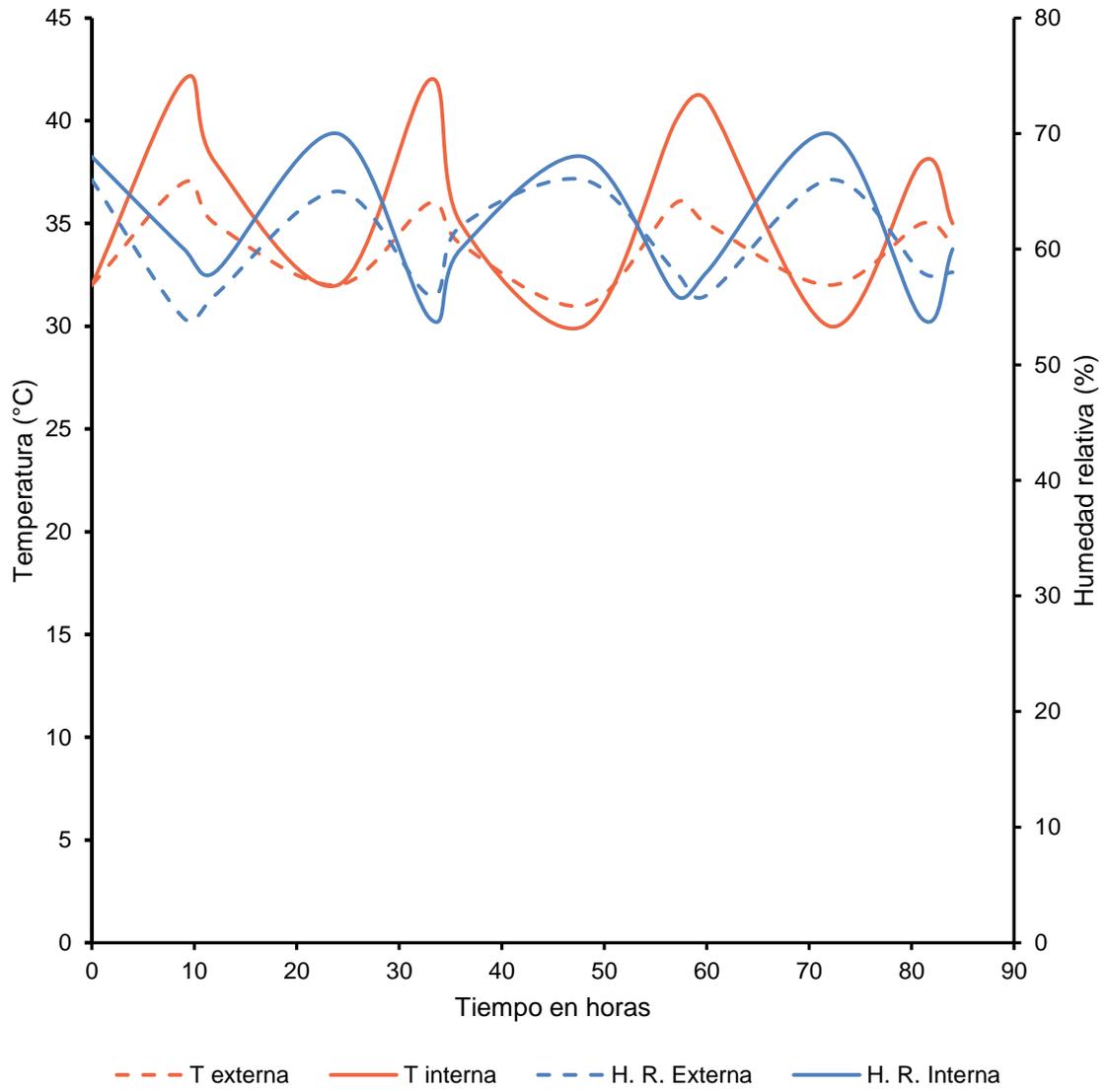


Figura 13. Muestra 2 de 200 g en semilla

Cuando existe días lluviosos la humedad relativa disminuyen, a comparación de los días sin lluvias donde la humedad relativa y la temperatura interna del deshidratador fueron mayores con respecto al exterior, lo que ayudó a una rápida pérdida de humedad en las semillas. En las noches cuando la temperatura desciende la humedad relativa aumenta (Figura14).

