



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN  
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPUS CÓRDOBA  
POSTGRADO EN AGROINDUSTRIA

**DESHIDRATADOR SOLAR PARA  
PRODUCTOS AGRÍCOLAS**

**CRESCENCIO ALEJANDRO HERNÁNDEZ SANTANA**

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRIA TECNOLÓGICA EN AGROINDUSTRIA**

CÓRDOBA  
2010

---

La presente tesis titulada: “**Deshidratador Solar para Productos Agrícolas**“, realizada por el alumno: **Crescencio Alejandro Hernández Santana**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRIA TECNOLÓGICA EN AGROINDUSTRIA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: \_\_\_\_\_  
DR. HIPÓLITO ORTIZ LAUREL

ASESOR: \_\_\_\_\_  
DRA. KATIA A. FIGUEROA RODRIGUEZ

ASESOR: \_\_\_\_\_  
DR. FRANCISCO HERNANDEZ ROSAS

ASESOR: \_\_\_\_\_  
DR. RAFAEL ARTURO MUÑOZ-MARQUEZ TRUJILLO

Heroica Córdoba, a 18 de Enero del 2010

## INDICE

RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
DEDICATORIA.....	V
1.- INTRODUCCIÓN .....	1
2.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1.- Importancia del nopal .....	2
2.2.- Volúmenes de producción de nopal y maneras de alimentación al ganado ...	4
2.3.- Identificación de los mejores clones del nopal para forraje de rumiantes.....	8
2.4.- Secado de productos.....	10
2.5.- Curvas de secado.....	15
2.5.1.- Determinación de curvas de secado del nopal forrajero .....	19
2.5.2.- Cinética del secado en secador solar convectivo .....	21
2.5.3.- Cinética del secado sobre las características mecánicas .....	22
3.- JUSTIFICACIÓN .....	24
3.1.- Análisis de proveedores de maquinaria y equipo para la industria agroalimentaria .....	24
4.- OBJETIVOS.....	29
5.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
5.1.- Registro del comportamiento del nopal expuesto al .....	30
proceso de deshidratación.....	30
5.2.- Identificación de los requerimientos de operación del equipo .....	34
5.3.- Caracterización tecnológica del equipo .....	35
6.- FUNDAMENTOS DE DISEÑO DEL DESHIDRATADOR.....	36
6.1. - Tecnología experimental disponible .....	36
6.2.- Tecnología del extractor atmosférico.....	38
6.3.- Tecnología de colector solar aplicable .....	42
7.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
7.1.- Pruebas de secado en laboratorio.....	46
7.2.- Descripción de componentes principales del equipo.....	54
8.- DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO .....	56
8.1 Recomendaciones para el desarrollo del prototipo.....	58
9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	64
10.- LITERATURA CONSULTADA .....	65
Anexo.....	68
PLAN DE NEGOCIOS.....	68

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Variedad Cactáceas Patio interior COLPOS San Luis Potosí Fuente: Elaboración propia. ....	3
Fig. 2 Nopal con Tunas Fuente: Elaboración propia .....	3
Fig. 3. Campo Experimental en cultivo de nopal del Campus San Luis Potosí. ....	8
Fig. 4 Piezas de nopal deshidratado sobre charolas de secado. ....	11
Fig. 5 Cinética del secado. ....	11

Fig. 6 Curva típica de secado de un alimento. ....	12
Fig. 7 Actividad del agua. ....	13
Fig. 8 Isotermas típicas de adsorción y desorción de un alimento .....	16
Fig. 9 Curvas de velocidad de secado normalizadas. ....	17
Fig. 10 Cinética de pérdida de peso. ....	19
Fig. 11 Registro de parámetros básicos de la penca de nopal. Foto: Alejandro Hernández Santana. ....	31
Fig. 12 Comparación de los tamaños de la penca a su ingreso al horno de cocción. Foto: Alejandro Hernández Santana. ....	31
Fig. 13 Muestras de cladodios de nopal para caracterizar su forma y dimensiones. Foto: Alejandro Hernández Santana. ....	32
Fig. 14 Molino de rodillos para el machacado y extracción del líquido del nopal. Foto: Alejandro Hernández Santana. ....	32
Fig. 15 Horno eléctrico de convección utilizado para la deshidratación del nopal en el Campus San Luis Potosí. Foto: Alejandro Hernández Santana. ....	33
Fig. 16 Representación esquemática de un deshidratador solar. (1) colector solar, (2) dirección del flujo de aire, (3) ventilador, (4) dirección de la aspiración, (5) caja de control del equipo, (6) sistema auxiliar de calentamiento, (7) cuerpo o vagón desplazable, (8) abanico de secado, (9) paleta de reciclado del aire, (10) control de pedal para inclinación, (11) salida del aire, (12) sensores de humedad, (13) sensores de temperatura. Fuente: Lahsasni et al, 2004. ....	38
Fig. 17 Extractor atmosférico comercial. Foto: Alejandro Hernández Santana. ....	40
Fig. 18 Comportamiento de la expulsión de del extractor con la variación de la velocidad del viento. Fuente: Pruebas Industrias GM, Bogotá, Colombia. industriasgm@gmail.com .....	40
Fig. 19 Comparación de características físicas de las muestras de nopal verdura. .	47
Fig. 20 Comparación de resultados obtenidos de las muestras de nopal verdura deshidratadas en el horno eléctrico doméstico. ....	47
Fig. 21. Agrupación por tamaño del lote general de muestras de pencas para deshidratación. ....	48
Fig. 22 Comparación del proceso de deshidratado de una muestra grande y una pequeña en condiciones similares de prueba. ....	50
Fig. 23 Vista frontal de la maqueta a escala: puertas y charolas. Foto: Alejandro Hernández Santana .....	59
Fig. 24 Vista posterior de la maqueta a escala: colector solar. Foto: Alejandro Hernández Santana .....	59
Fig. 25 Vista del conjunto de la maqueta a escala con colector solar. Foto: Alejandro Hernández Santana .....	60
Fig. 26 Vista del conjunto de la maqueta a escala con puertas cerradas. Foto: Alejandro Hernández Santana .....	60
Fig. 27 Croquis del equipo. Cuerpo del colector solar y porta charola. ....	61
Fig. 28 Croquis del equipo y base de tiro. ....	61
Fig. 29 Croquis del equipo. Cuerpo de charolas. ....	62
Fig. 30 Croquis del equipo puertas. ....	62
Fig. 31 Croquis del equipo, Extractor atmosférico y tiro. ....	63
Fig. 32 Croquis del equipo. Extractor atmosférico y tiro. ....	63

# **DESHIDRATADOR SOLAR PARA PRODUCTOS AGRICOLAS CRESCENCIO ALEJANDRO HERNÁNDEZ SANTANA, M.T.**

**Colegio de Postgraduados, 2010**

## **RESUMEN**

En México un gran porcentaje de la comercialización de frutas y hortalizas se realiza en fresco. Aunque por un lado, es el tipo de producto preferido por muchos consumidores, por otro, existen excedentes que saturan el mercado, bajan los precios alarmantemente y se incrementan las pérdidas. No existe la capacidad instalada en infraestructura para conservar estos productos, aún en fresco. Por lo que este trabajo propone el desarrollo de un deshidratador para productos vegetales, que permitirá alargar su vida de anaquel y transformarlo en otro producto de consumo. La culminación de este proyecto, coadyuvará a mejorar la calidad de vida y arraigo social de los pobladores en regiones de origen. Se hicieron pruebas de secado con el nopal (*Opuntia ficus indica*), considerando que éste se encuentra entre las plantas con mayor dificultad para deshidratar debido a características muy particulares, como su alto contenido de humedad. Las pruebas realizadas permiten definir parámetros necesarios para el diseño conceptual y de ingeniería del equipo. Así como, necesidades de condiciones de temperatura, flujo y velocidad del aire, las cuales deberán ser creadas en el prototipo. Se estableció como premisa que el equipo debería operar totalmente con fuentes de energía renovable, como la solar y eólica. Lo cual facilitaría su adecuación a las condiciones alejadas en que se encuentran ubicadas las comunidades, donde se carece del acceso a energía eléctrica. El equipo podrá a la vez satisfacer cualquier necesidad de deshidratado de productos vegetales principalmente, en forma de rebanadas para otorgarle una presentación atractiva al consumidor.

Palabras clave: Energías renovables, deshidratación, conservación, vegetales, frutas.

**SOLAR DEHYDRATOR FOR AGRICULTURAL PRODUCTS  
CRESCENCIO ALEJANDRO HERNÁNDEZ SANTANA, M.T.**

**Colegio de Postgraduados, 2010**

**ABSTRACT**

In Mexico, a large percentage of the marketing of fruit and vegetables are made fresh. While on the one hand, the type of product is preferred by many consumers, on the other, there are surplus to saturate the market, lower prices are increasing alarmingly and losses. There is no capacity in infrastructure to preserve these products still fresh. So this paper proposes the development of dehydrated vegetable products, which will lengthen its shelf life and transform it into another consumer product. The culminations of this project help to improve the quality of life and social roots of the people in regions of origin. Drying tests were made with nopal (*Opuntia ficus indica*), considering that it is among the most difficult plants to dehydrate due to their unique characteristics, like the exceed humidity. Tests define parameters for the conceptual design and engineering specific. Just as, needs conditions of temperature, flow and air speed, which must be created in the prototype. It was established as a premise that the equipment should operate entirely with renewable energy sources like solar and wind power. This would facilitate their compliance with the conditions that remote communities are located, where they lack access to electricity. The equipment then can satisfy any need of dehydrated vegetable products primarily in the form of slices to give the consumer an attractive presentation.

Keywords: Renewable energy, dehydration, preservation, vegetables, fruits.

## AGRADECIMIENTOS

⇒ A la Línea Prioritaria de Investigación 13.

Comunidades Rurales Agrarias, Ejidos y Conocimiento Local del Colegio de Postgraduados por el apoyo para realizar la presente investigación.

⇒ Así mismo, mi agradecimiento profundo a las Instituciones como la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación Delegación Córdoba y al COLPOS, ya que he dispuesto particularmente de una beca generada por la Vinculación tangible de CANACINTRA y el COLPOS Campus Córdoba.

⇒ Al Dr. Hipólito Ortiz Laurel:

Por sus enriquecedoras observaciones derivadas de sus exhaustivas revisiones en los múltiples borradores que pacientemente se fueron delineando y conformando desde un proyecto original de Tesina hasta el documento que ahora se integra y entrega, así como por sus sugerencias para fortalecer y clarificar el presente documento.

⇒ A la Dra. Katia A. Figueroa Rodríguez:

Por su Institucionalidad en la conformación de mi Consejo Particular, también por su dedicación y demostrada responsabilidad en el cumplimiento de la cobertura del Plan de Estudios para nosotros en nueva formación académica, desde luego que también por su cabal apoyo para la gestión de mis prácticas laboratoriales, así como su insistente apremio para la obtención del Grado; con afecto por su guía permanente durante mi estancia en el desarrollo de la Maestría Tecnológica en Agroindustria, su apoyo y sus consejos.

⇒ Al Dr. Francisco Hernández Rosas:

Primer Profesor del Campus con permanente vinculación cordial y profesional a lo largo del trayecto académico como lo es ésta Maestría Tecnológica, sus análisis y críticas que influyeron oportunamente para la construcción del conocimiento relativo al tema de referencia; por su apoyo académico que trasciende.

⇒ Al Dr. Rafael Arturo Muñoz-Márquez Trujillo:

Por su interés en participar activamente en este tema propio de las zonas áridas.

⇒ Al Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí.

Mi agradecimiento en especial al Dr. Benjamín Figueroa Sandoval.

También mi reconocimiento a su gente del Campus S.L.P. por mostrar disponibilidad, amabilidad y generosidad en su tiempo y uso de instalaciones.

## DEDICATORIA

A mi esposa Margara, amorosa compañera incondicional en esta segunda mitad de nuestra pasajera vida terrenal, incansable madre cuatrera y emprendedora mujer, ciudadana del mundo aunque nativa y orgullosa cordobesa; indudablemente le dedico esta obra documental, mas allá de mis esfuerzos perceptibles y gestiones tangibles, debo agradecerle su preocupación, además del acompañamiento y presencia indispensable en mi reciente trayectoria académica.

A nustr@s hij@s Cristal Del Mar, Brenda Del Sol, Andrés Alexis y Alan Isac, les dedico con inmenso amor estas letras, su éxito es nuestra satisfacción, su felicidad es su propia razón de ser, personas útiles a si mismos y a la sociedad a la que pertenecemos, en buena hora.

A mi sobrino Gerardo, actualmente estudiante del Doctorado en la Universidad de Cornell con quien he compartido conceptos, lecturas sugeridas y comentarios enriquecedores, una visión comprometida con la generación de la ciencia y la tecnología.

## Nomenclatura

Notación utilizada en la comparación experimental para predecir las isothermas de adsorción de los Cladodios, con los modelos de GAB, HENDERSON y el de BET, se concluye que el modelo de BET describe mejor las isothermas de adsorción de los Cladodios que los de GAB y HENDERSON

a	Constante de BET
$a_w$ .....	Actividad de Agua
C	Constante de GAB
Db.....	Base Seca
d.m.	Materia Seca
HR=Rh.....	Humedad (relativa) de Equilibrio del Aire (%)
K	Factor de Corrección de la Características de Mono Capa o Estratos
$M_w$ .....	Masa de Materia Húmeda
$M_d$	Masa de Materia Seca kg
$n'$ .....	Número de Capas de adsorción
n and k	Constantes de HENDERSON
T .....	Temperatura °C
$X_{eq}$ .....	Contenido de Humedad de Equilibrio Kg. de agua/Kg. de materia seca
$X_M$ .....	Contenido de Agua adsorbida en Monocapa Kg. de agua/Kg. de .materia seca.
$X_m$ .....	Contenido de Agua Saturada en Mono Capas Kg. de agua/Kg. de .materia seca.
$W_c$	Humedad Crítica

Fuente: Lahsasni & Kouhila, Experimental Study and Modeling of Adsorption – Desorption Isotherms of Cladode of *Opuntia Ficus Indica*, Proceedings Drying, Beijing, China, August 2002

## 1.- INTRODUCCIÓN

La energía solar proviene de la radiación del sol, que es la mayor fuente de energía que la humanidad tiene a su disposición. Incluso, aún considerando que a una distancia de 150 millones de kilómetros al sol, se genera sin cesar una enorme energía de radiación; 15,000 veces más de la energía del consumo primario diario de toda la humanidad del planeta. La energía solar pertenece al grupo de las energías renovables. Con ese término se caracterizan todas las formas de energía que dentro de un ciclo previsible, normalmente una generación, se puede volver a recuperar a través de la energía del sol.

La energía solar es una forma directa de utilización, el viento es una forma indirecta, la biomasa, la madera, las gramíneas y el biogas representan energía solar almacenada. Todas estas fuentes de energía juntas conforman la base de una economía energética sostenible.

En este trabajo se propone la utilización de la energía solar en primer término y la eólica en segundo, como las fuentes principales de operación de un equipo de deshidratación tipo adiabático para productos vegetales, tal como se explicará en el transcurso del documento, ya que la inquietud personal de utilizar energías renovables para la deshidratación de frutas y verduras se analiza en detalle desde el punto de vista técnico, sin considerar los beneficios sociales y económicos, así como sus repercusiones. Partiendo de esa premisa se incluyen las informaciones y discusión de las pruebas de secado realizadas a los cladodios (pencas) del nopal. Esta especie vegetal fue seleccionada, primeramente por su disponibilidad y por considerarla como uno de los vegetales extremos para realizar un secado rápido y eficiente debido a sus peculiares características. De los resultados y de su discusión se proponen brevemente algunos aspectos conceptuales del secado en general y en forma sucinta de las operaciones unitarias. Asimismo, se plantean una serie de recomendaciones para el diseño de una instalación de secado utilizando energías renovables, basado en el análisis de los resultados de las pruebas y a las experiencias propias obtenidas.

## 2.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1.- Importancia del nopal

La distribución de las zonas áridas y semiáridas en México son coincidentes con una alta marginación social, cuyas causas principales son las condiciones agroecológicas y climatológicas adversas, además de la explotación irracional de los recursos como agua, suelo y vegetación; transformando el medio ambiente en frágil y poco estable, por la aplicación inmoderada de pesticidas y prácticas agrícolas inadecuadas. Cabe destacar que los productores de estas zonas, practican el uso múltiple de los recursos, como respuesta necesaria al bajo potencial productivo de éstos ecosistemas, y la recolección como parte del sistema agrícola proporciona cantidades considerables de alimentos que complementan a aquellos que se obtienen de la agricultura de secano y de la ganadería de agostaderos (Fig. 1).

El nopal es un recurso que tanto en forma natural como en cultivo, reúne un alto potencial, que puede ser canalizado para dar sustento a importantes segmentos de la población rural, como fuente de alimentación e ingresos para los productores. Actualmente ha adquirido gran importancia desde el punto de vista socioeconómico y agroecológico debido al uso integral que se puede hacer de él y por el potencial que ofrece en los diversos ámbitos en que se puede aprovechar, como es la industria alimenticia (humana y animal), la medicina, la cosmetología, manejo biotecnológico, conservación de suelos, etc.

En México, los tallos tiernos (“nopalitos”) y los frutos (“tuna” y “xoconostle”) de nopal (*Opuntia* spp). se utilizan ampliamente para el consumo humano. Las *Opuntias* también se utilizan localmente como plantas medicinales; en el tratamiento de diarreas, diabetes, tos ferina, problemas de próstata, reumatismo y hemorragias nasales, así como para la producción de tintes carmínicos naturales a partir de la cochinilla *Dactylopius coccus* (“cochinilla del nopal”), que es un parásito del nopal.

En muchas partes de México existen plantaciones de producción intensiva para diferentes propósitos, aunque también es común la colecta de frutos y tallos jóvenes de plantas silvestres (Fig. 2). Las frutas “tunas” se pueden consumir “frescas” o bien, se procesan para producir miel de tuna y queso de tuna, inclusive en la elaboración de bebidas alcohólicas. Otra utilización popular es la plantación del nopal como cercas limitrofes o “muros vivos”, también en el control de la erosión del suelo o su ubicación en muros de piedra como sustituto del alambre de púas en las regiones rurales.

Por otro lado, los frutos de *Opuntia schumannii* (Weber & Berger) se utilizan como colorante de helados y jugos en el norte de América del Sur y las semillas de *Opuntia soehrensii* (Britton & Rose) se utilizan como colorante rojo en alimentos. Fuera del área de distribución natural, las *Opuntias* se cultivan para la producción de tintes carmínicos naturales en las Islas Canarias. Además, en la región del Mediterráneo los frutos de la *Opuntia ficus-indica* (Linnaeus) Miller se utilizan para el consumo humano.

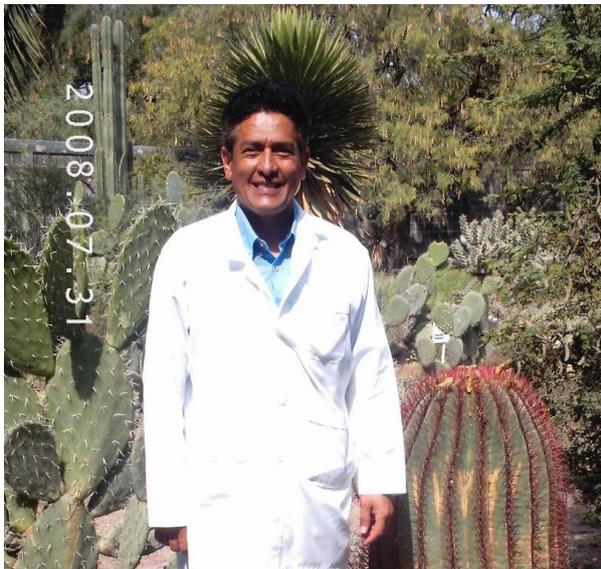


Fig. 1 Variedad Cactáceas Patio interior COLPOS San Luis Potosí Fuente: Elaboración propia.