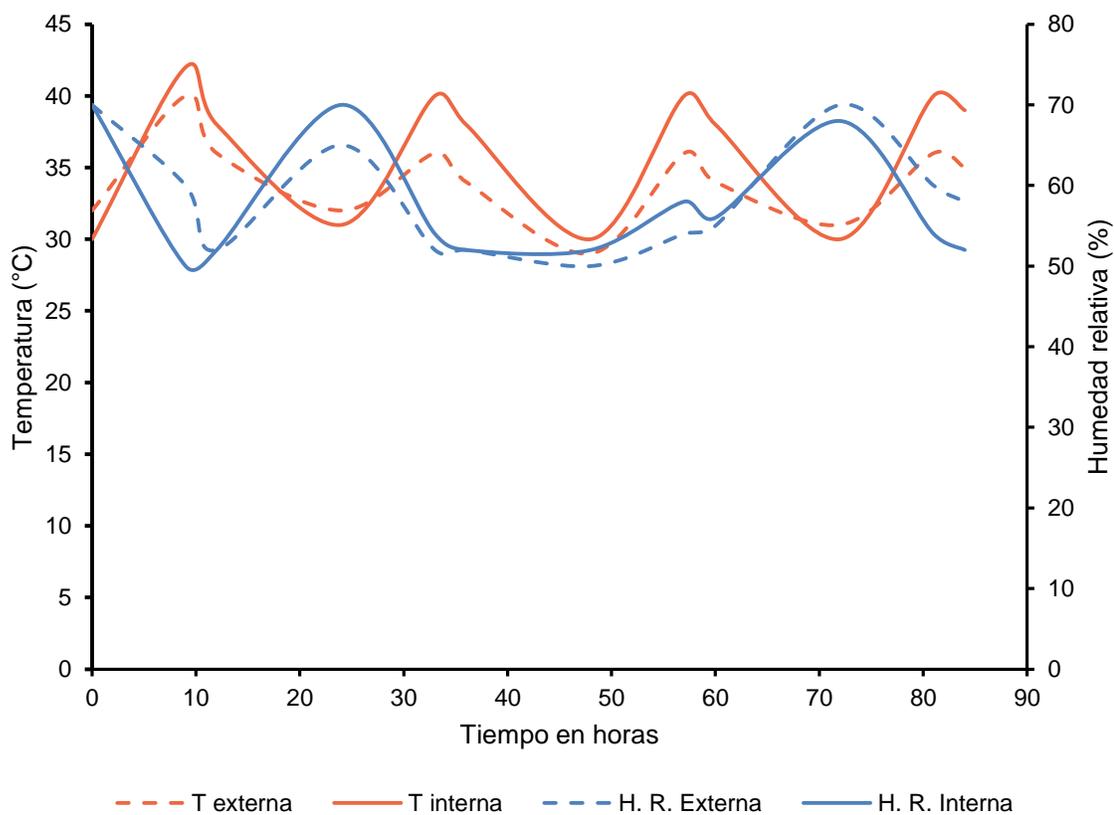


Figura 14. Muestra 1 de 100 g de semilla.

La humedad relativa y la temperatura interna del deshidratador fueron mayor con respecto al exterior, lo que ayudó a una rápida pérdida de humedad en las semillas, de igual modo se puede decir, que cuando la temperatura aumenta durante el día la humedad relativa disminuye, mientras que en la noche cuando la temperatura desciende la humedad relativa aumenta (Figura 15).

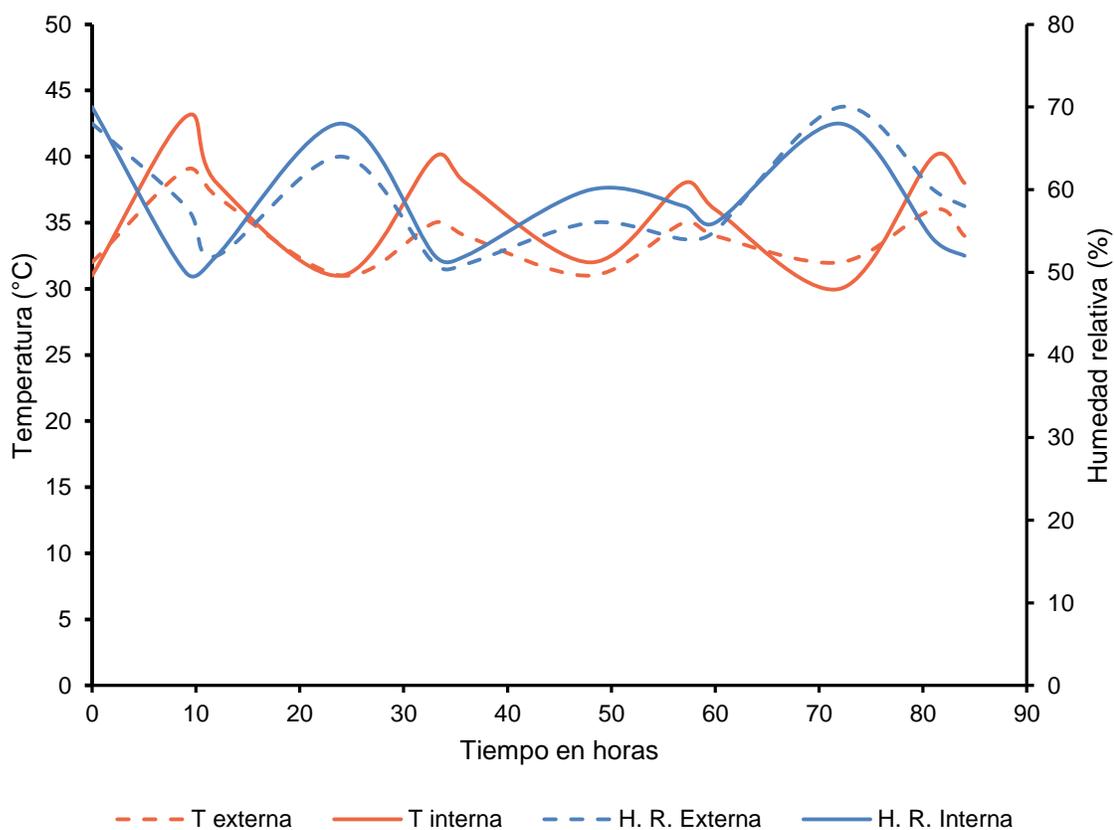


Figura 15. Muestra 2 de 100 g de semilla

Cuando existen días lluviosos temperaturas y la humedad relativa disminuyen, sin embargo el deshidratador realiza la función de secado, figura 16.

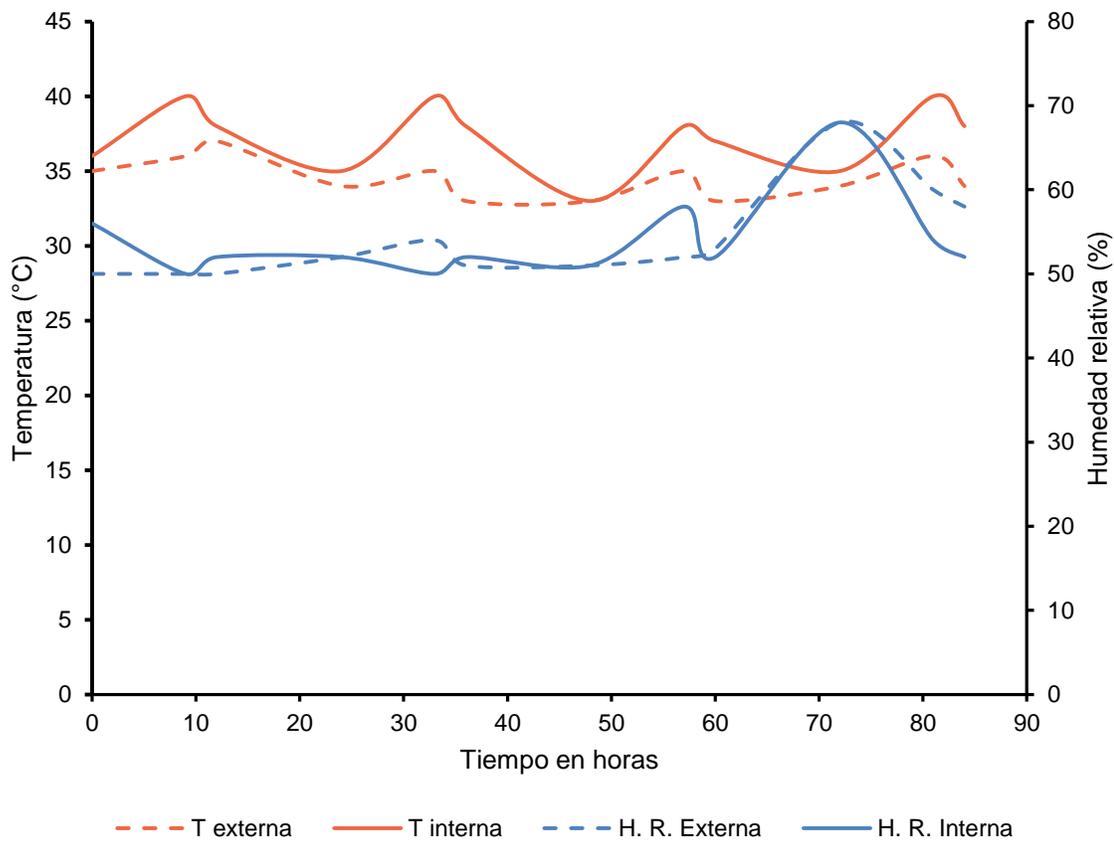


Figura 16. Muestra 3 de 100 g en semillas

Cuando existen días lluviosos temperaturas y la humedad relativa disminuyen, sin embargo el deshidratador realiza la función de secado, figura 17.

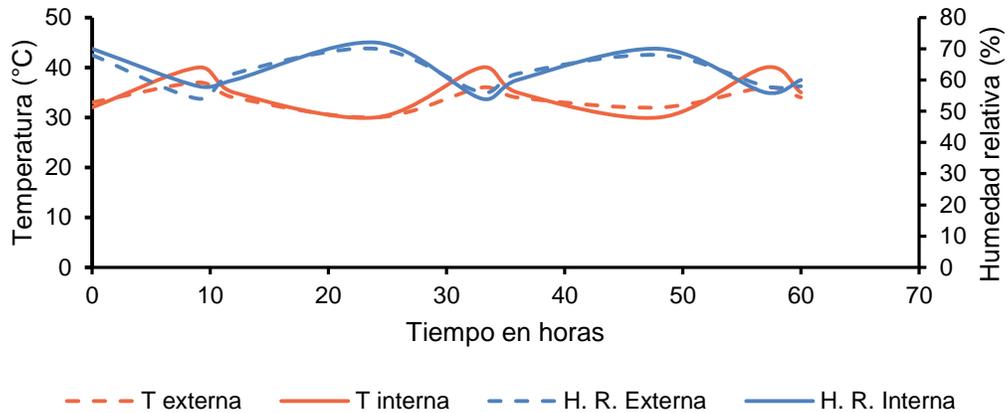


Figura 17. Muestra 1 de hojas en 50 g

Cuando la temperatura aumenta durante el día la humedad relativa disminuye, mientras que en la noche cuando la temperatura descende la humedad relativa aumenta (Figura 18).

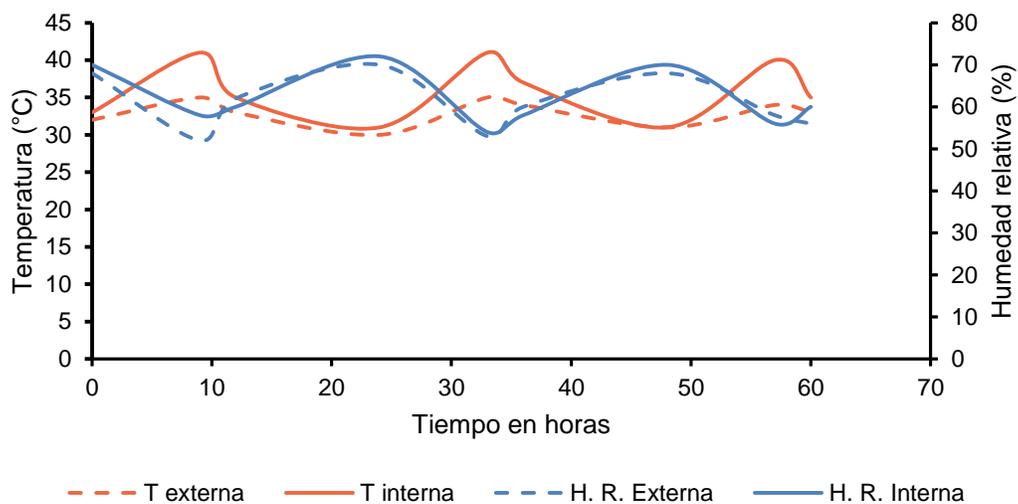


Figura 18. Muestra 2 de hojas en 50 g

En el prototipo 2 se presentan los resultados:

En el periodo del 22 de septiembre al 8 de octubre del año 2015, en el cual se realizaron las pruebas del prototipo 2, hubo una gran variación en la temperatura y por ende en la humedad, ya que durante ese tiempo hubo lluvias, frio y mucho calor, como se puede observar en la gráfica 19.