Fig. 2 Nopal con Tunas Fuente: Elaboración propia

En algunas regiones del mundo, dentro y fuera del área de distribución natural, se utilizan los tallos de *Opuntia* spp. como fuente de alimentación del ganado, especialmente durante los periodos de sequía (Benson 1982, Bravo et al 1991, Valles ed. 1997, Fitz et al 1997, Anderson 2001).

En México se cultivan como fuentes de alimentación las especies de *Opuntia ficus-indica*, *O. megacantha*, *O. streptacantha*, *O. robusta* var. *larreyi* y *O. joconostle*. Por ejemplo, sólo en la región del “Bajío” del estado de Guanajuato se cultivan 16 especies de *Opuntia* como “fuente” proveedora de segmentos de tallos, que se consumen como “nopalitos” y de frutos, “tunas” y “xoconostles”.

En algunas partes de México, hasta un 20% de los ingresos anuales de los habitantes de las zonas rurales provienen de productos obtenidos de la *Opuntia* (CONABIO in lit.).”

## **2.2.- Volúmenes de producción de nopal y maneras de alimentación al ganado**

Las regiones áridas y semiáridas de México cubren más de 95 millones de ha. Estas se caracterizan por tener rangos de precipitación pluvial de 150 a 600 mm por año, con rangos de temperaturas promedio anual de 15° C a 25°C y con siete meses de sequía. Su vegetación está compuesta por matorrales y plantas silvestres que cubren al menos un 70% de su superficie.

El nopal se encuentra de manera silvestre en 3 millones de ha en las grandes extensiones y ranchos al norte de nuestro país, otras 150,000 ha de nopal fueron plantadas por agricultores y rancheros en pequeñas propiedades con el apoyo gubernamental.

El ganado vacuno se alimenta con nopal y también de manera cotidiana se mantiene a los bovinos domésticos, ovinos y caprinos. Los dos principales productos que se obtienen del ganado doméstico son: la producción de novillos para

exportación y la carne. Los caprinos son alimentados con el nopal para que produzcan carne y leche, mientras que a los ovinos se les proporciona nopal para producir carne y lana.

Al ganado vacuno que se alimenta en forma extensiva, lo cual se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Consumo directo; aunque algunas espinas aún están presentes en las variedades del nopal
- Corte de la planta completa de nopal; donde las espinas no se toman en consideración ni tampoco la edad de la planta.
- La .planta completa del nopal es quemada en pié para eliminar las espinas. De todas maneras este método es una desventaja por qué causas severos daños a la planta, de la que en muchas veces le es difícil recuperarse
- Utilización de un quemador de flama dirigida hacia las pencas del nopal sin dañar a la planta en su conjunto.
- El método más simple es cortar las pencas del nopal, colocarlas en una pila y entonces quemarle las espinas

Para la alimentación del ganado en establos con nopal; los nopales silvestres se obtienen de las grandes extensiones en el norte de México (3 millones ha), también de las plantaciones de producción intensiva del nopal para forraje (150,000 ha) así como de las plantaciones del nopal para producción especializada de verdura y fruta (nopalito y tuna), en la región central (50,000 hectáreas) y desde las plantaciones de nopales para producción de vegetales (nopalitos y tunas) también de la región central (10,500 Ha)

Los agricultores y los ganaderos preparan el nopal en un proceso que comprende cinco pasos:

- Corte del nopal. Se utiliza una barra con un cuchillo en el extremo y un trinche en el otro extremo. Se cortan individualmente las pencas del nopal y

se suben al camión. El problema consiste en determinar a qué nivel debe cortarse el nopal, porque muchas veces se hace desde la raíz, reduciendo la posible recuperación de la planta.

- Transporte del nopal. Las pencas de nopal son transportadas en camionetas, camiones, o en carretas jaladas por animales, cuando las distancias no son grandes, desafortunadamente las especies silvestres que se consumen, se encuentran generalmente más allá de los 100 a 150 km del área de consumo.
- Quemado del nopal. Cuando el nopal llega del campo es apilado desordenadamente y conforme se va requiriendo, se realiza el quemado de las espinas por ambos lados de la penca. Esta labor se puede realizar con un quemador a base de gas lp. o con un quemador de petróleo. El problema más inminente en este tipo de almacenamiento es el tiempo que el material debe permanecer apilado, él cual no debe ser mayor a diez días, además de que el uso de los quemadores es costoso, por otra parte, cuando se utiliza petróleo es común que el ganado rechace consumir las pencas.
- Machacado o troceado del nopal. Una vez que se encuentra libre de espinas, el nopal es cortado en trozos y se suministra al ganado. El proceso puede ser manual o con el uso de máquinas cortadoras. Cuando la explotación posee más de 50 animales es conveniente disponer de una máquina para esta tarea. Cuando al nopal que no se le quitan las espinas, este genera problemas en el tracto digestivo de los animales.
- Alimentación del ganado. El nopal es llevado a los comederos un par de veces al día, se usan como alimentación de 30 a 40 kg e nopal fresco por día por animal; de 6 a 7 kg por día para los caprinos y los ovinos.

A manera de estadística de consumo, se han encontrado diferentes volúmenes en diversas áreas del país, por ejemplo en Saltillo, Coahuila, se consumen 200 toneladas diarias, en cambio en Monterrey, Nuevo León, se maneja para consumo un promedio de 600 tons. diarias. No se cuenta con otros datos disponibles de este tipo para otras regiones.

Es conveniente mencionar que el uso del nopal como forraje en México, depende principalmente de la utilización de las comunidades de nopales silvestres y en menor

cantidad del forraje cultivado para ese fin específico y menos aún de las plantaciones para aprovechamiento de los nopalitas como verdura o inclusive de los cultivos para el aprovechamiento de las tunas como fruta (Fig. 3).

El nopal es utilizado en la ganadería extensiva, tanto para los grandes ranchos y medianos, también en los establos pequeños y medianos. En términos generales, el conocimiento técnico o científico sobre el uso del nopal como alimentación para el ganado, es satisfactorio, de todas maneras el conocimiento para la utilización sustentable de las comunidades de nopal silvestre o de las plantaciones de nopal cultivado para forraje actualmente es limitado y todavía incipiente.

Las plantaciones de nopal en los ranchos donde se practica la ganadería extensiva en las regiones central y noreste pueden tener de una forma sencilla el hecho de incluir un proceso de crecimiento de vegetación, conservación de suelos, luchar por detener el proceso de desertificación, incremento en el rango promedio de plantas por área, así como tener una mayor productividad e ingresos, por lo que de seguir esta tendencia se puede llegar a mejorar las condiciones de vida de los productores y de sus regiones.

La calidad nutrimental del nopal ha sido comparada en otras investigaciones con la alfalfa fresca, el maíz ensilado y algunos otros productos forrajeros. De todas maneras para aquellos bajos niveles de producción, se ha encontrado que el uso del nopal reduce los costos por unidad de producción (leche y/o carne), como quiera que sea el nopal continuará siendo una fuente importante de forraje para el ganado vacuno en estas regiones de México.

En recientes trabajos de extensionismo, el nopal como forraje ha sido plantado en la región Mixteca del estado de Puebla y en algunos estados del noreste como en Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas, como un primer paso de un programa que incluyen por una parte la siembra de especies apropiadas con propósitos de forraje y por otra, la exclusión de especies indeseables. (Flores et al, Journal of the Professional Association for Cactus Development, 1997)



Fig. 3. Campo Experimental en cultivo de nopal del Campus San Luis Potosí.  
Foto: Alejandro Hernández Santana

### **2.3.- Identificación de los mejores clones del nopal para forraje de rumiantes**

Se ha creado una colección en el Sistema de Germoplasma relacionada con el potencial del forraje de los clones de Nopal *Opuntia* mantenidos en la Plantación Nacional en Texas. Señalan que de acuerdo a las mediciones en el corto plazo del intercambio de gases y en el largo plazo sobre las pruebas del campo, se han confirmado las cantidades de agua y la eficiencia de conversión a materia seca del cactus, por lo que han logrado clasificar exitosamente un par de ejemplares.

La cantidad de proteínas y la digestibilidad de la materia seca del Nopal *Opuntia* típicamente se presentan en un rango del 60% al 70% y que es muy cercano al de los forrajes de alta calidad.

Se encontró que el contenido de calcio y de proteínas es bajo aunque éste usualmente se observa en terrenos no fertilizados, sin embargo, cuando se realiza la fertilización puede incrementarse el rango de las proteínas de un 10% a un 15%. El

alto contenido de minerales, 4.2% de calcio y 2.3% de potasio, benefician a los animales en el período de lactancia.

Asimismo, reportan que el alto contenido de agua retenido en los periodos de sequía, es benéfico para alimentación del animal en sus requerimientos de agua, en ambos casos las variedades con espinas en México y Estados Unidos de América, han sido utilizadas quemando las espinas con antorchas a base de gas propano o con el uso de máquinas estacionarias que cortan en trozos y machacan el forraje en el campo para satisfacer los volúmenes por lotes de alimentación diaria del ganado.

Las variedades sin espinas requieren una mayor atención y protección que aquellas de la vida silvestre y que además tienen espinas, donde el ganado vacuno no está totalmente controlado.

Las variedades sin espinas realmente tienen menos tolerancia al congelamiento del agua que las variedades espinosas. Se ha estimado que cerca de 400,000 hectáreas de variedades sin espinas han sido plantadas en Brasil y de 700,000 ha a un millón de hectáreas en la parte del norte de África y los cactus han tenido un importante valor como forraje considerando los 3 millones de hectáreas en las tierras con matorrales abundantes y praderas del noreste de México.

La mayoría de las especies para forraje sin espinas utilizadas alrededor del mundo se han preservado en un banco de germoplasma. Finalmente en el documento de referencia se plantea la adaptabilidad ambiental y las características nutricionales mas relevantes, de los clones del nopal que son considerados los mejores desde el punto de vista como forraje.

Después de 20 años de investigación y de una rigurosa selección, se han encontrado de manera precisa los clones sin espinas de Nopal *Opuntia*, dentro de una clasificación taxonómica, a aquellos que han resistido las heladas registradas, Se considera que son mutantes o híbridos de los nativos en Texas, con algún parentesco. (Felker et al, *Opuntia Forage Review*, 2006)

## 2.4.- Secado de productos

Generalidades del secado o deshidratación.- El secado es la eliminación del agua de un cuerpo húmedo por medio de un proceso de evaporación de la misma.

El principio del Secado por Arrastre se aprecia cuando un cuerpo húmedo como el nopal, es colocado a través de una corriente de aire lo suficientemente caliente y seco, entonces se establece una diferencia de temperatura y de presión parcial de agua, de manera que:

- i. La transferencia de calor se efectúa desde el aire hacia el producto como el nopal, bajo el efecto de la diferencia de temperaturas.
- ii. Una transferencia de agua se efectúa en sentido inverso a causa de la diferencia de concentración de agua en el aire.
- iii. El aire sirve a la vez de fluido de calefacción y de gas vector o portador del agua evaporada.

En el proceso de secado o deshidratación, se deben considerar otras variables como: la humedad del aire, la velocidad de desplazamiento del aire, el tiempo de exposición, temperatura, el área expuesta, volumen, dimensiones y geometría del material (Fig. 4). Por ejemplo, para el caso del nopal, si éste es golpeado o machacado por uno o ambos lados de cara a la dirección del flujo, para ello ya existen fórmulas y ecuaciones sobre la cinética del secado.

En cuanto a la Cinética del Secado (Fig. 5) pueden tomarse tres representaciones diferentes:

- 1.- La masa o humedad del producto en función del tiempo
- 2.- La velocidad del secado en función del tiempo
- 3.- La velocidad de secado en función de la humedad en el producto



Fig. 4 Piezas de nopal deshidratado sobre charolas de secado.  
Foto: Alejandro Hernández Santana.

El secado es una Operación de Transferencia de Masa y Energía, donde se tiene:

1. La transferencia interfacial de masa de la superficie del nopal hacia el seno del aire
2. Una transferencia interfacial de energía del seno del aire hacia la superficie del nopal
3. La transferencia de masa en el interior del propio nopal, desde el centro hacia la superficie.



Fig. 5 Cinética del secado.

En este proceso se presenta una Transferencia **C**onvectiva del agua líquida por diferencia de:

- a).- Presiones a través de los espacios huecos en el mismo nopal,
- b).- una Transferencia Difusiva y
- c).- una Transferencia Convectiva de vapor de agua por los poros del nopal.

4. - Finalmente se considera también una Transferencia Conductiva de energía en el interior del mismo nopal, desde la superficie exterior hasta el centro del material.

En el secado por lotes, se expresa la humedad en Kg. de agua sobre Kg. de masa. La humedad varía a partir de la humedad libre en el nopal, que a “Secado Constante” se lleva al mismo nopal a una humedad de equilibrio para un tiempo dado, pasando por una humedad crítica hasta llegar a la humedad límite, tomando en consideración los períodos de secado como el de estabilización, el de velocidad constante y el de velocidad decreciente (Fig. 6).

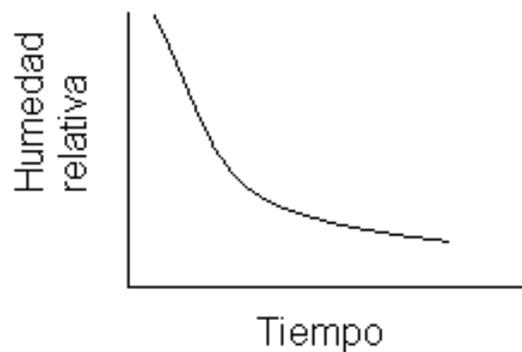


Fig. 6 Curva típica de secado de un alimento.

El agua retenida en el nopal como en otros vegetales similares a éste que presentan la característica peculiar de “mucosidad o baba” se encuentra absorbida y retenida por fuerzas de unión que dependen de su propia naturaleza anatómica y de su porosidad en su estructura, donde pueden identificarse varios grados:

A. – Humedad libre que es la contenida por una sustancia en exceso de la propia humedad de equilibrio. De hecho, solo puede evaporarse la humedad libre, por lo tanto, mientras exista agua libre en la zona de evaporación, será la que corresponda a la temperatura de equilibrio entre el aire y el agua líquida.

B. – Humedad no ligada, se refiere a la humedad contenida en una sustancia, inclusive el nopal que ejerce una presión de vapor en el equilibrio igual a la del agua “pura” a la misma temperatura.

C. – Humedad ligada, es la humedad contenida en una sustancia y obvio el nopal, que ejerce una presión de vapor en el equilibrio, menor que la del agua “pura” a la misma temperatura.

Por lo tanto para evaporar el agua contenida en un vegetal como el nopal, es necesario que la presión de vapor en el aire circulando alrededor de su superficie, sea inferior a la presión de vapor de ese producto en particular.

En este punto se considera el concepto de la Actividad del Agua (Fig. 7) que es la relación entre la presión del agua del nopal y la presión de vapor del agua “pura” a la misma temperatura.

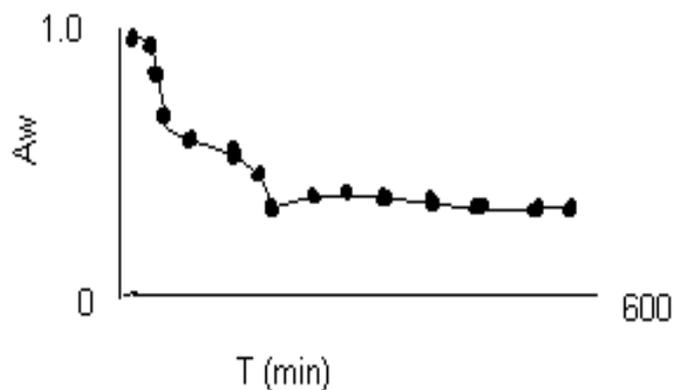


Fig. 7 Actividad del agua.

La actividad del agua o humedad relativa de equilibrio, de un producto puede expresarse también como la humedad relativa de una atmósfera en equilibrio con ese producto como el nopal, por lo tanto es el nivel en el que el producto no pierde

ni absorbe humedad, por otra parte, se puede modificar y reducir el contenido de humedades, el cual es una función de la temperatura y humedad del aire.

De aquí se refiere el % de humedad “base húmeda” cuando se obtiene la relación de la masa de agua respecto a la masa de producto fresco, natural o húmedo, de otra manera es “base seco”.

Otras consideraciones importantes para conducir el proceso de secado son:

- a. Si el aire es el medio de calentamiento, entonces a mayor temperatura, mayor humedad podrá absorber antes de saturarse.
- b. Cuanto más seco se encuentre el aire, mas rápidamente concluirá el proceso de secado.
- c. El aire en movimiento absorbe la humedad y la retira de la superficie del material como el nopal, previniendo la creación de una atmósfera saturada.
- d. El aire húmedo está más cerca del punto de saturación y por lo tanto, puede absorber y retener menos humedad adicional que si estuviera seco.
- e. Cuando se disminuye la presión del sistema, se aumenta la capacidad de absorber humedad del aire.

Por lo tanto, será preciso encontrar términos medios entre la máxima velocidad de secado y la conservación óptima de las características del producto terminado, que es el nopal procesado. Por lo tanto, para un vegetal como el nopal son tres las etapas de la deshidratación:

1. Compresión mecánica, machacado o martajado que es un proceso de molienda en fresco para realizar una extracción primaria del jugo
2. Introducción de calor al producto para realizar una transferencia de calor (energía)
3. Extracción de humedad del producto para realizar la transferencia de masa.

En la práctica, se aprecia que a la penca del nopal, es conveniente aplicarle un procedimiento mecánico de molienda previa para romper la superficie dura, propiamente plástica impermeable y de ser posible, cortarlo en trozos pequeños, la explicación es porque se reduce la distancia que el calor tiene que recorrer hasta el centro de material del nopal y reduce también la distancia que la humedad en el centro del nopal tiene que recorrer a fin de llegar a la superficie para evaporarse. Es decir se facilita el transporte del agua.

En el presente estudio del análisis de la deshidratación, el agua se elimina por evaporación y el secador es identificado como adiabático porque expone los sólidos a un gas caliente que es el aire mismo, también se le conocen como secadores directos, por el hecho de que el secado se realiza con la circulación del aire caliente a través de las charolas que sostienen el material.

## **2.5.- Curvas de secado**

La disponibilidad de agua en los alimentos, para efectos de crecimiento microbiano y de la actividad química, no solo se determina por el contenido total de agua, sino también por la naturaleza de su unión a los alimentos. El método mas adecuado para estudiar las propiedades del agua son las isotermas de sorción. Estas son curvas que relacionan la presión parcial del agua en el alimento con el contenido de agua. En general se maneja la actividad del agua en lugar de presión parcial.

Las isotermas típicas de los alimentos tienen una forma sigmoidea y pueden ser descritas en una forma aproximada por una serie de relaciones matemáticas, que ya han sido estudiadas ampliamente.