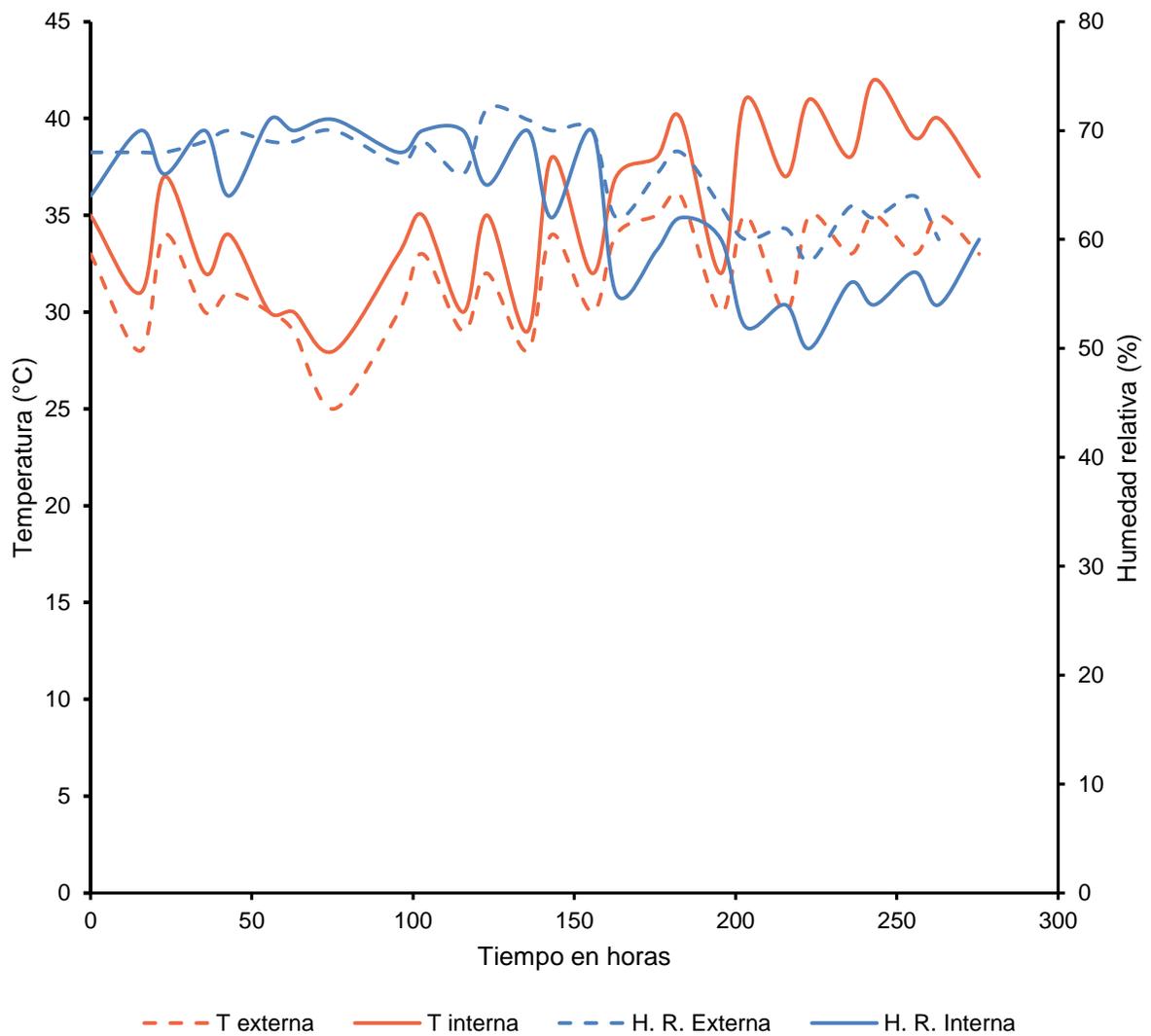


Figura 19. Muestra de 200 g en semilla de ramón.

## 6.7 Resultados de secado de los prototipos

Los resultados del Prototipo 1 son las siguientes:

En la figura 20. Se puede notar que la unión de la pérdida de peso y la pérdida de agua se registró a partir de las 81 horas aproximadamente, en 108 horas las muestras alcanzaron su peso constante, para el caso de la muestra 1 perdió 52.74 % de peso, para la muestra 2 perdió 56 % de peso. Durante el día de las primeras 48 horas, hubo una mayor pérdida de peso, para la muestra 1 (39.30 %), para la muestra 2 (36 %).

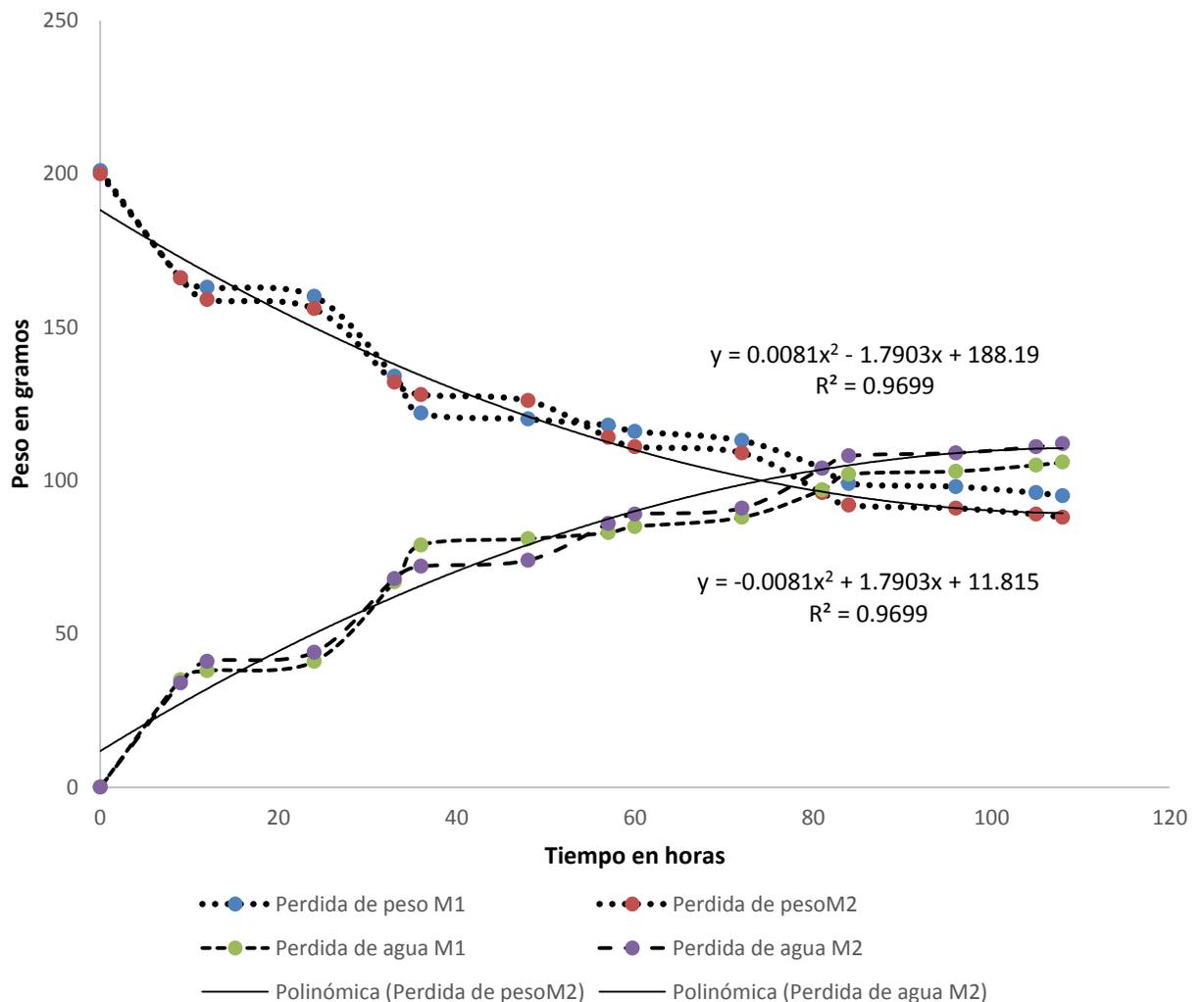


Figura 20. Muestra de pérdida de peso y agua en la semilla en una muestra de 200 g

Se representa la pérdida de agua en el cuadro 3.

Cuadro 3. Comportamiento de las muestras en 200 g.

<b>Muestras 200 g en semillas</b>								
<b>Peso de muestras y pérdida de agua</b>								
Horas	00:00 h		48 h		60 h		108 h	
Muestras	M 1	M 2	M 1	M 2	M 1	M 2	M 1	M 2
Peso de la muestra	201 g	200 g	120 g	126 g	116 g	111 g	95 g	88 g
Pérdida de agua	0 g	0 g	81 g	74 g	85 g	89 g	106 g	112 g

En la figura 21. Se puede notar que la unión de la pérdida de peso y la pérdida de agua se registró a partir de las 84 horas aproximadamente, en 108 horas las muestras alcanzaron su peso constante, para el caso de la muestra 1 se perdió 51 % para la muestra 2 se perdió 55 y para la muestra 3 se perdió 52%. Durante el día de las primeras 48 horas, hubo una mayor pérdida de peso, para la muestra 1 (35 %), para la muestra 2 (40.2 %), para la muestra 3 (35.58 %).