La típica forma de una isoterma de sorción (Fig. 8) consta de tres zonas plenamente identificadas, donde teóricamente el agua se presenta en un estado de asociación diferente:

i. Agua de la mono capa.- ( $a_w$  menor a 0.2) en esta etapa el agua se encuentra fuertemente unida a sitios específicos. Normalmente esta agua se une a constituyentes del alimento (proteínas o polisacáridos) por puentes de hidrógeno o enlaces ión – dipolo. Se considera que para eliminar este tipo de agua es teóricamente muy difícil ya que el gasto energético es sumamente elevado. Este tipo de agua en la mayoría de los alimentos se presenta a menos del 10% de humedad. La energía necesaria para eliminar el agua de la mono capa es hasta 20 veces mayor que para el agua “pura”, por lo que se considera antieconómico aplicar un proceso que elimine esta agua.

El agua de la mono capa es el límite al que puede realizarse un proceso de secado, ya que no puede eliminarse por métodos convencionales.

ii. Agua de las multicapas o adsorbida en los capilares ( $0.2 a_w$  a  $0.5 a_w$ ), es una porción de agua en la cual la presión de vapor de agua sufre una depresión por estar en pequeños capilares.

El agua en estas condiciones participa en las reacciones que provocan el deterioro y puede eliminarse en un proceso de secado con mayor facilidad que la de la mono capa.

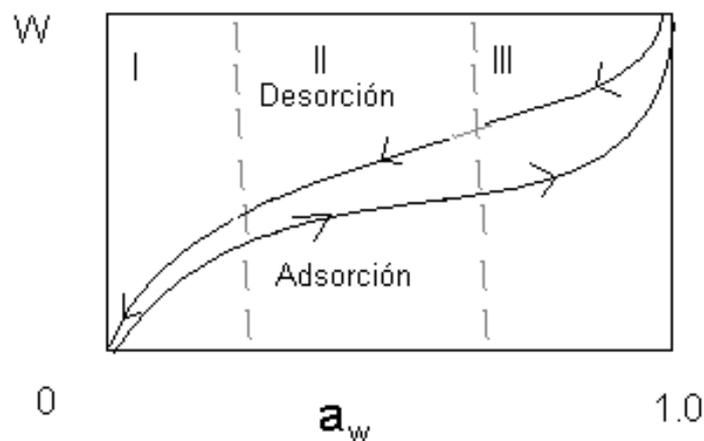


Fig. 8 Isotermas típicas de adsorción y desorción de un alimento

- iii. Agua libre ( $a_w$  mayor que 0.5). Esta agua participa como solvente de los constituyentes de los alimentos, que pueden disminuir su presión de vapor; se puede eliminar por un proceso de secado con mayor facilidad que la monocapa. También participa en las reacciones del deterioro del producto o puede evitar el deterioro del material al separar a los reactantes.

El concepto “condiciones de secado constante” significa que la velocidad del aire, temperatura, humedad y presión, se mantienen constantes y que las condiciones del aire de salida del proceso son técnicamente las mismas que las de la entrada.

La diferencia de los datos de la curva de secado (Fig. 9), ya sea en forma gráfica o numérica, describe la velocidad de secado, término que al ser graficado contra el contenido de humedad o contra el tiempo, genera una representación del tipo de curva encontrada.

Una manera de representar los datos de secado, es la gráfica que describe la velocidad de secado por unidad de área contra el contenido de humedad. Se aprecian en las curvas de secado y de evaluación de la temperatura superficial, la humedad inicial, la humedad crítica, la humedad final y la humedad de equilibrio.

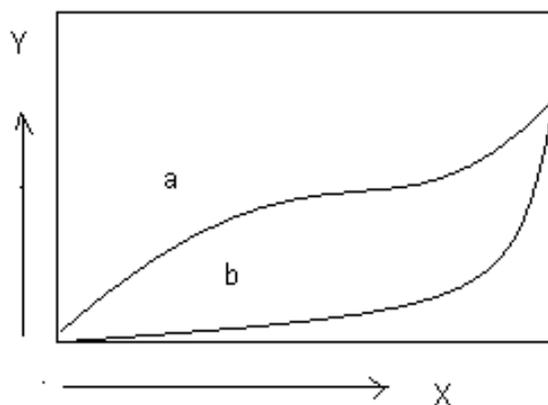


Fig. 9 Curvas de velocidad de secado normalizadas.

Las curvas de secado reflejan las etapas de deshidratación del alimento, en general se mencionan cuatro diferentes periodos durante el proceso:

1.- Periodo inicial.- el producto tiene una temperatura inferior a la del aire y la presión de vapor de agua en la superficie del producto es muy débil. También la transferencia de materia y la velocidad de secado. La energía térmica que llega en exceso incrementa la temperatura del producto, por lo que aumenta la presión parcial de vapor de agua y con ello la velocidad del secado.

2.- Periodo de velocidad constante.- Esta zona de la curva de secado es propia de aquellos alimentos donde la resistencia externa a la evaporación del agua de su superficie es mucho mayor que la resistencia interna, es decir, el agua se va trasladando a la superficie conforme ésta va siendo evaporada. Durante el proceso se elimina agua libre y parte del agua de la multicapa. Se trata de un doble fenómeno de transferencia de masa y energía, ya que el calor se transfiere desde el aire hacia la superficie del agua y además, el agua se evapora desde la superficie de la propia agua hacia el medio ambiente.

3.- Periodo a velocidad decreciente.- cuando se observa una disminución en magnitud de la velocidad de secado con respecto al periodo constante, entonces se inicia el periodo a velocidad decreciente. El contenido de humedad en donde se presenta esta desviación es la humedad crítica ( $W_c$ ) y depende de las características del producto, la forma, su tamaño y las condiciones de secado

En este periodo la superficie del producto no está cubierta por una delgada capa de agua, como ocurría en el periodo anterior y se explica por la mayor resistencia del interior al transporte de agua. Conforme el contenido de agua disminuye por abajo del punto crítico, la fuerza impulsora ejercida por la diferencia de presiones de vapor decrece y esto origina una reducción en la velocidad de secado y por consiguiente el material comienza a absorber calor e incrementa su temperatura. La humedad está sujeta a finos capilares y emigra difundándose a lo largo de éstos o mediante evaporación y condensación sucesivas.

Al irse reduciendo la velocidad de secado en el periodo, se incrementa notablemente el tiempo de deshidratación, por lo que este fenómeno tiene un efecto importante sobre el tiempo total de secado (Fig. 10).

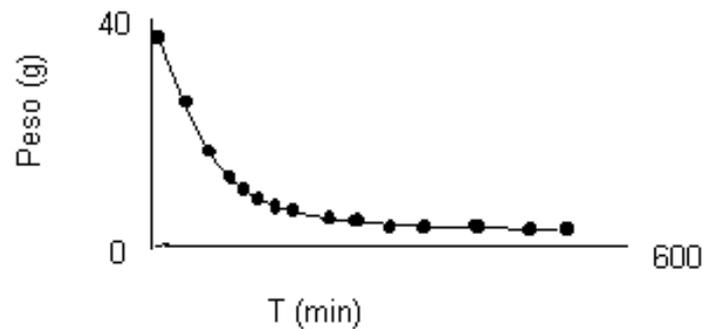


Fig. 10 Cinética de pérdida de peso.

4.- Segundo periodo a velocidad decreciente.- En algunos alimentos se aprecia este paso, que inicia cuando cesa el flujo capilar hacia la superficie y continua hasta que la humedad llega al equilibrio con la humedad del aire. Inicialmente el agua se encuentra como capas multi-moleculares y al final del periodo como monocapa. El equilibrio se alcanza cuando la cantidad de agua que se evapora, iguala al contenido de la que se condensa.

Una evaporación sub-superficial es característica de este periodo y debido al hecho de que, el agua está cada vez más lejos de la superficie, la energía necesaria para que se evapore el agua debe penetrar hasta el interior del producto parcialmente seco.

Se debe considerar el mecanismo de transferencia interna (calor convectivo y transferencia de masa) así como el mecanismo dentro del producto (difusión de masa y energía).

### 2.5.1.- Determinación de curvas de secado del nopal forrajero

Los contenidos de humedad de equilibrio ( $X_{eq}$ ) de los cladodios del nopal *Opuntia ficus indica*, fueron determinados usando el método estadístico gravimétrico a 30°C, 40°C y 50°C sobre un rango de humedad relativa (Rh) desde 0.1 hasta 0.9. La capacidad de sorción de los cladodios disminuye con el incremento en la temperatura a una humedad relativa Rh constante.

Las curvas experimentales de adsorción se describen por los modelos de GAB, Henderson y el modelo BET. Con el modelo BET se encontró que se describen mejor las curvas de sorción. Los valores de los contenidos de humedad en las capas o estratos para la sorción a diferentes temperaturas son calculados.

Las isotermas de sorción se definen como una relación entre la actividad del agua (es por la humedad relativa del aire circundante) y la humedad contenida en el material en equilibrio a una temperatura constante.

Se han sugerido algunos modelos acerca de la dependencia entre el contenido de humedad de equilibrio y el contenido de humedad en el aire; donde, algunos han tomado en consideración el efecto de la temperatura. Las ecuaciones de Henderson y GAB han sido adoptadas por la Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas para describen las isotermas de sorción (ASAE, 1995)

El contenido de humedad en los estratos de la penca tienen una importancia significativa en la estabilidad física y química de los materiales hidratados (Menkov, 2000). Estos pueden ser determinados partiendo de este equilibrio de sorción de las isotermas para una media de los parámetros en la ecuación de BET.

Las isotermas desorción de los cladodios han sido determinadas por experimentos en el modelo de GAB, Henderson y ecuaciones de BET. Los resultados experimentales muestran que las isotermas de sorción de los cladodios siguen en general la tendencia proporcionada por Multon (1980). El cálculo de estos tres modelos constantes muestra la determinación de la desorción y las isotermas de adsorción de los cladodios para varias temperaturas (Fig. 8).

El modelo de BET permite conocer los valores de humedad contenidos en las mezclas de los estratos o monocapas para la adsorción y la desorción a diferentes temperaturas.

La comparación entre los valores experimentales y la predicción de las isothermas de adsorción del cladodio por GAB, Henderson y BET son modelos que muestran que el propio modelo de BET describe mejor las isothermas de sorción de los cladodios, mejor que las de Henderson y GAB. (Kouhila - Bechana, Revue des Energies Renouvelables, 2001)

### **2.5.2.- Cinética del secado en secador solar convectivo**

La Unidad de Química Agroalimentaria de la Facultad de Ciencias y en el Laboratorio de Energía Solar y Plantas Aromáticas y Medicinales de la Escuela Normal Superior, ambas instituciones de Marrakech en Marruecos; examinan el efecto del aire actuando - secando - en el proceso que se le identifica, en relación con la cinética del secado, para los frutos espinosos (tunas) en un secador solar de tipo convectivo, operando con un sistema auxiliar de calentamiento, bajo condiciones ambientales controladas para el aire.

Las frutas espinosas (tunas) se consideran suficientemente secas dentro de los rangos de 32° y 36 °C y con una temperatura del aire ambiente de 50° a 60°C manteniendo el aire seco con una humedad relativa (**Rh**) del 23% al 34%, con un rango del flujo de aire de 0.0277 a 0.0833 m<sup>3</sup>/s y una radiación solar de 200 a 950 W/m<sup>2</sup>.

El resultado puede ser fácilmente verificado y reproducido en el proceso de secado, controlando el principal factor, que es el rango de la temperatura del aire y entonces las curvas del secado experimental muestran únicamente una falla en el rango de los periodos (inicial, constante y decreciente)

Las ecuaciones de secado se expresan experimentalmente para cada periodo, las cuales son determinadas empíricamente considerando las características de cada curva de secado.

Se compararon ocho diferentes modelos de secado por capas o estratos, de acuerdo a los coeficientes de determinación para las curvas de secado solar estimadas. De todos ellos, se encontró satisfactorio el modelo que describe las curvas de secado solar de las frutas espinosas (tunas) con un coeficiente de correlación ( $r$ ) del 0.9999

Las constantes y coeficientes del modelo pueden ser explicadas por el efecto de la temperatura del aire en el proceso de secado con un coeficiente ( $r$ ) de correlación de 1.0.

A manera de conclusión del estudio de la cinética del secado de las tunas, se ha observado que existen deficiencias en los rangos de los periodos. También que la temperatura del aire de secado es el principal factor que influye en la cinética del secado.

### **2.5.3.- Cinética del secado sobre las características mecánicas**

En este apartado se revisa el secado del nopal (*Opuntia ficus indica*), examinando las propiedades de textura del nopal ya en condiciones de deshidratación. Los estudios del proceso de secado convectivo, en resultados experimentales se manejaron con dos flujos de aire a 3 m<sup>3</sup>/s y a 5 m<sup>3</sup>/s, también a dos temperaturas del aire (45°C y 65°C)

Se experimenta el secado osmótico con glucosa a 40° Brix y 60° Brix, así como el efecto de la temperatura de secado a 25°C y 45°C. Una combinación de ambos procesos de secado, arrojaron entre los resultados que, el secado de convección forzada mostraba una tendencia decreciente en un periodo constante. En el secado osmótico, la humedad perdida se asocia con la concentración de glucosa. El análisis

de la textura del nopal deshidratado, sugiere que las muestras finales obtenidas, estaban muy por debajo del nivel del secador convectivo, tuvieron más “cohesividad” que las muestras evaluadas únicamente por secado osmótico, aunque éstas resultaron más elásticas.

De entre los dos métodos estudiados, los mejores resultados se obtuvieron con el secado convectivo. Por otro lado, el agua del nopal es una barrera y también es un flujo de sodio que es afectado durante el proceso del secado. El secado osmótico del nopal indica que el agua perdida se incrementa con la concentración de sólidos y la temperatura. A temperatura constante, las concentraciones de sólidos muestran un alto coeficiente de difusión.

Combinando la reducción de humedad en el secado con una baja temperatura, se mostrará que el secado convectivo producirá una alta “cohesividad”. Finalmente, las propiedades de la textura fueron severamente afectadas por la combinación de los procesos de secado, de hecho provocaron que las muestras presenten más brillo y menor “cohesividad” y un aspecto “primaveral”

Por lo tanto, el secado convectivo arroja las mejores características mecánicas, a temperaturas menores de 50° C.

Entonces el proceso puede ser recomendado para una óptima utilización del nopal ya que resultará económico y de importancia nutricional para los tecnólogos en alimentos, productores y consumidores. (Medina et al, Swiss Society of Food Science & Technology, 2007)

### **3. - JUSTIFICACIÓN**

En la industria de fabricación de maquinaria y equipo empleados en el procesamiento de frutas, hortalizas, legumbres y verduras, se encuentran prototipos que frecuentemente se enfrentan a un proceso de escalamiento, en función de las necesidades de los volúmenes a procesar. Además de que, en estas etapas experimentan modificaciones que les permite adaptarse a las características de cada producto en particular y a sus condiciones de manejo, según los requerimientos técnicos que demandan aquellos consumidores de equipos tecnológicamente "avanzados", simplemente con el propósito de que resuelvan un problema.

Por lo tanto, es por demás importante acudir a las fuentes de aprovisionamiento que el mismo mercado pone a disposición de los usuarios, para consultar el grado de avance de la tecnología disponible comercialmente. De antemano, se acude con aquellos sectores involucrados, con una predisposición de mente abierta, aunque se anticipa encontrar ausencias o vacíos acerca de las características muy particulares que se pretenden. Habrá que confirmarlo y por lo tanto, justificar la inversión de recursos, tiempo, talento y esfuerzo en la generación de los instrumentos apropiados.

#### **3.1.- Análisis de proveedores de maquinaria y equipo para la industria agroalimentaria**

Partiendo de la premisa de que, la competencia existe cuando diferentes proveedores concurren a un mercado a ofrecer sus productos ante un conjunto de consumidores y también que del hecho de que los fabricantes aplican el principio de "no saciedad". Todo ello es fundamental para la dinámica del desarrollo y crecimiento empresarial, en la cantidad y diversidad de los mercados, además, considerando a plenitud que la competencia determina clientes de futuro y no necesariamente ventas actuales. Como parte de la experiencia personal del autor, acumulada por más de un cuarto de siglo en la Industria Metal Mecánica, asociada a una bien entrenada y muy desarrollada percepción del entorno de los negocios y

sus tendencias, así como también, por las investigaciones realizadas vía consultas a usuarios consumados, entrevistas y visitas a sectores de este nicho del mercado en particular. El autor considera que la competencia se encuentra identificada de manera parcial en el “Mercado de los Fabricantes de Maquinaria y Equipos para el Procesamiento y Transformación de Productos Hortofrutícolas”, en particular lo que se refiere a la deshidratación de dichos cultivos. Se parte del hecho de que en el corto plazo se manifestará una reñida confrontación comercial para otorgarle un valor agregado a los diferentes productos hortofrutícolas y reducir apreciablemente las pérdidas que se vienen generando temporada a temporada por el manejo deficiente de almacenamiento de los excedentes, transportación inadecuada de los productos en fresco y los bajos precios de mercado por las altas producciones estacionales.

Es notorio que cualquier empresa hará uso de los recursos a su alcance para atraer este nuevo mercado. Por ejemplo, la empresa Maquinaria Jersa, S A de C V. ubicada en San José Buenavista en Cuautitlán Izcalli, Estado de México, Tel. 52 (55) 5889 0006, Fax 52 (55) 5889 0234), se congratula de haber entregado quince mil equipos diversos para este sector, en estos últimos 33 años de actividad. Otorgando servicios a:

- a. Industria de Alimentos Procesados
- b. Productos Lácteos
- c. Dulces y Botanas
- d. Bebidas No Carbonatadas
- e. Industria de Empaque en Fresco.

Asimismo, aprovechan las últimas novedades en tecnología, por lo que se publicitan en Internet y en Revistas Especializadas anunciando un conjunto de “Productos”, entre los que se incluye maquinaria diversa para cada etapa de proceso como:

- Lavadoras
- Despulpadoras
- Mezcladoras

- Marmitas
- Escaldadores
- Deshidratadores
- Llenadoras
- Envasadoras Horizontales
- Pasteurizadoras
- Autoclaves
- Verificadores de Peso
- Detectores de Metales.

Desde luego como toda empresa fabricante, los equipos o maquinaria suministrada, puede ser entregada con diferencias en:

- a) Dimensiones
- b) Velocidades
- c) Materiales
- d) Tipo de combustible utilizado
- e) Presentaciones
- f) Instrumentación

Todo ello significa por si mismo un catálogo de productos muy abultado. Incluso podrían ofrecerse productos sobre pedido (a satisfacción del cliente). Asimismo, es conveniente mencionar que agrupan sus Equipos y Maquinaria por “Familia” con rubros genéricos, es decir al conjunto de equipos menores, aditamentos y mobiliario como son los del Manejo de Materiales, que comprende:

- Alimentadores
- Elevadores
- Mesas de Trabajo
- Silos de Almacenamiento
- Tanques

- Tinas
- Tolvas
- Transportadoras
- Vibradoras
- Volteadoras

Además de ésta pueden encontrarse otras “Familias”, entre las que se mencionan:

- a. Limpieza y Selección
- b. Reducción de Tamaño
- c. Calentamiento
- d. Preparación

Que en este último rubro o Familia, los componentes que lo integran incluyen a:

- Cocedores
- Deshidratadores
- Escaldadores
- Evaporadores
- Freidores
- Intercambiadores de Calor
- Marmitas
- Túneles de Agotamiento.

Para completar los procesos, se tiene el grupo de Familias que completan el ciclo:

- a. Llenado y Envasado
- b. Manejo de Envases
- c. Pasteurización y Esterilización.