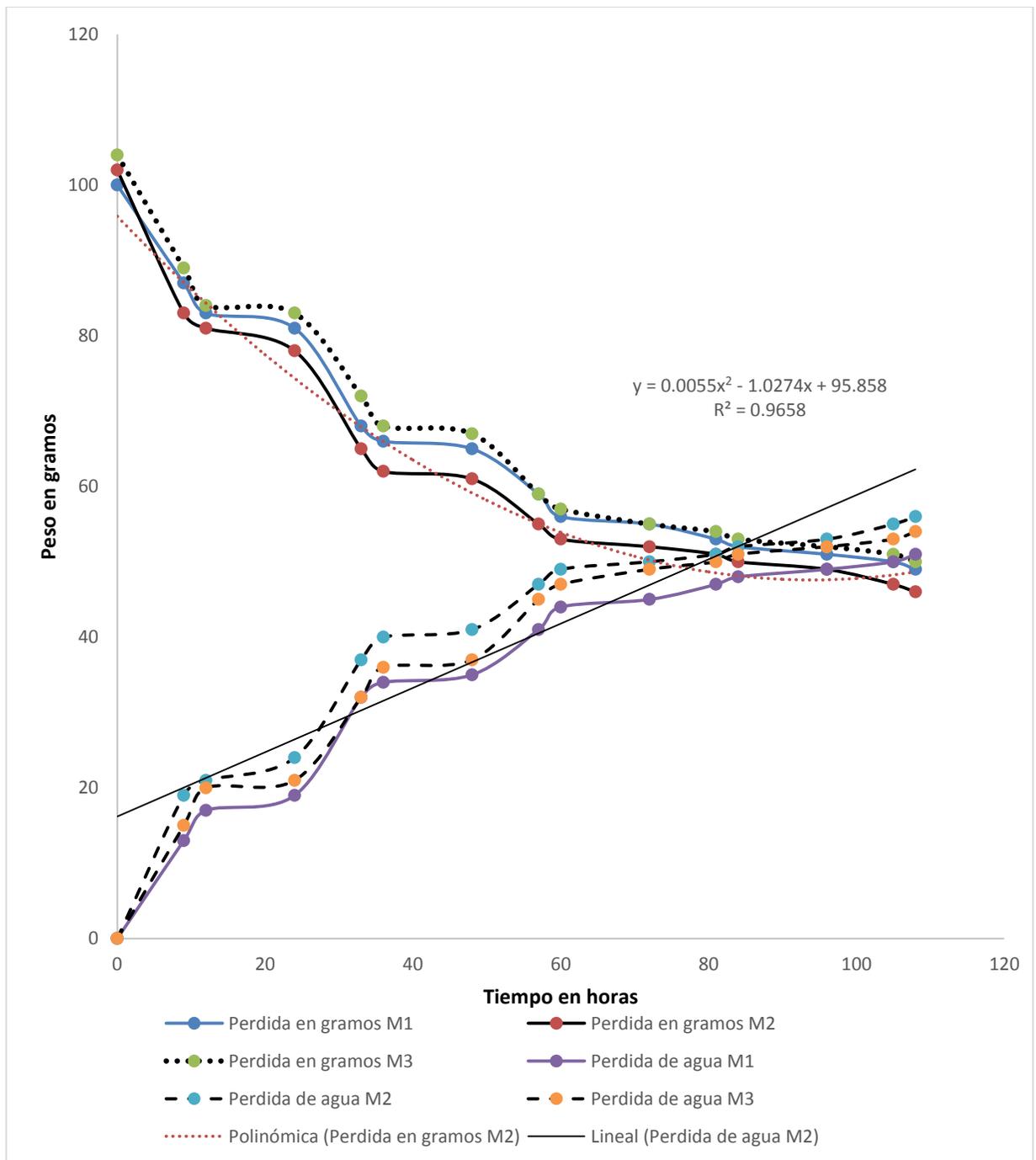


Figura 21. Pérdida de peso y agua en la semilla en una muestra de 100 g

Se representa la pérdida de agua en el cuadro 4.

Cuadro 4. Comportamiento de las muestras en 100 g.

Muestras 100 g en semillas												
Peso de muestras y pérdida de agua												
Horas	00:00 h			48 h			60 h			108 h		
Muestra	M 1	M 2	M 3	M 1	M 2	M 3	M 1	M 2	M 3	M 1	M 2	M 3
Peso de la muestra	100 g	102 g	104 g	65 g	61 g	67 g	56 g	53 g	57 g	49 g	46 g	50 g
Pérdida de agua	0 g	0 g	0 g	35 g	41 g	37 g	44 g	49 g	47 g	51 g	56 g	54 g

En la figura 22. Se puede notar que en 72 horas se obtuvo el peso constante, la muestra 1 perdió 12 % de peso y la muestra 2 perdió 12.25 % de peso.

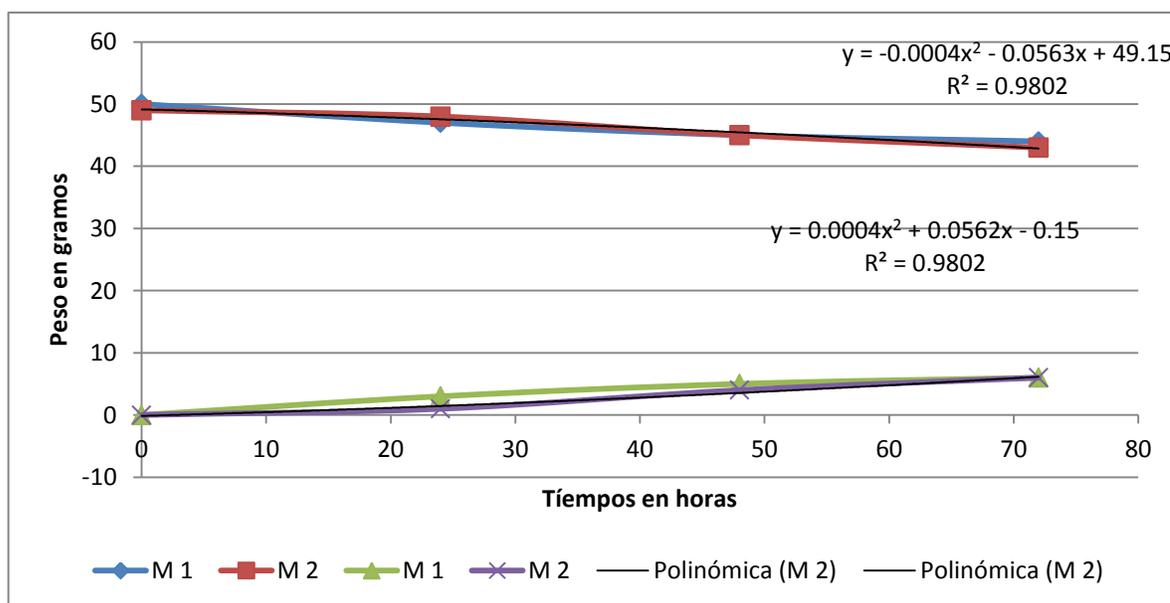


Figura 22. Gráfica en muestras de 50 gramos de hojas.

Se representa la pérdida de agua en el cuadro 5.

Cuadro 5. Comportamiento de las muestras 50 g en hojas.

Muestras de 50 g en hojas								
Peso de muestras y pérdida de agua								
Horas	00:00 h		24 h		48 h		108 h	
Muestras	M 1	M 2	M 1	M 2	M 1	M 2	M 1	M 2
Peso de la muestra	50 g	49 g	47 g	48 g	45 g	45 g	44 g	43 g
Pérdida de agua	0 g	0 g	3 g	1 g	5 g	4 g	6 g	6 g

Se observa una gran variación en la temperatura y por ende en la humedad, ya que durante ese tiempo hubo lluvias, frío y mucho calor, como se observa en la figura 23.

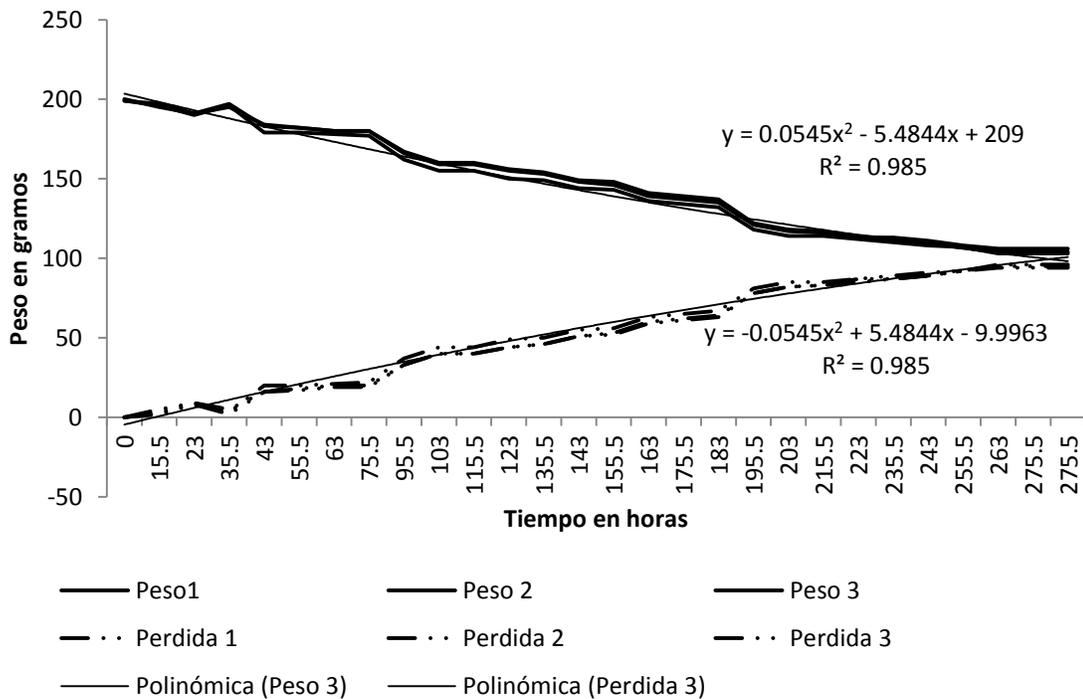


Figura 23. Pérdida de peso y agua en la semilla del prototipo 2.

De acuerdo al análisis de los datos de los dos deshidratadores se pudo observar lo siguiente:

La humedad de equilibrio de un producto es la humedad más baja a la que puede llegar dicho producto deshidratado, bajo condiciones específicas de temperatura y humedad del aire circundante. Los alimentos rara vez se deshidratan hasta su contenido de humedad de equilibrio, ya que en este punto el alimento se encuentra demasiado ávido de agua y cualquier cambio en el medio ambiente circundante (temperatura y/o humedad) puede provocar una adsorción indeseable de agua por parte del alimento, (Colina Irezabal, 2014).

En el prototipo 1. Se puede notar que el peso constante en semillas se registro a partir de las 108 horas aproximadamente y para el caso de las hojas a 72 horas. Durante el día de las primeras 48 horas, hubo una mayor pérdida de humedad, en las muestras de 200 g en semillas se registró (más del 36%), mientras que en las muestras de 100 g en semillas se perdió (más del 35%), en el caso de las muestras de 50 g en hojas de ramón se perdió (más del 10%). El tiempo restante, la pérdida es menor y en mayor tiempo.

En el prototipo 2. Se puede notar que el peso constante se registró a 275 horas, por causas de una gran variación en la temperatura y por ende en la humedad, ya que durante ese tiempo hubo lluvias, frio y mucho calor.

## **VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES**

### **7.1. Problemas resueltos**

#### **Agregar el problema resuelto en cuanto al diseño del proceso**

Los prototipos realizados permiten la utilización de energía sustentable, con lo cual se ahorran los costos en el secado, y puede ser utilizado por comunidades alejadas que no cuentan con energía eléctrica, que permite mantener la materia prima durante más tiempo en anaquel, para su venta o autoconsumo.

### **7.2. Limitantes**

La principal limitante fue la falta de lluvias en este año, que afectó la producción de semillas de ramón, lo cual generó un costo mayor en la logística de cosecha, porque fue necesario trasladarse a diferentes partes del estado para recolectarlas sin tener éxito.

Por el tiempo y los recursos económicos que se tuvieron para la investigación sólo fue posible la realización de dos prototipos.

## VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS

El propósito de este trabajo es establecer las normas, mecanismos y actividades que fueron aplicadas en la planeación, operación para la acreditación de la Residencia Profesional; de esta forma los residentes aplicaron competencias que adquirieron durante el transcurso de la carrera como son (taller de investigación, fundamentos de química y física, ingeniería de procesos, desarrollo de nuevos productos, calculo, el emprendedor y la innovación). Se mencionan las competencias:

### Competencias instrumentales

- ✓ Capacidad de análisis y síntesis
- ✓ Capacidad de organizar y planificar
- ✓ Conocimientos básicos de la carrera
- ✓ Comunicación oral y escrita
- ✓ Habilidades básicas de manejo de la computadora
- ✓ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas
- ✓ Solución de problemas
- ✓ Toma de decisiones.
- ✓ Utilizar modelos matemáticos para la toma de decisiones.
- ✓ Elaborar diagramas y procesos de producción.

### Competencias interpersonales

- ✓ Capacidad crítica y autocrítica
- ✓ Trabajo en equipo
- ✓ Habilidades interpersonales
- ✓ Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas
- ✓ Capacidad de trabajar en equipo multidisciplinario

### Competencias sistémicas

- ✓ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- ✓ Habilidades de investigación
- ✓ Capacidad de aprender
- ✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- ✓ Habilidad para trabajar en forma autónoma
- ✓ Búsqueda del logro.

## **IX. CONCLUSIONES**

En el diseño del proceso de deshidratación solar las etapas importantes como el lavado que consiste en eliminar el polvo que por higiene se realizó, la selección de las semillas que consistió en obtener semillas óptimas con características como son: color agradable, el tamaño y frescura, con la finalidad de establecer un proceso que sea de utilidad para los productores de las diferentes comunidades.

Para la construcción de los prototipos se realizaron investigaciones didácticas, la base fue un modelo de utilidad y al libro Física de la energía solar. Permitted que los deshidratadores solares sean económicos y eficaces en el secado de hoja y semilla de ramón, así la materia prima podrá ser utilizada en la obtención de productos.