El propósito de esta información es exponer muy brevemente, el hecho de que aunque exista un competidor mayorista que opera tanto en el mercado nacional como para la exportación, existen aún en el país muchas Micro y Pequeñas Empresas que atienden necesidades locales en polos de desarrollo inmediato, motivadas por un par de debilidades que enfrenta el Fabricante Mayoritario, que son:

1. Prolongado tiempo de espera para otorgar una respuesta
2. Se percibe un alto precio de venta

Sin embargo, es conveniente mencionar que esos grandes grupos manufactureros cuentan con características competitivas que les auguran una permanencia en el entorno, entre las que se mencionan:

1. Utilizan materiales con certificación de calidad grado alimenticio que satisfacen al cliente.
2. Suministran equipos independientes o en conjunto como una línea de producción.
3. Incorporan tecnología e instrumentación en los equipos, no se aprecia la manufactura artesanal.
4. Atención profesional de un técnico especializado.
5. Formalidad en los contratos comerciales, se documentan los convenios.

#### **4.- OBJETIVOS**

En el desarrollo del presente trabajo se plantea el siguiente objetivo general:

Identificación de los parámetros de funcionamiento y caracterización tecnológica del equipo de deshidratación y sus aditamentos para procesar productos hortofrutícolas, siguiendo una metodología que garantice una operación eficiente, tanto técnica como económicamente.

Para alcanzar ese objetivo general se proponen dos objetivos particulares:

- 1.- Evaluar el comportamiento de las pencas o cladodios de nopal expuestos al proceso de deshidratación, considerando sus características morfológicas y necesidades de manipulación y proceso previo a su ingreso al proceso.
- 2.- Definir los límites de los parámetros fundamentales que permitan elaborar el diseño conceptual del equipo de deshidratación, con sus aditamentos y dimensionamiento respectivos.

## **5.- MATERIALES Y MÉTODOS**

Para el cumplimiento de los objetivos de este trabajo, se hace mención de que el único producto vegetal que se evaluó en un procedimiento de deshidratación fue la penca o cladodio del nopal. El cladodio del nopal, como muchos otros vegetales frescos es un producto perecedero, por lo que resulta conveniente aportar soluciones que coadyuven a incrementar su vida de anaquel a través de un proceso de secado. Asimismo, este proceso permitirá definir los parámetros principales necesarios para el diseño y construcción de una instalación adecuada para el proceso de deshidratación de productos vegetales. Es importante destacar que, dicha instalación debe operar fundamentalmente con fuentes de energía renovables, cuyo fin es disminuir los costos de operación, sin que con ello se afecte severamente la eficiencia de dicho equipo y de sus aditamentos.

### **5.1.- Registro del comportamiento del nopal expuesto al proceso de deshidratación**

Ante el desconocimiento del comportamiento del nopal sujeto al proceso de deshidratación, se considero conveniente iniciar una evaluación preliminar, iniciando los trabajos en el verano de 2008. Para lo cual se adquirieron muestras de nopal verdura en el mercado local. Dados los tamaños del material, cuando fue conveniente éste se cortó en tiras a lo largo de su eje longitudinal y se sometieron al secado en un pequeño horno eléctrico de cocción tipo doméstico (Fig. 11 y Fig. 12), cuya elemento de funcionamiento es una resistencia eléctrica. Este tuvo una capacidad de carga de 650 Watts con un voltaje de 120 V.

Periódicamente se fueron registrando las características de color, rugosidad, olor y la baba visible. Los pesos antes y después del proceso fueron registrados y por lo tanto, las diferencias de peso fueron determinantes para estimar la cantidad de humedad extraída. Posteriormente, dadas las características del horno, se realizó otra serie de pruebas, aunque en esta segunda etapa de pruebas se colocó un par

de pequeños ventiladores, de los utilizados para el enfriamiento de los componentes de las computadoras. Estos se acoplaron directamente al frente del horno eléctrico, añadiéndole una bifurcación para direccionar el aire que ingresa al aparato.



Fig. 11 Registro de parámetros básicos de la penca de nopal. Foto: Alejandro Hernández Santana.



Fig. 12 Comparación de los tamaños de la penca a su ingreso al horno de cocción. Foto: Alejandro Hernández Santana.

Los resultados fueron marcadamente diferentes, en particular se encontró una reducción en el tiempo requerido para la deshidratación y por lo tanto, en el consumo de energía.

Para ampliar la interacción con este producto vegetal, se realizó un periodo de reconocimiento y evaluación con plantas nativas, tanto de las cultivadas expresamente como de las silvestres en el Campus San Luis Potosí, ubicado en el municipio de Salinas, estado de San Luis Potosí.

Primeramente, la estancia consistió en realizar una colección general de muestras de materiales en campo sin distinción de; variedad, edad, con o sin espinas, grandes y pequeñas. Se les realizó a todas la medida de sus dimensiones básicas, definición de las formas de los cladodios, el registro fiel de los pesos de las muestras identificadas (Fig. 13). Una vez que se tuvieron esas informaciones

fundamentales, se procedió a machacar y triturar los cladodios en un molino triple (Fig. 14). En este proceso fue conveniente realizar una colección de los líquidos verdes extraídos, ya que su cuantificación revela estimativamente las grandes cantidades de energía requeridas para su extracción si este proceso previo no es llevado a cabo, registrándose también el peso de la “pasta”.

En este apartado es conveniente mencionar que dicho proceso o procesos previos van a depender del destino final del producto deshidratado, por ejemplo, éste en particular difiere cuando su finalidad es la industria farmacéutica o alimenticia, cuya demanda es en forma de cápsulas o polvos, a diferencia de su conservación en rebanadas como el tomate, mango, piña, entre otros.



Fig. 13 Muestras de cladodios de nopal para caracterizar su forma y dimensiones. Foto: Alejandro Hernández Santana.



Fig. 14 Molino de rodillos para el machacado y extracción del líquido del nopal. Foto: Alejandro Hernández Santana.

Posteriormente, se procedió a introducir la “pasta” de los cladodios del nopal en un horno de convección eléctrico (Fig. 15). Dadas las características de “babosidad” del nopal mezclada con agua, durante la manipulación la pasta, ésta continuaba escurriendo líquidos. El tamaño del horno sin ventilador con una capacidad de carga

de 1730 Watts con un voltaje de 120 V, permitió introducir cuatro charolas con material.

Una vez concluido el proceso de deshidratación se registraba el peso del material “seco” al salir del horno, después se efectuó un “aireado” que es un secado adicional por movimiento de aire en flujo constante y al finalizar éste, se registro nuevamente el peso de las muestras. No se realizó un análisis bioquímico de las muestras deshidratadas para verificar posible afectación de los ingredientes activos del nopal, dado que no es el objetivo de este trabajo, por lo que dichas muestras fueron desechadas al finalizar las mediciones.

El horno utilizado permitió conservar una temperatura constante en el interior, por lo que únicamente se fueron registrando los tiempos empleados hasta llegar a una estimación del peso final de la muestra, es decir, llegar al porcentaje de seguridad de la muestra, el cual fue indicativo de no llegar a un estado crítico de deterioro del material. En este punto cabe señalar la importancia de disponer de un horno de mayor especificación y debidamente equipado, es decir, deberá tener un ventilador integrado cuya operación sea independiente de la temperatura seleccionada y de mayor capacidad.



Fig. 15 Horno eléctrico de convección utilizado para la deshidratación del nopal en el Campus San Luis Potosí. Foto: Alejandro Hernández Santana.

La serie final de evaluaciones consistió del secado de las muestras de frutas haciendo circular aire caliente a través de charolas con fondo de tipo malla.

Con operaciones sencillas se obtiene la pérdida de peso húmedo que corresponde a la cantidad de agua extraída del material y se realiza la comparación de peso inicial contra el peso final. Asimismo, se realizaron comparaciones de volumen respecto al peso fresco antes y después de realizado este proceso.

Finalmente, se llegó a estimar el porcentaje “ideal” de la humedad necesaria en el interior del producto, con el fin de mantenerse dentro de los límites y así evitar una posible putrefacción de esas muestras durante su manipulación.

## **5.2.- Identificación de los requerimientos de operación del equipo**

Respecto a la temperatura, se encontró que es importante considerar una distribución uniforme en el interior de la instalación que se propone diseñar, además de que, se desea que permanezca constante la propia temperatura en el horizonte temporal del proceso para cada lote en procesamiento.

Un requisito por demás fundamental es el flujo continuo de aire, quedando pendiente el volumen y la presión generada al interior del “área de secado”, inclusive de la instalación en su conjunto, su calidad y la humedad del mismo aire, incluyendo su temperatura en el preciso momento de su ingreso a la instalación.

El procesamiento de frutas, vegetales y hortalizas para consumo animal y humano, está regido por una exigencia fundamental de inocuidad, ello contempla además de disponer de los medios adecuados para facilitar el conducir una operación rutinaria de asepsia y conservación de un mantenimiento mínimo.

Otro aspecto que es importante recalcar, se refiere a los requerimientos de operación del equipo para facilitar su uso, partiendo de forma irrestricta a la nula utilización de fuentes de energía no renovables o de sus derivados.

Finalmente, es deseable que los usuarios puedan utilizar el equipo dentro de la instalación sin requerir de un curso de capacitación muy especializado, inclusive cuando no es requerido por la reglamentación oficial de una licencia de manejo y operación del equipo o de la necesidad de contratar personal especializado para su operación.

Los requerimientos del dimensionamiento se encuentran en función del volumen a considerar del lote en procesamiento, además de las medidas individuales de las muestras a trabajar, condicionado por el número de charolas que se estima sean necesarias para la carga, descarga y lograr una eficiencia de operación aceptable, además de considerar costos de manufactura y de operación competitivos y sea rentable esta actividad.

### **5.3.- Caracterización tecnológica del equipo**

En función de los enunciados anteriores, se facilita la caracterización del equipo.

Por cuanto hace a sus características se consideran los materiales a utilizar.

Así mismo, dado el destino final de los productos se presenta una exigencia técnica y por lo tanto la orientación para la fabricación del equipo es orientada sobre la utilización específica del acero inoxidable.

Con respecto al tipo o fuente de energía a utilizar, se resuelve la incógnita con el calentamiento obtenido por la radiación solar y el flujo natural del aire atmosférico para extraer vapores y olores además de la humedad interior.

Desde el punto de vista ergonómico, el tamaño del equipo de deshidratación, queda convenientemente delimitado por las medidas antropométricas previstas en los manuales utilizados en esta materia. Finalmente, aunque no menos importante es la apariencia visual del equipo, que por criterio propio debe apegarse y ajustarse a un concepto de tipo vanguardista, el cual deberá ser plasmarlo en la presentación integral del equipo, así como en la documentación publicitaria.

## 6.- FUNDAMENTOS DE DISEÑO DEL DESHIDRATADOR

Grado de inclinación del colector solar.- Con el firme propósito de optimizar la radiación solar el colector deberá tener en ángulo recto con relación al panel solar. El ángulo óptimo de inclinación corresponde a la latitud misma de la ubicación del equipo. Dado que el sol está más alto en el verano y más bajo en el invierno se debe considerar en que estación se hará un mayor uso del equipo instalado con su colector solar. Se obtiene un mayor rendimiento en los días largos de verano y como regla práctica para el ángulo de inclinación se aplica el grado de latitud  $-10^{\circ}$ . En la práctica, las pequeñas desviaciones respecto a la inclinación o la orientación o clima solo producen una ligera reducción del rendimiento energético. Un ensombrecimiento temporal de los colectores solares tiene mayor impacto en el rendimiento.

La orientación del colector solar.- Una vez que el aparato esté completamente instalado, el área de captación de la radiación solar deberá estar orientado hacia el sur, aunque resulta inconveniente el tener que moverlo conforme el astro solar cambia de posición debido a la rotación de la tierra, por lo que simplemente hay que ubicar que esa sección este orientada hacia el sur. A causa de este efecto, algunos colectores solares se montan en la instalación con una inclinación dentro de un rango de  $20^{\circ}$  a  $60^{\circ}$  respecto a la horizontal. Los menores ángulos de inclinación aumentan el rendimiento por irradiación en verano y con unos mayores ángulos de inclinación el rendimiento se incrementa debido a la mayor incidencia de radiación solar en el invierno

### 6.1. - Tecnología experimental disponible

Entre los varios aparatos que se han experimentado para realizar el proceso de deshidratación de productos agrícolas, se sintetiza en este apartado las características más deseables que un prototipo de secador solar de convección forzada indirecta; un colector solar para el aire, un calefactor auxiliar, un ventilador

de circulación y una cabina de secado, tal como se muestra en la Figura 16 en este documento.

El colector solar de aire tiene dimensiones de un metro por 2.5 m, una lámina de hierro galvanizada y corrugada pintada de negro, que es utilizada como un plato de absorción de la radiación solar incidente. Esta está orientada hacia el sureste, mas abajo del ángulo de 31° del colector. Este ángulo se fija con un control de pié.

Una hoja de plástico y otra de vidrio son utilizadas como cubierta transparente para prevenir que el aire que se calienta no se pierda en áreas superiores y en los límites, su marco es construido de madera.

La cabina de secado es construida con maderas tratadas (1.40 m de alto, 0.5 m de ancho y 0.90 m de fondo), con una capacidad para 10 charolas.

El ventilador centrífugo de características (0.0833 m<sup>3</sup>/h; 80 mm CE, 220 volts) es conectado hacia el lado norte de la cabina de secado, cuenta con una velocidad máxima del aire de 1.7 m<sup>3</sup>/s y el rango del flujo de aire en el proceso de secado puede variar desde 0.0227 m<sup>3</sup>/h hasta 0.0833 m<sup>3</sup>/h. La circulación del aire fresco que surte el ventilador tiene una potencia de 0.1 Kw.

El calentador auxiliar tiene una potencia de 4 Kw. y está conectado a la línea interna de la caja de control del propio equipo. La humedad relativa se mide por la capacitancia de los sensores instalados.

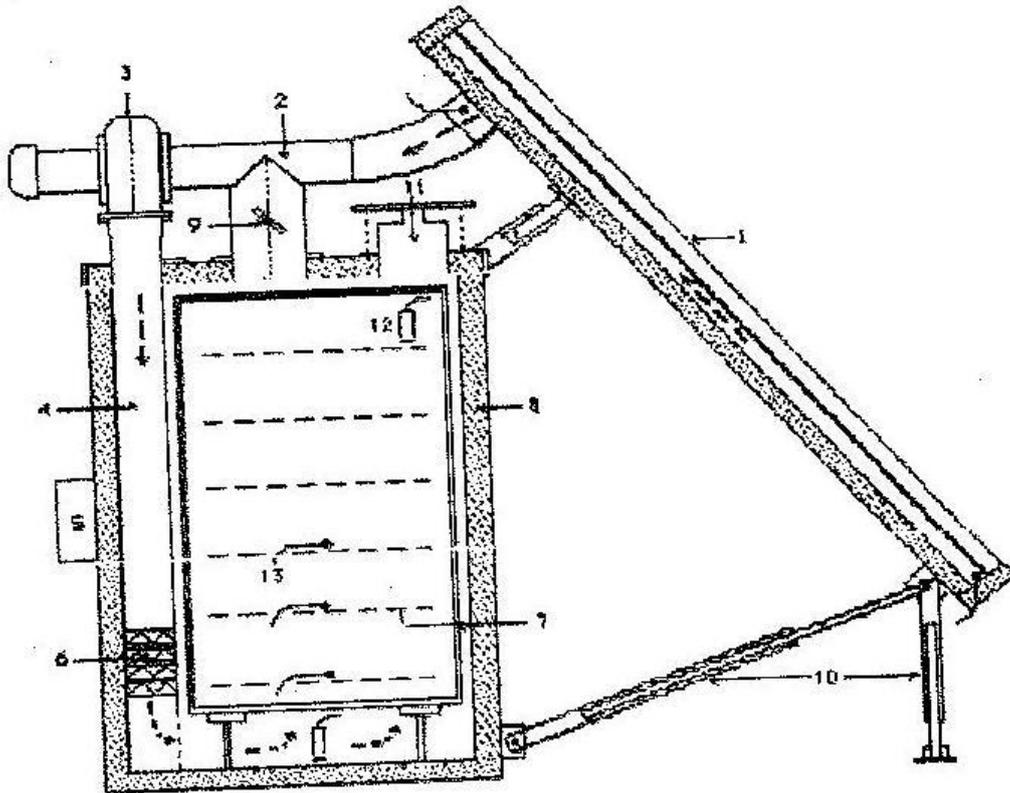


Fig. 16 Representación esquemática de un deshidratador solar. (1) colector solar, (2) dirección del flujo de aire, (3) ventilador, (4) dirección de la aspiración, (5) caja de control del equipo, (6) sistema auxiliar de calentamiento, (7) cuerpo o vagón desplazable, (8) abanico de secado, (9) paleta de reciclado del aire, (10) control de pedal para inclinación, (11) salida del aire, (12) sensores de humedad, (13) sensores de temperatura. Fuente: Lahsasni et al, 2004.

## 6.2.- Tecnología del extractor atmosférico

Generalidades de la ventilación.- El aire caliente tiende a ascender respecto del más frío, por lo que un sistema ideal de ventilación general debe disponer de una entrada de aire en su parte inferior, a nivel del suelo, de tal forma que el aire frío de entrada en principio incida y se mezcle con el aire en el interior del aparato y entre luego en contacto con las superficies calientes, por lo tanto, calentándose, ascendiendo y escapando por el tiro a manera de chimenea que es la abertura ubicada en la parte superior del mismo equipo. El proceso de ventilación puede ser de dos tipos: natural ó mecánica. Para los propósitos del presente proyecto, el proceso natural

propiamente dicho se ajusta al diseño del equipo, donde se propone un acceso bastante limitado a las fuentes de energía tradicionales.

Los extractores atmosféricos con características similares al seleccionado para este estudio, los cuales operan bajo el principio del aprovechamiento de la energía eólica y en la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la instalación, tienen las siguientes ventajas (Fig. 17):

- ⇒ Extraen humos, gases, vapores, polvillo, humedad, olores, renovando el aire ambiental interior.
- ⇒ Su diseño permite conseguir ahorros, ya que no requiere de mantenimiento en: lubricación, corrosión, ruido, goteras y pintura.
- ⇒ Renueva constantemente el aire interior de su ambiente (24 horas al día).
- ⇒ Reduce la carga térmica generada por el proceso productivo.
- ⇒ Eleva los índices de control térmico: equilibra las temperaturas: interna/externa (a la sombra).
- ⇒ Totalmente impermeables.
- ⇒ Reduce la polución suspendida en el aire.
- ⇒ Reduce la humedad interior de su ambiente.
- ⇒ Elimina los olores acumulados en el interior del equipo, sitios específicos y en la nave completa.
- ⇒ Representa una positiva relación costo/beneficio.
- ⇒ Base reforzada (soportan presiones de los viento equivalentes a 100 km./h).
- ⇒ Resistentes a la intemperie y a la agresión de gases, humos y vapores.
- ⇒ De fácil montaje (gran adaptabilidad debido a su liviano peso).
- ⇒ No permiten la entrada de agua.
- ⇒ Extraen por acción del viento y diferencia de temperatura ambiental. Inician su funcionamiento a partir de un diferencial de 3°C entre el equipo y el exterior también desde una velocidad del viento de 8 Km. /h.
- ⇒ Operan en función de la presión de aire caliente que es desplazado a través del extractor atmosférico.

⇒ La aspiración del aire adulterado es expulsado hacia la atmósfera, esto se origina porque alrededor del cuello del ventilador se crea una depresión la cual atrae el aire de las capas superiores de la maquinaria o equipo que se encuentra recargado o contaminado y es atraído al interior del extractor, donde los alabes se encargan de expulsarlo hacia afuera del propio equipo.



Fig. 17 Extractor atmosférico comercial. Foto: Alejandro Hernández Santana.

Funcionamiento de la turbina eólica. La turbina eólica es propulsada por la fuerza del viento. En la Figura 18, se ilustra el comportamiento de la capacidad de extracción del equipo.



Fig. 18 Comportamiento de la expulsión de del extractor con la variación de la velocidad del viento. Fuente: Pruebas Industrias GM, Bogotá, Colombia. [industriasgm@gmail.com](mailto:industriasgm@gmail.com)

Asimismo, la turbina sigue generando un vacío debido a la diferencia de presión, facilitando la extracción del aire caliente y/o contaminado, aprovechando así 100% la energía eólica disponible. Este proceso continuo de succión y expulsión es compensado de manera natural mediante la entrada de aire fresco a través de las ventilas ubicadas estratégicamente en los niveles inferiores del conjunto. Este proceso, técnicamente dirigido, genera un nivel de circulación de aire hacia el interior que garantizará la correcta ventilación del mismo, permitiendo deshacerse del calor, humedad, vapores, polución y olores acumulados al interior del equipo. Sin generar costos de operación.

Es propiamente un sistema de ventilación mecánico que opera con la energía del viento exterior y por efectos del diferencial de temperaturas externa e interna bajo cubierta del equipo. Los extractores eólicos de turbina, no requieren de motor para su funcionamiento.

La capacidad máxima de extracción de todo sistema de ventilación está en función del equilibrio entre los caudales de entrada y salida de aire al equipo. Por lo que la capacidad de extracción del sistema deberá poder ser compensada con un suficiente ingreso de aire al mueble o equipo mediante la disposición de accesos naturales y estratégicos al mismo, como ventanas, puertas y mallas de filtración.

Funcionamiento bajo condiciones de viento: El viento “fresco” mueve las aspas del extractor, las que por su diseño aerodinámico, generan una fuerza de succión en el interior del aparato, que permite la extracción del aire caliente acumulado bajo la cubierta o techumbre del equipo.

Funcionamiento bajo ausencia total hipotética de viento: El aire “frío” localizado en los niveles inferiores del aparato o mueble, empuja al aire caliente interior hacia arriba, contra la cubierta, aunque la techumbre se convierte en chimenea de tiro, como vía de escape del extractor. El empuje del aire caliente al chocar con el extractor, mueve sus aspas desde el interior, lográndose una rápida evacuación.

Tradicionalmente, en un proceso de construcción es posible estimar el número de extractores eólicos recurridos para su instalación en una nave de producción, de acuerdo a la recomendación industrial recurrente, tal como se ilustra de manera esquemática, para diversos rangos de temperatura y tipos de establecimientos o inmuebles.

### **6.3.- Tecnología de colector solar aplicable**

La radiación que proviene del sol es una fuente energética muy difícil de controlar, su producción llega a la tierra de forma continua durante un promedio de 12 horas al día, a razón de 1400-1800 Kwh./m<sup>2</sup> por año, lo que equivale a que por cada m<sup>2</sup> se recibe la energía equivalente a la que se obtiene de quemar unos 165-200 litros de combustible; es decir que, con la energía solar que llega en 5 m<sup>2</sup> se pueden suplir las necesidades térmicas anuales para acondicionar una casa de 100 m<sup>2</sup>.

El inconveniente es que esta energía no llega en el preciso momento en que ésta es requerida, sino repartida durante todas las horas de sol. De la misma manera a como sucede la producción de esta energía, se tienen perfiles variables de consumo de las instalaciones, que variarán en función de su uso.

Por ejemplo, en las instalaciones de viviendas es normal encontrar dos o tres picos de consumo al día. Para conseguir acoplar la producción del sistema solar con el consumo de la instalación, es por demás conveniente disponer de una acumulación de energía solar. Esta acumulación tendrá mayor o menor volumen en función de dos factores principales:

- ⇒ En nivel de cobertura con energía solar de la demanda de la instalación.
- ⇒ El perfil de consumo de la instalación.

Sombras.- El sitio de ubicación de los captadores solares debe estar libre de las sombras proyectadas de obstáculos alejados (como una montaña, un edificio o un

gran árbol) y obstáculos próximos (como una chimenea, un alero del tejado o la vegetación estacional), ya que la posición aparente del sol cambia durante el día y según las estaciones.

El captador solar térmico.- Un captador solar térmico está constituido por distintos elementos: un *acristalamiento* que transmite la radiación solar al colector e impide el que el calor salga del colector (es el fenómeno del efecto invernadero) un recubrimiento selectivo llamado absorbente que va a recoger la radiación solar y convertirla en calor; tubos revestidos de cobre en contacto con el colector en los que circula un fluido termo portador que se recalienta y un aislamiento inferior para evitar las pérdidas térmicas por esa parte del colector. El captador solar térmico es el encargado de captar la radiación solar y convertir su energía en energía térmica, de manera que se calienta el fluido de trabajo que ellos contienen.

Toda la energía que incide sobre el captador solar no puede ser considerada como energía útil, de manera que al mismo tiempo que se produce el calentamiento del fluido de trabajo, una parte de esta energía se pierde por conducción, convección y radiación, generándose un balance energético entre la energía incidente (en forma de radiación solar) y las pérdidas térmicas, obteniendo como resultado final una potencia útil del colector solar.

Colectores solares.- Los colectores solares son el corazón de cualquier sistema de utilización de la energía solar: absorbe la luz solar y la transforma en calor. Los criterios básicos que se consideran en su selección son:

- ⇒ Productividad energética a la temperatura de trabajo y costos.
- ⇒ Durabilidad y calidad.
- ⇒ Posibilidades de integración arquitectónica.
- ⇒ Fabricación y reciclado no contaminante.

Dependiendo de la aplicación, el tipo de colector solar que hay que utilizar varía. Para aplicaciones que requieren un fluido a baja temperatura (<100°C). Los

sistemas con colectores solares de *placa plana* son los más utilizados, seguidos por los *tubos de vacío* estos se distinguen de los colectores planos por sus menores pérdidas térmicas - mayor rendimiento- al encerrarse el fluido que absorbe la radiación en una cápsula de vidrio de la que se extrae el aire y sus mayores posibilidades de integración arquitectónica.

La diferencia de productividad energética entre los diferentes tipos de colectores planos viene dada por las diferencias en las propiedades ópticas de los recubrimientos de sus absorbentes y por las características y espesores de los aislamientos térmicos. Las diferencias en durabilidad y calidad surgen de los materiales empleados y, en especial, del empaque que une la cubierta de vidrio del colector con el marco y de la resistencia del material de aislamiento térmico al apelmazamiento por las condensaciones internas del colector.

La utilización de colectores más eficientes tiene una influencia mucho más significativa en la productividad anual que la estimada de la comparación directa de los rendimientos instantáneos (relación entre el calor extraído del colector en un momento dado y la radiación solar disponible en ese momento). Además, se pueden encontrar reducciones significativas en los costos del resto de los elementos del sistema solar, ya que para un mismo aporte solar hacen falta instalar menos m<sup>2</sup> de colectores y se puede operar a mayores temperaturas sin afectar el rendimiento (bombas, tuberías, almacenamiento, intercambiadores,... más pequeños).

Desde el punto de vista de la integración arquitectónica, una ventaja que tienen los colectores de vacío de absorbente plano es que permiten una mayor flexibilidad de montaje. Así, los tubos de vacío planos con el fluido absorbente se pueden instalar en una superficie horizontal o vertical y aún, girar los tubos para que su absorbente esté a la inclinación adecuada.

Colector solar calentador de aire.- Consiste básicamente en la exposición a la radiación del sol de un tablero de acero, madera o fibra pintado de negro, aislado en su parte inferior y recubierto por una superficie transparente (lámina de plástico o

vidrio), el colector se monta mirando al sur y se le da el ángulo de inclinación óptimo para la zona y la temporada.

El aire penetra por el extremo abierto del fondo del colector y pasa entre el tablero negro (absorbente) y la cubierta. La colocación de una malla negra, aumenta la eficacia del propio colector; la radiación solar que pasa a través de la cubierta transparente es absorbida por la malla y por el tablero. La malla proporciona una superficie de transmisión de calor adicional y el aire que pasa por este conducto recibe mayor calor.

Mediante estos sencillos sistemas se han conseguido rendimientos del colector solar calentador de aire, superiores al 75%. Después el aire caliente que sale del colector pasa a la base de la cámara de secado y sus charolas. El aire caliente circula en sentido ascendente a través del producto puesto a secar; en algunos casos “artesanales” se obtiene calor adicional de la radiación solar que atraviesa las propias láminas transparentes que recubren los lados este, sur y oeste del equipo, en otro caso, se considera colocar tres paneles solares en sus lados excepto donde van las puertas de acceso, a condición de que el propio equipo sea construido de un material resistente.

Finalmente cuando se evalúan, diseñan o se hacen análisis económicos de los sistemas complejos y extensos del aprovechamiento de la energía solar, se requiere de información precisa y detallada de la incidencia por la radiación solar, ya que se presentan variaciones frecuentes, debido a las condiciones atmosféricas, el clima, las características geográficas, entre otros.

## **7.- RESULTADOS Y DISCUSION**

En este apartado se muestra de manera exhaustiva los datos acumulados de los trabajos realizados, comentarios y resultados, sin un rigor extremadamente científico, un tanto coloquial y con el propósito definido de investigar y generar respuestas ante las expectativas planteadas.

### **7.1.- Pruebas de secado en laboratorio**

#### Primera etapa con dos muestras de nopal verdura

Se adquirieron por separado dos grupos de pencas “hojas” de nopal verdura en el mercado local. El primer grupo (muestra 1) consta de 4 piezas ovales de nopal verdura, las cuales fueron cortadas en tiras transversales de 2 cm de ancho, con sus pequeñas espinas y con sus abundantes ahuates visibles. El segundo grupo (muestra 2) con el mismo número de piezas, las cuales fueron cortadas en pequeños cuadros de 2 cm de lado, manteniendo su espesor. La características visuales para ambas muestras fueron que; el color de la epidermis es verde intenso ligeramente oscuro de apariencia fresca, de consistencia flexible, sin daños superficiales visibles por ataques de insectos, en general de buena apariencia comercial, excepto por los pequeñas espinas enterradas de otros nopales. Se aprecia un olor característico y apetecible de la tuna verde, se siente suave al tacto apretando ligeramente y si se presiona regresa a su grosor original. La Figura 19, muestra sus datos característicos.

#### Resultados

Para la muestra 1, después de dos horas de permanecer dentro del horno eléctrico a 65° C se obtuvo una reducción del 93.83% del peso del grupo (Fig. 20). Asimismo, se pudo apreciar que se encontraron tiras de material inflado tipo “cilíndrico tubular” unidas en el corte, a manera de “vainas” como de tamarindo de 1 cm de diámetro aproximadamente. El color se tornó verde oscuro, prácticamente grisáceo y en partes negruzco, con un olor ligeramente a quemado y también a producto

carbonizado. Un aspecto relevante es su apariencia de ausencia de peso y quebradizo al tacto.

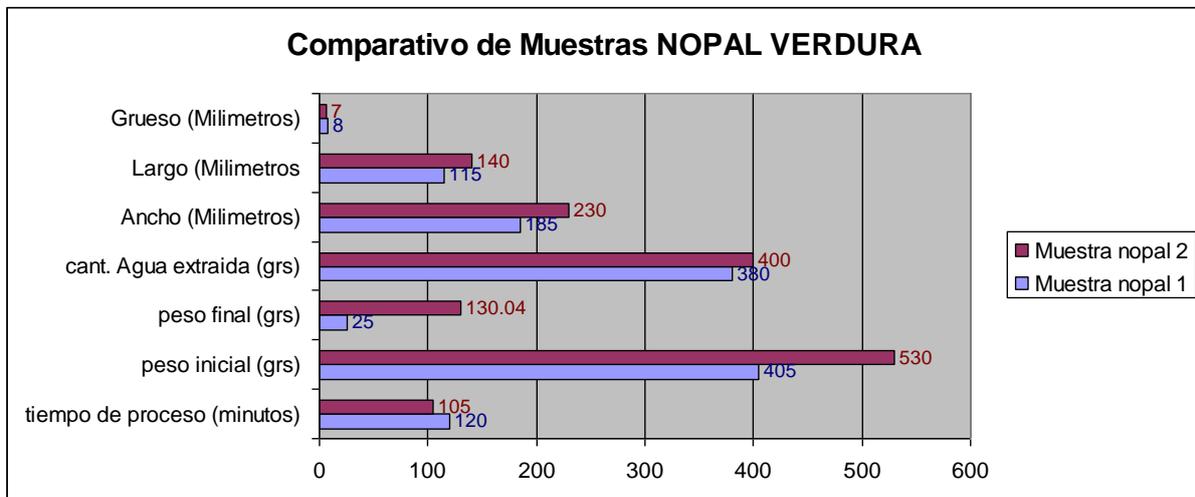


Fig. 19 Comparación de características físicas de las muestras de nopal verdura.

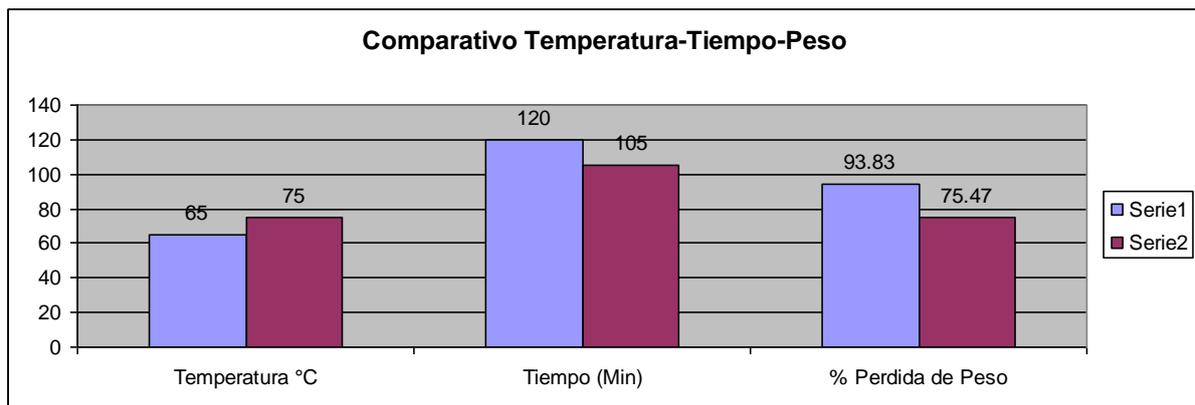


Fig. 20 Comparación de resultados obtenidos de las muestras de nopal verdura deshidratadas en el horno eléctrico doméstico.

Para la muestra 2, se redujo aún más el tamaño que la muestra 1, lo que generaba una mayor área de exposición, por lo que se consideró reducir el tiempo que la muestra debiera permanecer dentro del horno, por lo tanto, para esta muestra el proceso duro 1.0 hora 45 minutos, manteniendo una temperatura promedio de 75 °C, con lo que se logró una reducción del 75.46 % de peso de las muestras. Al

finalizar, los pequeños cuadros presentaban flexibilidad sin fracturarse y al oprimirlos no recupera su grosor, es un “bagazo” con un 25% de humedad.

Segunda etapa con altos volúmenes de pencas de nopal jóvenes y maduras. De diferentes especies de *Opuntia*, con y sin espinas en variedad de pesos y medidas

Se realizó un recorrido en el Campo Experimental “La Huerta” del Campus San Luis Potosí ubicado en el municipio de Salinas de Hidalgo, S.L.P. Se colectó una gran cantidad de pencas sin diferencia de variedad, edad, dimensiones, peso y estado físico. Del total de este grupo se efectuó una clasificación, primeramente en base a sus tamaños básicos de pequeño, mediano y grande, con o sin espinas, jóvenes, maduras, formas redondas, obteniéndose al final 15 grupos con diferente número de pencas (Fig. 21).

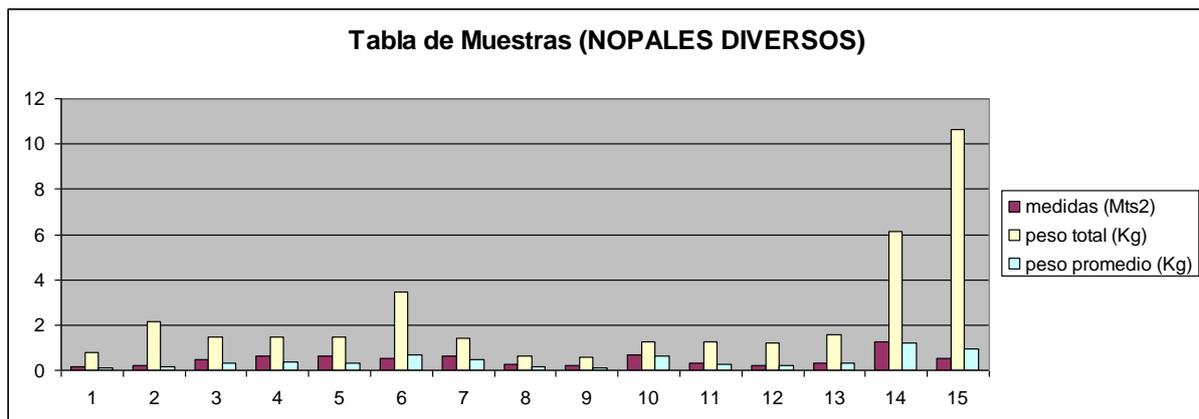


Fig. 21. Agrupación por tamaño del lote general de muestras de pencas para deshidratación.

Resultados

Se calibró el horno de secado por convección para que funcionara y mantuviera durante el proceso una temperatura constante de 60 °C, ajustando la perilla analógica contra las lecturas de un termómetro de mercurio con escala de 0 °C a 140 °C. Dado el tamaño del grupo de pencas que se le asignó el número 15, se prepararon para el proceso de deshidratación. Primeramente, se cortaron en tiras

transversales de 1 cm de ancho para las partes delgadas y de 2 a 3 cm de ancho además del corte por mitad para aquellas tiras excesivamente gruesas, resultando tener un peso total final de 10.626 Kg.

Todo el material cortado fue vaciado en cuatro charolas y con el horno ya encendido y calibrado. Se colocaron las charolas dobles atravesadas o cruzadas con sus espaciadores alternados de aluminio. Después de 2.0 horas de iniciado el proceso se observó que el termómetro en el interior del horno marcaba 40 °C, presumiblemente debido a la gran cantidad de humedad en el aire. Asimismo, visualmente se señala que:

- Las tiras de las muestras se aprecian con abundantes pero pequeñas gotas de 2 a 3 mm a manera de un sudor superficial en la epidermis de la penca troceada.
- El cuerpo intermedio de las tiras se encuentra retraído, está soltando mucílago o baba propiamente la “pulpa” pareciera que está expulsando la humedad a baja temperatura (40 °C) en las dos horas transcurridas.
- Se aprecian protuberancias que son las nervaduras de la empalizada, a manera de red interna o estructura de la penca, ya que se cortaron transversalmente y las tiras gruesas en su espesor por mitad, debido a que el material “esponjoso” se enjuta, se observa una curvatura de contracción a simple vista.
- Aparecen más definidas las capas de la penca cortada en tiras, aproximadamente un mm de epidermis dura y de apariencia “plastificada” por las ceras depositadas, después hacia el interior de 4 a 5 mm es un contorno verde muy claro y tiende a separarse con otro mm de espesor que marca la separación en color totalmente blanco.
- Las nervaduras que están visiblemente desnudas del cuerpo “carnoso”, pareciera que expulsan el agua en forma de gotas, como si estuvieran transpirando debido el calor interno.

Después de 17 horas en el interior del horno se extrajeron las muestras, registrándose su peso y observándose sólo una mínima diferencia de peso de tan solo 0.696 Kg. que equivale al 7.16 % de pérdida en peso húmedo.

En conveniente mencionar que el cambio de temperatura fijado, se debió a que inicialmente, el horno se calibro sin carga y el efecto de la carga y la evaporación del agua contribuyó a que cambiará la temperatura ambiente del interior del horno. Este horno no posee un sistema de evacuación y recuperación del aire, por lo que las muestras a pesar de estar tanto tiempo dentro sólo se reblandecieron, por lo que fue necesario realizar un segundo proceso que facilitará la pérdida de humedad.

En una segunda prueba realizada como punto de comparación, se seleccionaron sólo un par de pencas (cladodios) de edad madura, las cuales fueron cortados en pequeños cuadros irregulares de 2 cm por lado y variando en espesor de 1 a 2 cm, teniendo la mezcla final un peso de 3.177 Kg. (Fig. 22). Todo este material se colocó holgadamente sobre las charolas con un espesor promedio de 2 cm y éstas acomodadas dentro del horno, previamente calibrado para funcionar a 70 °C. Sin embargo, a poco más de una hora de funcionar se registra una temperatura en el interior de 80 °C, desconociéndose la causa, pero dejándola en ese nivel durante toda la prueba. Aunque se menciona, un enorme espacio vació al interior del horno, debido a la pequeña cantidad de material introducido.

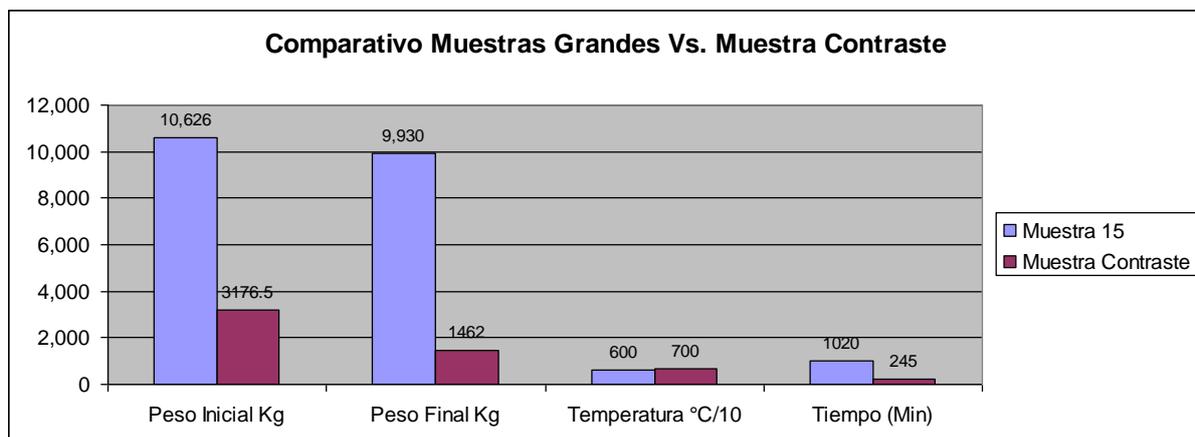


Fig. 22 Comparación del proceso de deshidratado de una muestra grande y una pequeña en condiciones similares de prueba.

Después de transcurridas 4 horas de deshidratado, se sacan las muestras y se registra el peso final, siendo de 1.642 Kg., lo que representa una pérdida de humedad de 53.97%.

También se realizaron observaciones visuales, que se anotan de la siguiente manera:

- No se generó escurrimiento visible entre las charolas y hacia el exterior del equipo, muy probablemente debido a una porción reducida de carga.
- Después de las 4 horas se retira el material con observaciones similares al de la carga pesada, como las nevaduras, que en los trozos de la penca mayor parecen sobresalir.
- Realmente se contre la masa del material, aunque todavía se puede comprimir presionando y parece plastificada en su superficie.
- Todas las piezas de la penca grande pesaron 3.044 Kg. a su ingreso al horno y al salir tuvieron un peso de 1.420 Kg., registrando una pérdida de humedad de 53.36%.
- Todas las piezas de la penca delgada tuvieron un peso total de 0.133 Kg. a su ingreso al horno y al salir registraron un peso final de 0.042 Kg., calculando una pérdida de humedad de 68.3%. El pequeño espesor contribuyo a facilitar la pérdida de agua del material.

En una tercera prueba de deshidratación con material original, se juntaron los grupos de pencas a los que se les asignó los números; 2, 3, 5, 6 y 11. Estos materiales se juntaron y machacaron, dejando que la mezcla escurriera a voluntad, quedando finalmente un peso de 10.084 Kg. Se colocó esta masa en las charolas, se introdujeron en el horno y fijó la temperatura de operación del horno en 75 °C.

Aproximadamente, a las dos horas de iniciado el proceso, visualmente se observaron detalles del color y presencia de baba y se registraron los datos pertinentes, con sus cálculos correspondientes:

- En el interior del horno se aprecia sobre la masa gotas de agua “gruesas” de más de 3 mm de diámetro aproximadamente.
- Entre charolas superiores e inferiores se observan líneas de “moco o baba” que escurre, de una consistencia brillante y translúcida.
- A aproximadamente 2:45 horas de iniciado el proceso se detiene el escurrimiento del jugo negro desde el fondo del horno. La temperatura ambiental es de 27 °C y en interior del horno es de 70 °C.
- Transcurridas 6 hrs. del inicio del proceso se percibe un fuerte olor a nopal “tasajeado” y similar a un proceso de “asado”.
- Aproximadamente 8 horas después se observó que se terminó el escurrimiento y goteo entre la charolas. El color de la penca ya no brillante ni es verde claro, intenso sino que se opacó, como un verde olivo del tipo del vestuario militar, de alguna manera como el pasto seco. Al mover las muestras espinosas con pinzas largas y espátulas, se aprecia el mucílago o baba adherida, brillante y pegajosa, de apariencia acuosa, húmeda y transparente sobre el exterior de las muestras machacadas.
- Después de 9 hrs. de proceso continuo registrando una temperatura promedio en el interior del equipo de 70 °C se extraen las muestras. Se registra un peso de 5.029 Kg. Es conveniente mencionar que dejando reposar las muestras al ambiente se registró una pérdida de peso adicional de 19 gramos. Por lo que, se registró como peso total en esta prueba de 5.010 Kg. Siendo la pérdida de humedad de 50.32%
- Las muestras procesadas lucen ligeramente “secas” al tacto, aunque por la parte inferior de la capa se observa mucosidad o baba viscosa transparente. La pasta obtenida conservó un espesor promedio de alrededor 5.0 mm con un color verde oscuro.
- Las espinas son flexibles aunque se mantienen unidas, sin desprenderse de la epidermis reseca.
- Las secciones que tenían apariencia “seca” como amarillo tendiendo a café, de alguna manera como de corteza de árbol, se “enjugaron”, con una tendencia a enroscarse sobre si mismas.

- Se apreció una deficiente e irregular transmisión del calor en el interior del equipo, dando como resultado secciones dentro de las charolas con diferente consistencia de deshidratado.

Se condujo otra prueba con otra mezcla de grupos de pencas de nopal. En esta se incluyeron los grupos a los que se les asignó los números, 4, 7, 8, 9, 10, 12 y 13. Estas pencas fueron machacadas y la mezcla dejada a escurrir, registrándose un peso final de 8.103 Kg. Se consideró dejar funcionar el horno a la misma temperatura que la prueba anterior de 70 °C.

Las observaciones visuales del proceso son bastante similares al caso anterior. Aunque es importante mencionar que después de 9:30 horas continuas, la temperatura en el interior del horno era de 62 °C. Debido a causas de fuerza mayor se tuvo que detener la prueba, ya que se esperaba tuviera una mayor duración, lográndose un máximo de 11 horas. Se registró el peso final siendo de 7.433 kg, calculándose una pérdida de humedad de sólo 8.28%.

Para lograr una mayor eficiencia del proceso de deshidratación, es conveniente tener capas de material de menor espesor y aunque la charola tenga fondo perforado es por demás indispensable que exista libre paso del aire desde la parte inferior por el material, es decir deberá haber espacios para la circulación del aire.

El horno de tipo convectivo sin movimiento forzado del aire que salga desde su interior .hacia el ambiente exterior no es el aparato más indicado para realizar este tipo de pruebas. En caso de disponer de un equipo que cumpla esa cualidad es conveniente considerar la evacuación del aire hacia afuera del edificio para evitar los aromas y vapores desagradables.

## 7.2.- Descripción de componentes principales del equipo

El equipo diseñado para realizar el proceso de deshidratación debe consistir de una cámara de secado por la que se hace pasar aire calentado en un colector solar, mediante la succión que genera un ventilador de aletas corrugadas impulsado por el viento y que funciona por el diferencial de temperatura.

El aparato en su conjunto comprende de una estructura de forma cúbica cerrada con 3 paredes, un fondo y una puerta horizontal de acceso, bipartida, con entrepaños suspendidos para las charolas de malla, una chimenea o tiro, un extractor y un conjunto de patas.

La alimentación del aire se hace penetrando por el extremo inferior abierto y fabricado en el fondo del colector solar, mismo que está orientado hacia el sur; todas las partes que componen la cámara de secado debe ser fabricado en acero inoxidable. Los principales componentes son:

Colector Solar.- Es un tablero corrugado de 2 m por 2.5 m en acero galvanizado pintado de negro mate, que sirve de plato de absorción de la radiación solar que incide sobre el cuerpo, tiene en la parte superior un par de superficies transparentes de acrílico de 8 mm de espesor con espaciadores intercalados para que fluya el aire de manera ascendente,

Cuenta con una entrada de aire libre ambiental, protegida en la parte inferior y una gran salida de aire calentado en la parte superior, que ingresa a la cámara de secado

Cámara de Secado .- Es una caja construida de lámina calibre 22, de acero inoxidable 304, con aplicación de pintura negro mate por el exterior, con dimensiones de 1.20 m de alto por 2 m ancho y 1 m de fondo, con 3 compartimientos para 15 a 20 charolas colocadas cada 8 cm a 6 cm, de malla tejida cuadrada de 4 hilos o de 8 hilos de acero inoxidable por cada 25 mm (tamiz) en

función de las dimensiones de las muestras, lo que nos proporciona un espaciado abierto o cerrado, siempre en concordancia con el grado de reducción de tamaño que se consiga del material, aunque el idóneo es el de 8 hilos, ya que sirve para lo pequeño y lo mayor, con capacidad para 360 kg a 480 kg de carga inicial de material vegetal húmedo por lote.

Campana de Extracción.- Es el cono superior de la cámara de secado con 1.60 m de altura, se monta encima del área rectangular, sirve de base para instalar el tiro o chimenea de perfil cuadrado de 2 m de altura, donde se coloca el extractor atmosférico.

Extractor Atmosférico .- Gira libremente en vientos de alta velocidad con turbulencia y mínimos de hasta de 2.5 km/hr, su estructura es de aluminio anodizado, su diámetro total es de 17” y su cuello es de 14” de diámetro. Se construye de 21 aletas aerodinámicas, con 42 agua – canales cada una, con el fin de evitar la entrada de lluvia.

## 8.- DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO

En este apartado se plantean a manera de discusión algunos puntos de análisis:

⇒ 1.- Los resultados obtenidos personalmente en la búsqueda experimental y a manera de ejercicios laboratoriales, son contrastados con la información disponible en las publicaciones citadas.

En primera instancia, se realiza el trayecto temporal de efectuar las pruebas de manera experimental. Partiendo inicialmente del uso de un horno doméstico eléctrico al que para incrementar su eficiencia de deshidratación se le instala un par de pequeños ventiladores, obteniéndose mejores resultados en el tiempo de secado. En una segunda etapa, se realizaron pruebas de deshidratación en gigantes bolsas con charolas horizontales, donde se disponía de un tiro de diámetro reducido con una corta altura en un extremo y un ventilador eléctrico comercial de gran diámetro que inyectaba aire fresco únicamente, obteniendo un tiro forzado con un arrastre de humedad y olor hasta alcanzar el grado adecuado. Finalmente, las pruebas se llevaron a cabo en los Laboratorio del Campus Córdoba y en el laboratorio del Campus San Luis Potosí, con los resultados ya descritos extensamente.

A efecto de contrastar esta discusión con los resultados encontrados en la literatura consultada, se aprecia que en los documentos de los Doctores Kouhila y Lahsasni, de los Laboratorios de energía solar y plantas aromáticas y medicinales de la Escuela Normal Superior de Marrakech, en la Universidad de Marruecos, exponen su propuesta de un equipo de pruebas con colector solar de flujo de aire y con un abanico eléctrico de velocidad variable para recircular el aire, el cual incluye sensores de humedad y de temperatura, así como también en el caso de Assad Takla como participante de Fomento del Aprovechamiento de la Energía Solar en Países en Desarrollo por la Afamia Consulting Engineers en Abu Dhabi de los Emiratos Árabes Unidos, donde presenta el caso número tres relacionado con un secador solar ventilado por energía eólica en la República Árabe Siria, planteando

en su documento que recomienda un colector solar que calienta el aire y que este mismo se encuentra conectado al gabinete y un extractor atmosférico en la altura. Estos esfuerzos han fortalecido este estudio para llegar a un resultado similar, aunque ahora en una versión industrial.

⇒ 2.- Aunque el estado del arte de la tecnología en general se encuentra actualmente en un nivel “sofisticado”, se contrasta la realidad del emprendedor de la metalmecánica enriquecido con conocimientos resultantes de una formación de Maestría Tecnológica en Agroindustria enfrentando un proyecto de Innovación, así como la posibilidad en esta época (todavía) de lanzar al mercado de equipos industriales un prototipo ventajoso para deshidratar frutas, hortalizas y verduras.

Una consulta al mercado nacional de fabricantes de estos equipos mostró que se incorporan los últimos avances tecnológicos de instrumentación y construcción en acero inoxidable grado alimenticio. Sin embargo, mayoritariamente éstos emplean energía eléctrica para su funcionamiento y otros son alimentados por gas licuado a presión para utilizar en los quemadores que calientan el aire de arrastre en el equipo, por lo que la propuesta de este proyecto difiere en esos dos aspectos, ante un panorama de escasez de recursos y aprovechamiento de fuentes energéticas renovables para incidir en un mercado que deberá explorarse más en detalle.

A manera de discusión los argumentos que sustentan el presente trabajo son:

⇒ Cuestionar una vez más el tradicional esquema agrícola por un concepto agroindustrial, en cuanto al proceso de secado por medio de asoleaderos con un criterio de deshidratación con equipamiento.

Es incuestionable el argumento de que un proceso de secado a través de un equipo ex profeso es definitivamente superior en calidad del producto obtenido, de los beneficios sanitarios que se generan y de la simplicidad del propio procedimiento, que por sí mismos nos proporcionan una actividad agroindustrial ya que contribuyen a eficientar la deshidratación inducida a diferencia de realizar ello con ancestrales

asoleaderos y las consecuencias comerciales sobre la calidad del producto, considerando que se encuentra al alcance del agricultor que desea pasar al siguiente escalón de la modernidad.

⇒ Incursionar a través de un “plan de negocios” que se anexa a este documento, la factibilidad económica de obtener éxito comercial en la implantación de una línea de producción para el equipo de deshidratación, rompiendo el esquema de plantear tan solo un trabajo de carácter monográfico.

### **8.1 Recomendaciones para el desarrollo del prototipo**

Partiendo por un lado de los resultados de las pruebas documentadas, para conseguir eficientemente el secado de productos hortícolas y frutícolas; en particular del nopal para este caso de estudio, las recomendaciones genéricas son:

- ⇒ El uso intensivo de la radiación solar captada en colectores solares integrados
- ⇒ Incorporación del extractor atmosférico para mejorar el proceso de secado
- ⇒ El tiro o chimenea de extracción de aire desde el interior del gabinete
- ⇒ Utilización de acero inoxidable grado alimenticio para todo el equipo
- ⇒ Uso de charolas ligeras y el mayor número posible en el gabinete

La conjunción de todas esas recomendaciones debe concentrarse en un solo objetivo; alcanzar un diseño eficiente, rentable, ecológico, durable y austero.

Inicialmente se construyó la maqueta que se aprecia en las Fig. 23, Fig. 24, Fig. 25 y Fig. 26, se observó que la puerta bipartida que se muestra en estas figuras, abre en dos hojas horizontales y para efectos prácticos resulta adecuado que sean verticales, por lo que se procedió a registrar esta particularidad, antes de realizar una nueva maqueta en una escala uno a uno (Fig. 27, Fig. 28, Fig. 29 y Fig. 30).

También se encontró que el tiro o chimenea presenta exceso de dimensiones en particular en su ancho ya que es de perfil cuadrado y no cilíndrico como es tradicional, por así convenir a la fijación del asiento para el extractor atmosférico; se reduce un par de pulgadas por lado, aunque la altura se mantiene.

Otro resultado de la realización de la maqueta escala uno a seis, son los soportes o patas, ya que aunque se aprecian esbeltos presentaron fallas de torsión en los ángulos de carga, considerando que se trata del mismo material, el acero inoxidable para el prototipo y en el caso de toda la maqueta el cartón y pegamento empleado de misma resistencia mecánica, por lo que se extrapolan los datos empíricos y se recomienda un reforzamiento superior.

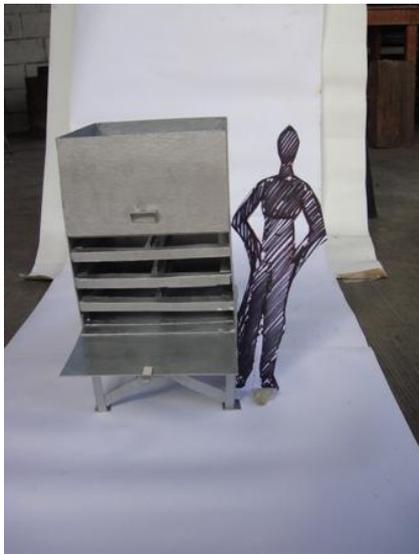


Fig. 23 Vista frontal de la maqueta a escala: puertas y charolas. Foto: Alejandro Hernández Santana



Fig. 24 Vista posterior de la maqueta a escala: colector solar. Foto: Alejandro Hernández Santana

Finalmente se obtiene como información sobre la observación detallada de la maqueta a escala que un panel colector de radiación solar, puede ser insuficiente, de hecho es factible colocar un par de ellos en las otras dos caras, excepto en la parte frontal donde están ambas puertas, de esta manera puede ser posible incrementar la cantidad de energía (Watts por metro cuadrado) que incide, aunque

es conveniente evaluar su costo, facilidad de transporte y maniobrabilidad. Quizás pueda considerarse tener el equipo con un solo colector y tener el equipo preparado para de ser necesario, se adquieran colectores adicionales con instrucciones para su instalación.



Fig. 25 Vista del conjunto de la maqueta a escala con colector solar. Foto: Alejandro Hernández Santana



Fig. 26 Vista del conjunto de la maqueta a escala con puertas cerradas. Foto: Alejandro Hernández Santana

En esta etapa es conveniente mencionar que se cuenta con el dimensionamiento de las piezas a escala real, para efectos del óptimo aprovechamiento del material en corte y doblado, así como para la unión por soldadura de láminas, placas, soleras, malla, redondos y ángulos durante la etapa de elaboración de un prototipo.

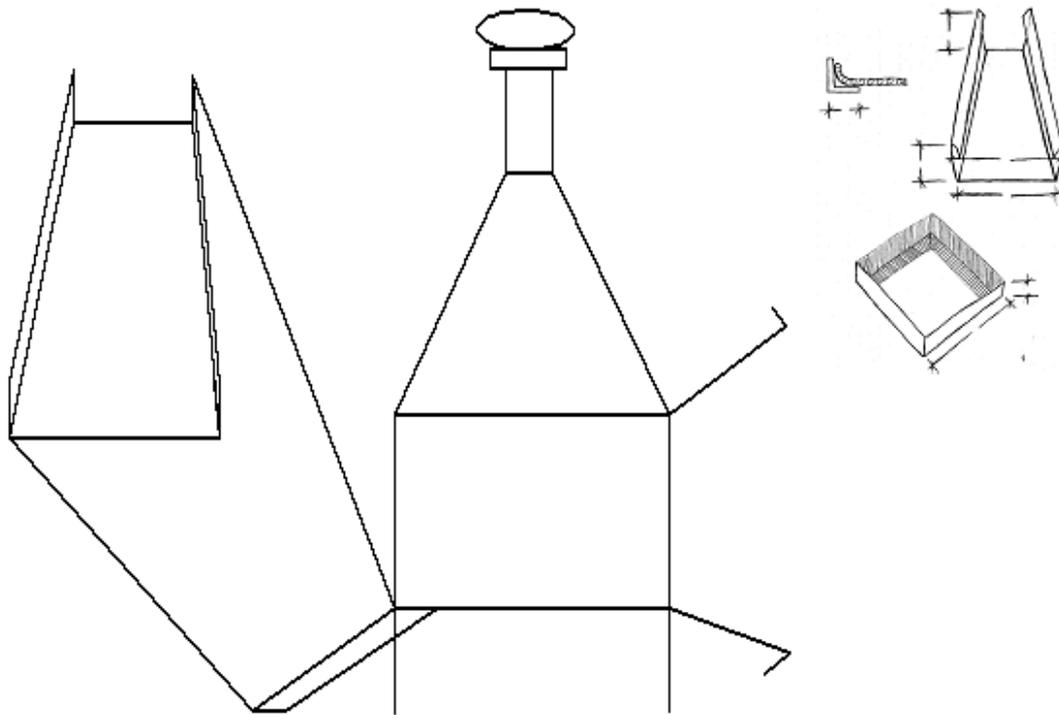


Fig. 27 Croquis del equipo. Cuerpo del colector solar y porta charola.

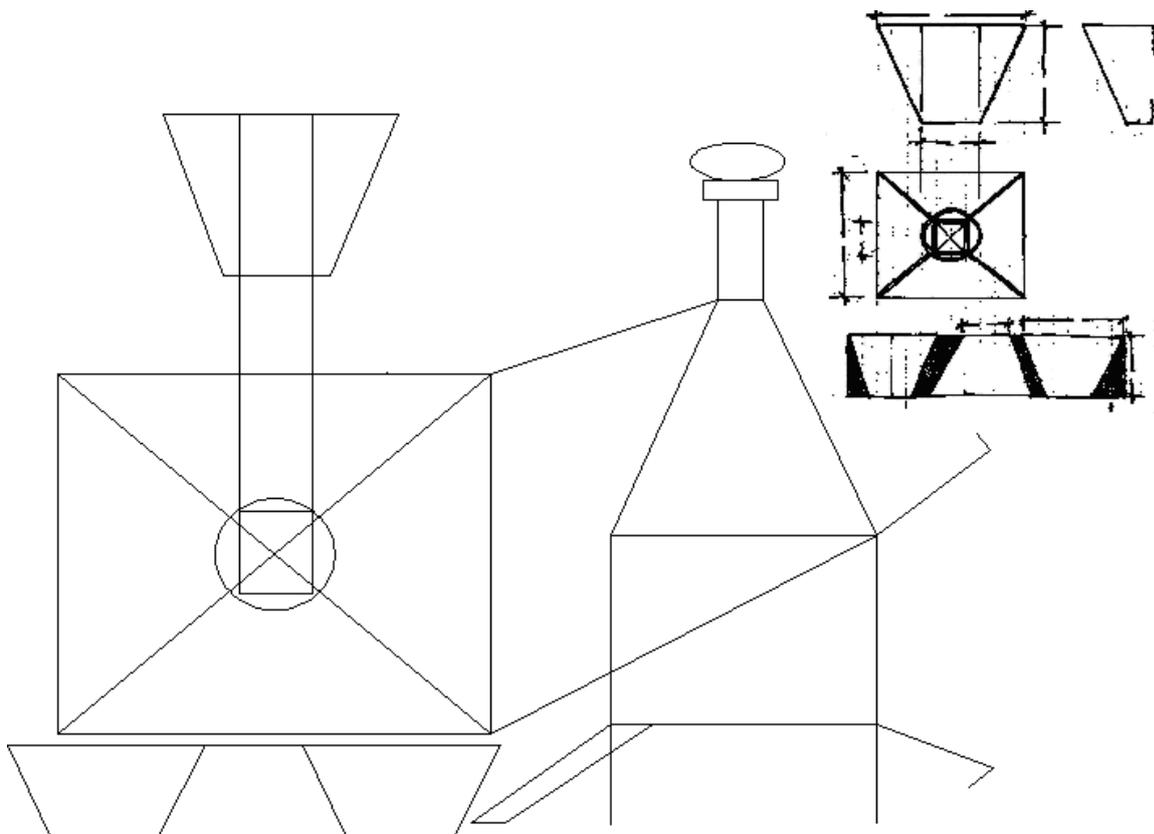


Fig. 28 Croquis del equipo y base de tiro.

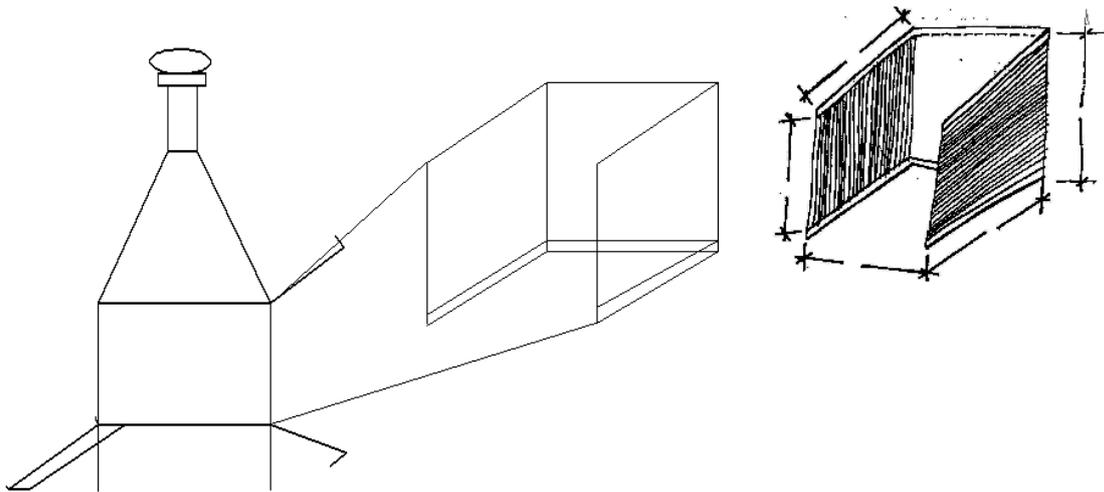


Fig. 29 Croquis del equipo. Cuerpo de charolas.

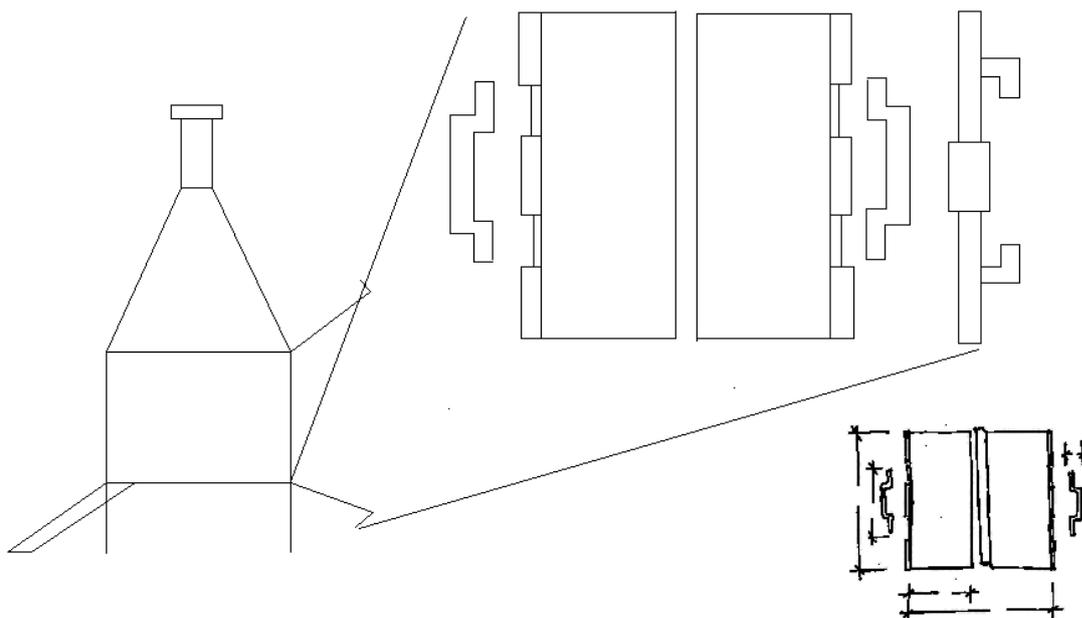


Fig. 30 Croquis del equipo puertas.

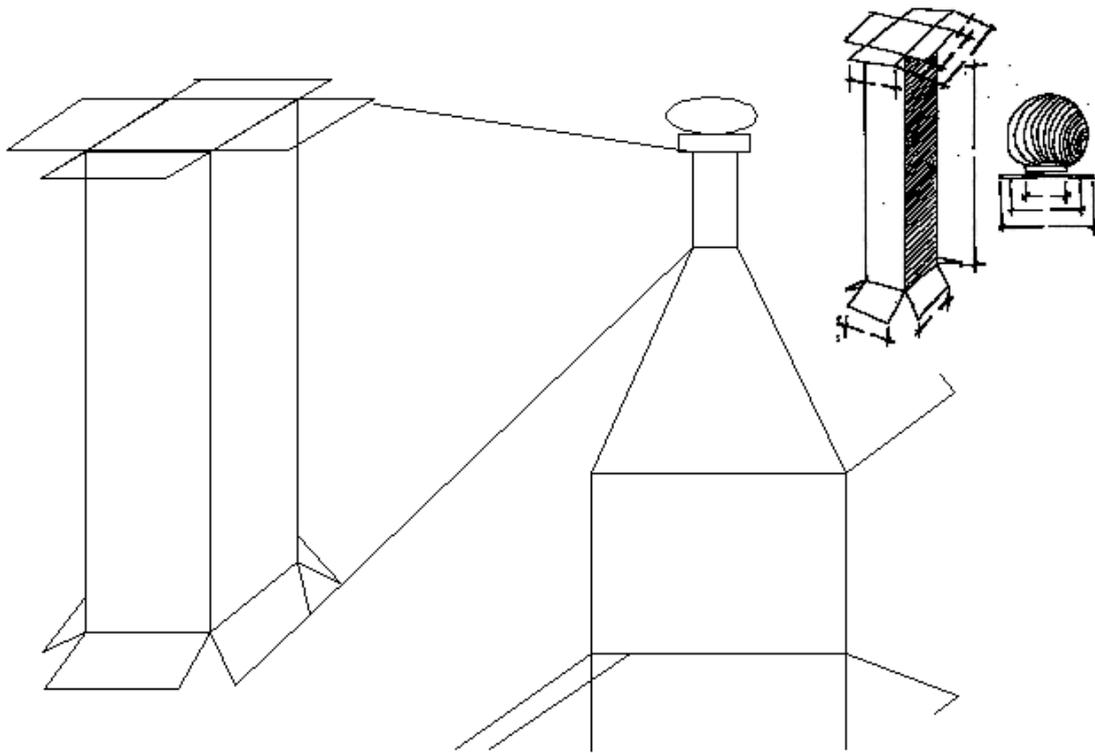


Fig. 31 Croquis del equipo, Extractor atmosférico y tiro.

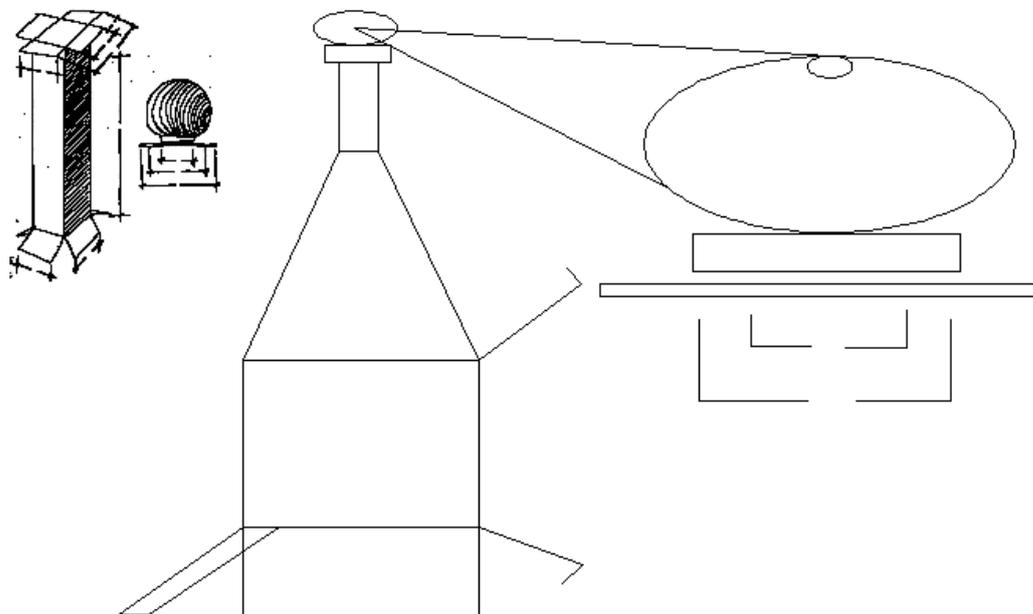


Fig. 32 Croquis del equipo. Extractor atmosférico y tiro.

## 9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- (1) En el presente estudio las pruebas se desarrollaron a temperaturas de 50° C a 60° C y con tres rangos de flujo de aire seco, se concluye que la temperatura inferior a 60° C fue un factor que influyó en la cinética del secado.
- (2) De los resultados obtenidos, se observó que existen periodos parciales de secado, empezando un periodo a una velocidad de secado inicial, después una velocidad constante de secado y un finalmente una velocidad decreciente que se prolonga por un cuarto periodo de secado también a una velocidad decreciente.

Para este trabajo en particular se efectúan recomendaciones, ya que, quedan algunos pendientes por verificar en la prueba real de operación, como son:

- Definir la cantidad de Kg. por charola que se colocarán en la práctica para cada tipo de fruta, verdura u hortaliza y cuidando que queden suficientes espacios vacíos para la correcta circulación del aire por el material a secar.
- Establecer los tiempos de secado para llegar al nivel adecuado
- Aperturar las entradas de aire para mejorar el flujo de aire en el interior del gabinete, hasta alcanzar el nivel deseado.
- Apreciar el flujo de aire en forma laminar o de turbulencia para conseguir el secado adecuado dentro del menor tiempo posible.
- Estudiar la temperatura del aire calentado por irradiación solar y su repercusión en los tiempos del proceso para cada lote similar de una variedad de material.

En general estas son las consideraciones que finalmente deben analizarse en el futuro para la operación del equipo.

## 10.- LITERATURA CONSULTADA

- **Bilali L. Kouhila, Benchanaa, M. mokhisse A & Belghit A.** Experimental Study and modeling of isotherms sorption of humid natural phosphate [Publicación periódica]. - Marruecos : Energy Convection & Management, 2001. - 467-481 : Vol. 42.
- **Bizot H, Riou N, Multon** Guide pratique pour la détermination des isothermes et de l'activité de l'eau - Marruecos : Sciences des Aliments, 1987.
- **CONABIO** México Autoridad Científica, Delisting of leaf-bearing Cacti (*Pereskioideae* and *Opuntioideae* Cactaceae) [Publicación periódica]. - México : CONABIO, 2002. - Vol. Junio 2002.
- **Flores Claudio & Aranda Gilberto** Opuntia-Based Ruminant Feeding Systems in Mexico [Publicación periódica]. - Journal of the Professional Association for Cactus Development. - 1997.
- **Felker Peter, Paterson Andrew and Jenderek Maria** Forage potential of opuntia clones maintained by the USDA National plant Germplasm [Publicación periódica]. - Wisconsin : Opuntia Forage Review, 2006. - 2165 : Vol. 46.
- **J.C Guevara, E.M Yahia & E. Brito de la Fuente** Modified Atmosphere Packaging of prickly pear cactus Stems (*Opuntia spp*) [Publicación periódica]. - Queretaro México : Lebensm- Wiss U. Technol, 2001. - 445-451 : Vol. 34.
- **J.C Guevara, O.R Estevez, C. R Stasib** Cost-Benefit Analysis of cactus fodder crops for goat production in Mendoza Argentina [Publicación periódica]. - Chacras de Coria, Mendoza Argentina : Small Ruminant Research, 1999. - 41-48 : Vol. 34.
- **Jean Maglorie Feugang, Patricia Konarski, Daming Zou, Florian Conrad Stintzing and Changping Zou** Nutritional and medicinal use of cactus pear (*Opuntia spp*) Cladodes and Fruits [Publicación periódica]. - Stuttgart, Germany : Frontiers in Boiscience, 2006. - 2574 : Vol. 11.
- **Joel Corrales Garcia, Cecilia B. Peña Valdivia, Yolanda Razo Martinez & Margarita Sanchez Hernández** Acidity changes and PH-Buffering capacity of

nopalitos (*Opuntia spp*) [Publicación periódica]. - Montecillo Texcoco, México : Postharvest Biology and Technology, 2004. - 169-174 : Vol. 23.

- **Kouhila M, Belghit A, Daguent, M & Boutaleb** Experimental determination of the sorption isotherms of mint (*Menta Vridis*) Sage (*Salvia Officinalis*) & Verbena (*Lippia Citrodora*) [Publicación periódica]. - Marruecos : Journal Of Food engineering, 2001. - 281-287 : Vol. 47.
- **Kouhila M, Belghit A. & Daguent** Approche expérimentale des isothermes de sorption de la menthe en vue d'un séchage par énergie solaire [Publicación periódica]. - Marruecos : Revue des Energies Renouvelables, 1999. - Vol. 2.
- **Kouhila M** Etude Expérimentale et théorique des cinétiques de Séchage convectif partiellement solaire des plantes médicinales et aromatiques de la région de Marrakech.. - Marruecos : Univerte Cadi Ayyad, 2001.
- **L. Medina Torres, J.A Gallegos Infante, R.F. González Laredo, N.E. Rocha Guzmán** Dryng kinetics of nopal (*Opuntia Ficus indica*) using three different mehodos and their effect ont heir mechanical prperties [Publicación periódica]. - Durango, México : Swiss Society of Food Science and Technology, 2008. - 1183-1188 : Vol. 42.
- **Lahsani S, Kouhila M & Mahrouz M.** Experimental study and modeling of adsorption-desorption isotherms of Cladode of *Opuntia Ficus Indica* [Publicación periódica]. - Marruecos : Proceedings of the 13 th international Dryng Symposium, 2002. - 505 : Vol. A.
- **Markus R. Mabhammer, Florian C. Stintzing, & Reinhold Carle** A review of processing Technologies and Current uses, Cactus Pear Fruits (*Opuntia spp*) [Publicación periódica]. - Germany : Journal of the Professional Association for Cactus Development, 2006.
- **Mohamed L, Melaininea B, Alain Dufresnea, Daniele Dupeyrea, Mostafa Mahrouza, Roger Vuonga, Michel Vignona** Strucure and morphology of cladodes and spines of *Opuntia Ficus Indica*. Cellulose Extraction And characterization [Publicación periódica]. - Marruecos : Carbohydrate polymers, 2003. - 77-83 : Vol. 51.

- **Mohamed L, Kouhila M, Jamali A, Lahsasni S. & Mahrouz M.** Experimental study of adsorption- desorption isotherms of bitter orange leaves (*Citrus Aurantium*) [Publicación periódica]. - Marruecos : Proceedings of the 14th drying Symposium, 2004. - 1404-1410 : Vol. B.
- **S. Lahsasni M. Kouhila, M. Mahrouz, N.Kechaou** Experimental Study and modeling of adsorption and desorption isotherms of prickly pear peel (*Opuntia Ficus Indica*) [Publicación periódica]. - Marruecos : Journal of Food engineering, 2002. - 201-207 : Vol. 55.
- **S. Lahsasni A, M. Kouhila. M. Mhrouz, J.T Jaouhari** Dryng kinetics of prickly pear fruit (*Opuntia Ficus Indica*) [Publicación periódica]. - Marruecos : Journal of Food Engineering, 2004. - 173-179 : Vol. 61.
- **S.Abidia H, Ben Salema, Martín García, Molina Alcaide** Ruminant Fermentation of spiny (*Opuntia Amyclae*) and Spineless (*Opuntia Ficus Indica f.Inermis*) Cactus cladodes and diets including cactus [Publicación periódica]. - Ariana, Tunez : Animal Feef Science and Technology, 2008. - xxx : Vol. xxx.

## **Anexo**

# **PLAN DE NEGOCIOS**

DESHIDRATADOR SOLAR EÓLICO (\*Derechos Reservados)

Ing. Alejandro Hernández Santana

Gerente de Operaciones

alexhs\_24@yahoo.com

orugas\_maquinariapesada@prodigy.net.mx

### **CONTENIDO**

#### **1.- RESUMEN EJECUTIVO**

DESCRIPCIÓN DEL NEGOCIO, MISIÓN Y VISIÓN

#### **2.- ASPECTOS GENERALES**

CONSIDERACIONES, ANTECEDENTES

#### **3.- PROYECTO PRODUCTIVO**

OBJETIVOS Y METAS, LOCALIZACIÓN

INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE, INSTALACIONES, EQUIPAMIENTO

#### **4.- PRODUCCIÓN ESPERADA**

ESTACIONALIDAD Y PRODUCCIÓN SEMANAL

PROCESO DE FABRICACIÓN, LOGÍSTICA E INVENTARIOS

#### **5.- MERCADO**

ANÁLISIS DEL MERCADO, ANÁLISIS DE LA INDÚSTRIA

ESTRATEGIAS DE MERCADOTECNIA, ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

#### **6.- ASPECTOS TÉCNICOS DEL PLAN**

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO, MATERIALES Y CONSUMIBLES

#### **7.- ASPECTOS ORGANIZATIVOS**

PLATAFORMA EMPRESARIAL, LIDERAZGO DEL PROYECTO

INTEGRANTES FUNCIONALES, DATOS FISCALES, SALARIOS

#### **8.- ASPECTOS FINANCIEROS**

TIPOS DE GASTOS, REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA

MANO DE OBRA DE PRE OPERACIÓN

M. O. DIRECTA E INDIRECTA, ADMINISTRATIVA Y DE VENTAS

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS.

COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS

CAPITAL DE TRABAJO, DE LOS SERVICIOS Y SUMINISTROS

ACTIVOS FIJOS, ACTIVOS DIFERIDOS, ESTRUCTURA COSTOS

INVERSIONES, INVERSIÓN TOTAL, DESTINOS DE LA INVERSIÓN

REEMBOLSO DE LA INVERSIÓN, AMORTIZACIONES SIN GRACIA

INDICADORES ADICIONALES, UTILIDAD NETA, FLUJO DE CAJA

INDICADORES FINANCIEROS, DISTRIBUCIÓN DE COSTOS UNITARIOS

PUNTO DE EQUILIBRIO, ESCENARIO REALISTA SOBRE EL FLUJO

#### 9.- ANÁLISIS FODA

FORTALEZAS, OPORTUNIDADES

DEBILIDADES, AMENAZAS

#### 10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A.- DIAGRAMA CICLO PROCESAMIENTO

B.- CROQUIS DE LA PLANTA

C.- BIBLIOGRAFÍA DEL PLAN DE NEGOCIOS

#### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

## DESCRIPCIÓN DEL NEGOCIO

En viaje de campo por el noreste del país, un problema en particular identifiqué y es precisamente la falta de disponibilidad en cualquier época del año, de forraje para el ganado vacuno en las zonas semiáridas, tanto en cantidad como en calidad, por lo que ofrezco una propuesta de solución.

En virtud de las características estudiadas y aplicadas, considerando como equipo al deshidratador solar eólico, el usuario y nuevo dueño, podrá optimizar la producción y el procesamiento de alimento seco a partir del nopal y ensilarlo para proporcionárselo al ganado en la temporada de estiaje.

La fabricación local de deshidratadores solares eólicos (registro IMPI en trámite), contruidos en acero inoxidable por soldadores certificados (registro SEP y STPS en trámite) en la empresa TALLERES HERSAN<sup>MR</sup>, serán comercializados de acuerdo al proyecto de investigación de mercados, en la zona de la franja fronteriza (Border Governors Conference), con una logística “tercerizada” (outsourcing) inicialmente.

Se dispone del capital humano en la empresa y en el municipio que son los “Argoneros” principalmente, también se cuenta con la infraestructura industrial operando según se describe más adelante, se tienen los servicios financieros identificados, pero sobre todo el documento confidencial integrado.

Una vaca adulta consume de 30 a 40kg de nopal forrajero fresco, hasta dos veces al día y un rancho ganadero “pequeño” tiene más de 50 cabezas, ello nos arroja cuatro toneladas diarias.

En las inmediaciones de la Cd. de Saltillo se consumen 200 toneladas diarias, que representa abasto a 50 ranchos ganaderos. Por otra parte, en la Cd. de Monterrey la estadística indica 600 toneladas por día, volumen que hipotéticamente abastece a 150 ranchos diferentes, aunque simbólicamente todos ellos pequeños o “micro”, tan solo en ambas regiones se tiene un faltante teórico del equipo de 200

deshidratadores solares eólicos, sin considerar el resto de los diez estados fronterizos.

Para efectos de producción inmediatamente obtenemos un promedio aritmético de cuatro equipos a fabricar por semana, para cubrir la demanda máxima identificada como un faltante sin atender. Es el tamaño de este mercado regional.

En el territorio del noreste del país, el área de cultivo es de 150,000 has de nopal forrajero, con la aplicación de podas equilibradas se logra obtener una buena arquitectura de la planta (Méndez et al 2004), aumentando su vida productiva, que aún en plantaciones sin manejo agronómico llegan a los 20 años, para después aplicar una poda de rejuvenecimiento, en fin, los cladodios son seleccionados para ingesta del animal, que desde el punto de vista nutricional no es excelente, mas bien se le considera (Fuentes et al, 2004) de regular a malo, pero resuelve el problema entre enero y junio, como complemento alimenticio, a bajo costo y en función de la disponibilidad, por sequía , invierno y escasez, todo ello hace que su demanda crezca cada año.

La densidad de la plantación fluctúa entre 335 a 1,000 plantas por hectárea y el rendimiento es un promedio de 20 a 30 toneladas de tuna por hectárea cada año, pero de los cladodios obtenemos entre 28,000 a 30,000 pencas nuevas por hectárea, así que es un recurso natural renovable generoso y longevo.

A efecto de cuantificar rendimiento y extensión de la plantación, tenemos:

Siete meses por 30 días son 210 días

Cuatro toneladas de nopal diario significan 840 toneladas a consumir

Treinta mil pencas por ha con un kg. en promedio cada penca son 30 toneladas

840 ton totales entre 30 ton por hectárea, se necesitan 28 has cultivadas.

Por lo tanto un rancho de 50 cabezas requiere 28 has de plantación. Estadísticamente los ranchos son de al menos 50 hectáreas, considerando una razón aritmética de 150,000 has de cultivo de nopal en bruto a 50 has por rancho

resultan 3,000 “espacios” que se pueden considerar como los “ranchos prototipo” que equivalen al tamaño máximo hipotético de los clientes individuales, que es propiamente el universo del mercado.

Adquirir forrajes en tiempo de escasez, resulta oneroso; disponer de nopal deshidratado y ensilado, proporciona tranquilidad al encargado o dueño del rancho ganadero, le permite atravesar el estiaje y mantener el hato produciendo a un bajo costo de operación.

Razón del éxito Se tienen tres mil posibles clientes en el hipotético universo nacional, surtiendo 200 deshidratadores solares por año tardaremos 15 años en recorrer y surtir todos los equipos nuevos, este es el horizonte del proyecto. Se contempla abracar un mercado potencial de 4.5 millones de dólares (USD).

La inversión al primer año en publicidad es de 48,000 a 50,000 dólares, para los dos años siguientes baja a 40,000 USD y el 4° y 5° años se reduce a 30,000 USD. El equipamiento se renueva por partidas quinquenales, manteniendo el ritmo, aunque de arranque no sea mayor la inversión, según se muestra. Efectivamente se requiere capital de trabajo para el primer lote de producción, específicamente en materia prima y acondicionamiento del área.

## MISION Y VISION

Misión Somos una empresa rentable, socialmente responsable y amigable con el medio ambiente, en el giro industrial de la metal mecánica, donde los colaboradores certificados transforman inoxidable y acero al carbón, con equipos tecnológicamente disponibles; en Unidades Integrales Auto Sostenibles UIAS, que utilizarán energía solar y eólica, que generarán alimento seco para ganado en las zonas áridas y semiáridas, al procesar pencas de nopal troceadas, beneficiando In situ a los propietarios y asociaciones de ganaderos.

Visión Dado que es una nueva ruta en el largo plazo y que sirve para orientar las decisiones estratégicas de crecimiento y en que nos convertiremos, además

tomando en cuenta el impacto de las nuevas tecnologías, las necesidades y expectativas de nuevos clientes, precisamente por la aparición de nuevas condiciones del mercado; entonces decimos que:

Aspiramos a convertirnos en una empresa desarrolladora de tecnología sustentable y rentable, que aporte soluciones técnicas a los problemas relativos a la alimentación y nutrición animal complementaria, propia de las zonas áridas y semiáridas, acorde al equipamiento mínimo necesario y sostenible.

## 2.- ASPECTOS GENERALES

### CONSIDERACIONES

En el sureste del país contamos con una hidrología generosa, por su parte en la zona centro del estado de Veracruz conocida coloquialmente como de las “Altas Montañas” disponemos de una vegetación exuberante y en lo específico tenemos para el municipio de Córdoba un clima semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (INEGI 2000), situación que contrasta con las zonas semiáridas y en realidad desérticas en otras latitudes nacionales.

El ciudadano nativo de Córdoba consume el nopal (*Opuntia*) “verdura” que llega a los mercados locales, con ó sin espinas, presentando un promedio de 100 gramos por pieza y de 15 a 20 cm. de largo por 9 a 13 cm de ancho, en un color verde encendido, así se le conoce comercialmente.

Sin embargo, en otras regiones con clima extremadamente caluroso y seco, se encuentra que el nopal en diversas variedades presenta pencas individuales de hasta 3.5 kg con medidas que pueden llegar a más de ½ metro de desarrollo y en algunos casos con espinas que miden más de 6 cm, paradójicamente también existen las especies “domesticadas” que no cuentan con espinas.

El punto de partida es que las pencas de nopal (cladodios) sirven de alimento para el ganado vacuno en la temporada de estiaje, aquí es donde entra el desarrollo de la temática que se expone en este plan de negocios.

## ANTECEDENTES

Durante 7 meses de sequía en el noreste de México, la franja fronteriza y el sureste de USA, los encargados de extensos ranchos ganaderos y establos con más de 50 cabezas (Flores & Aranda, 1997), alimentan “improvisadamente” al ganado vacuno con nopales, a manera de forraje. Los nopales (cladodios) los separan como pencas, les queman las espinas con fuego, los parten y en ocasiones los machacan, los acumulan y los surten en los comederos de las reses que ingieren de 30 a 40 kg de nopal hasta dos veces al día.

## 3.- PROYECTO PRODUCTIVO

Es de considerarse un trabajo profesional el presente proyecto productivo, ya que siendo un documento individual de quien suscribe, contempla los aspectos más representativos y de carácter confidencial, tanto técnico como de mercado y del tipo financiero, entre otros, que en su momento permiten al lector contar con un panorama tan amplio que se puede poner en marcha, una vez superados los detalles que se van contemplando y forzosamente aterrizar en una situación real, empresarial y de negocio lucrativo.

## OBJETIVOS Y METAS

Con un horizonte esperado del ciclo de vida del mercado de aproximadamente quince años, más los productos aledaños y las manufacturas complementarias que sobre la marcha se van a ir demandando, según la visión y percepción personal del mercado global en que se pretende incursionar, resulta evidente que el producto “deshidratador solar eólico” que propiamente es una “unidad integral auto sostenible” cumplirá con lo siguiente:

- ❖ se va a posicionar en el mercado a un ritmo inicial de dos cientos equipos el primer año de fabricación, que irá ajustando hacia la alta.
- ❖ se incursionará en el mercado de la franja fronteriza sin precisar en demasía el concepto de exportación, sino de solución.
- ❖ se tendrá la calidad sostenida que por si misma representará garantía y aceptación en el mercado de ambos lados del río Bravo.
- ❖ se realizará la manufactura local con personal certificado en su especialidad.
- ❖ se contará formalmente con el apoyo outsourcing de logística.

Lo más importante será el éxito comercial que se avecina, atendiendo a las propias recomendaciones que en lo técnico se detalla y que a lo largo del propio proyecto productivo se mencionan de manera exhaustiva.

## LOCALIZACIÓN

Cabe mencionar que la ubicación física de la actividad empresarial ha tenido tres direcciones, según menciono:

Inicialmente se ubicó a cuatro cuadras del centro histórico de la ciudad de Córdoba allá por la década de los “60” y conste que no estaban pavimentadas las calles posteriores, así que por la expansión citadina, se tuvo que mover el incipiente negocio, esto es, fuera del ajetreo peatonal y aforo masivo, acorde a la urbanización que llegó aparentemente de forma inmediata; se alejó al nuevo domicilio en la avenida once que desemboca hacia Veracruz y en sentido ascendente a Puebla en los “70”, sin embargo el tráfico vehicular se volvió intenso y dificultó la actividad comercial, se sintió asfixiante la presión operativa, permisos solicitados y multas cubiertas por el desempeño de las funciones se tuvieron que cubrir, así que finalmente se dio el último desalojo y reacomodo a mediados de los “80” donde hasta la fecha (2009) se continúan las actividades; me refiero a la Colonia Paraíso donde el predio en cuestión tiene acceso por la avenida 39 en el número 2,720 que desemboca 1.8 km después, al trébol de Amatlán de los Reyes y por consiguiente a la autopista México – Veracruz; también tiene acceso por la avenida 41 en el

número 2,723 donde recientemente se le construyeron sus guarniciones y banquetas por lo que el municipio ordenó la aplicación de asfalto y quedó totalmente urbanizado con los servicios de agua potable, drenaje, energía eléctrica, servicio postal, teléfono alámbrico, recolección de desechos sólidos domésticos e industriales de bajo impacto, aplicación de fumigaciones periódicas contra el dengue y otros vectores, colocación de número oficial, en fin la integración nuevamente a la ciudad, ya no la periferia tranquila, donde llegan los tractocamiones y los tráileres, con ellos los clientes o sus enviados para realizar las grandes maniobras.

#### INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE

El diseño de las instalaciones fue analizado y asesorado por profesionales de la construcción civil, se estudiaron áreas, accesos, etapas, procesos, además líneas de agua, trampas de lodos y de sólidos, líneas de drenaje, escurrimiento pluvial, vientos dominantes, irradiación solar, acometida de energía, rampas para unidades vehiculares y flujo de equipo entre otros conceptos.

Se realizaron maquetas, planos y se colocó la primera piedra simbólicamente en un proceso constructivo que se prolongó por tres años consecutivos.

#### INSTALACIONES

Se cuenta con bardas perimetrales de 4 metros de altura en los costados, al frente y en la parte trasera, también se dispone de un aljibe de agua pluvial para varios miles de litros ya que durante la construcción no se tuvo agua potable por varios años, tampoco se tenía acceso a la energía eléctrica en baja tensión por lo que se adquirió un transformador de 30 Kw. colocándose en el exterior de las instalaciones, se construyeron baños adecuados con tres tazas completas y dos conchas para mingitorios con su lavamanos funcional, se dispuso de un par de regaderas que de hecho no se utilizan formalmente.

Cuenta con oficina del responsable, se tiene una rampa para cargar y descargar desde la altura de una plataforma, hay un patio para área de maniobras para vehículos, un portón para tráileres al frente y un portón para camiones atrás de las

instalaciones, una caseta de vigilancia de dos niveles, un par de perreras consideradas desde el inicio, mismas que siguen en uso, techumbre industrial, iluminación medida según las áreas. Pisos previamente compactados y una cimentación extremadamente fuerte, anaqueles de concreto ad-oc, zonas de andenes y un mezanine de almacenamiento temporal con una pequeña área aislada y cerrada herméticamente, donde se almacena bajo condiciones de humedad controlada y calor inducido, la soldadura en electrodo o en rollo continuo, que se utiliza en diversos procesos de reconstrucción y manufactura, se encuentran repartidas varias “orejas de tiro” en áreas de referencia para la operación.

## EQUIPAMIENTO

Se dispone de una carga eléctrica contratada de 24 Kw. disponibles al pié, se cuenta con un banco de capacitores conectados, un par de centros de carga distribuidos que alimentan a las plantas de soldar, que propiamente son fuentes de poder de 300Amps trifásicas a 220 volts y a 60 Hz, del tipo transformador – rectificador, con salida de corriente directa para efectuar soldaduras por proceso MIG en arco abierto de tipo semiautomático para acero al carbón; utilizan un alimentador que provee la soldadura del rollo continuo a un maneral con control manual de disparo para avance del arco corto, cabe mencionar que se utiliza gas comprimido, bióxido de carbono, para desplazar el aire ambiental circundante en el momento del arco corto, obteniendo pureza en la aplicación y ausencia de costra de oxido, generalmente son adheridos al carro de soldar como una mancuerna indispensable, en cuanto al acero inoxidable se sustituyen boquillas y el gas utilizado es el argón, también para maximizar la pureza.

Otro componente del equipamiento es la red de aire comprimido que opera a 90 lb/pulg<sup>2</sup> de presión, para hacer funcionar a las llaves neumáticas de los mecánicos así como las pruebas de fugas a émbolos en gatos hidráulicos, por otra parte aporta flujo en volumen de baja presión, al soldador que se encuentra separando materiales. con un proceso de corte vía corto circuito con polaridad