El costo de los prototipos: Prototipo 1 \$ 727.00 y prototipo 2 \$ 1907.00. Se indica que el prototipo 1 contiene una bandeja de secado (menor cantidad de semillas), y el prototipo 2 contiene tres bandejas de secado (mayor cantidad de semillas).

En la evaluación de los prototipos se indica: que el prototipo 1 a las 108 horas aproximadamente, obtuvo secado de semillas de ramón, y a las 72 horas aproximadamente, el secado de hojas de ramón. En el prototipo 2 por condiciones climatológicas tardó con mayor tiempo la deshidratación de las semillas de ramón.

En general se determina que la humedad relativa y la temperatura interna del deshidratador fueron mayor con respecto al exterior, lo que ayudó a una rápida pérdida de humedad, de igual modo se puede decir, que cuando la temperatura aumenta durante el día la humedad relativa disminuye, mientras que en la noche cuando la temperatura desciende la humedad relativa aumenta.

El impacto de los resultados obtenidos en la investigación de campo “Diseño del proceso de deshidratador solar para hojas y semillas del árbol del ramón (*Brosimum alicas* Swartz)” en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya y al Estado de Quintana Roo, será una herramienta de oportunidad en desarrollo económico.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almanza Salgado, R. (Mayo de 2008). *Energía y cambio climático: Energías renovables*. Recuperado el 26 de 05 de 2015, de <http://aplicaciones.iingen.unam.mx/ConsultasSPII/DetallePublicacion.aspx?id=691>
- Almazar, R., & Muñoz, F. (1994). *Ingeniería de la Energía Solar*. Mexico.
- Bidwell, R. (2002). *Fisiología vegetal* (Vol. Primera edición en español). Kingston, Ontario, Canadá: AGT EDITOR, S.A.
- Campos, C. E. (1990). *Física de la energía solar*. México, Universidad Autónoma Chapingo.
- Chavarría Arauz, N. I., & Jallow, A. (2012). Elaboración de un deshidratador solar para la conservación artesanal de alimentos obtenidos en huertas familiares en las instalaciones de la U. P. T. P. Luis Mariano Rivera Carupano ,estado Sucre 2011. Venezuela: Universidad Politécnica Territorial de Paria.
- Chavarría, N. L. (2012). Elaboración de un deshidratador Solar para la Conservación Artesanal de los Alimentos obtenidos en las Huertas Familiares en las Instalaciones de la U.P.T.P. Luís Mariano Rivera Carúpano Estado Sucre 2011. Carúpano, Sucre, Venezuela.
- Colina Irezabal, M. L. (2014). *Deshidratación de alimentos*. Distrito Federal: trillas.
- COMISIÓN NACIONAL FORESTAL. (2009). *RAMÓN (Brosimum alicastrum Swartz) Protocolo para su Colecta, Beneficio y Almacenaje*. Recuperado el 12 de mayo de 2015, de [http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/19/1301RAMON%20\(Brosimum%20alicastrum%20Swartz.\)%20Yucat%C3%A1n.pdf](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/19/1301RAMON%20(Brosimum%20alicastrum%20Swartz.)%20Yucat%C3%A1n.pdf)
- EnergiaSolar.mx. (8 de 12 de 2015). *EnergiaSolar.mx*. Obtenido de <http://www.energiasolar.mx/secador-solar/es-secador-o-deshidratador-solar-ventajas-las-secadoras-solares.html>
- FAO. (01 de 10 de 2015). *Depósito de documentos de la FAO*. Obtenido de Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural: <http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S05.HTM>

- Gallego, J. F. (2012). *Aplicación de normas y condiciones higiénico-sanitarias en restauración*. España: Ediciones Paraninfo, S. A.
- García, L. E., Mejía, M. F., Mejía, D. J., & Valencia, C. A. (10 de Diciembre de 2012). Diseño y construcción de un deshidratador solar de frutos tropicales. *Revista avances*.
- Gutiérrez Avila, J. (01 de 10 de 2015). Deshidratador de alimentos con colectores solares planos y aceite de coco, como fluido de trabajo. Acapulco, Guerrero, México.
- Guzmán, R. R., & Segura, V. E. (1991). *Introducción a la tecnología de alimentos*. Bogotá, Colombia: UNISUR.
- ITZM, Instituto Tecnológico de la Zona Maya. (2015). *¿Quiénes somos?* Recuperado el 26 de Mayo de 2015, de <http://www.itzonamaya.edu.mx/web/nhistoria.php>
- Jiménez, I. G. (20 de Noviembre de 2012). Diseño y Construcción de un Secador Solar para Secado de Setas. Xalapa de Enríquez, Veracruz, México.
- López Campos, C. E. (1900). *Física de la energía solar* (Primera edición en español ed.). Toluca, México, México: UACH.
- Martin de Santa Olalla Mañas, P. L. (2005). *Agua y Agronomía*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Ormeño, L. M. (2004). *Cosecha de semilla de Ramón*. Guatemala.
- Renovables, P. d. (2013). *Sitiosolar.com*. Recuperado el 12 de Mayo de 2015, de <http://www.sitiosolar.com/los-deshidratadores-solares/>
- Ruby Quitan, M. L. (07 de Abril de 2014). *Red de universidades abiertas UNI3*. Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de <http://ruauni3.org/index.php/2014-03-17-01-45-30/item/66-i-exposicion-de-conservacion-y-preservacion-de-alimentos>
- Scientia et Technica. (abril de 2005). *Disponibilidad Térmica Solar y su Aplicación en el Secado de Granos*.
- Vanegas, L. A. (24 de octubre de 2009). Validación del uso de un secador Solar de Café en Pergamino, en fincas de pequeños productores del municipio de San Rafael del Norte. Estelí, Nicaragua.

Zapata Montoya, J. E. (1998). Determinación de parámetros cinéticos del alcohol etílico como agente osmodeshidratante. 101 paginas. Medellín, Colombia: Tesis (Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos).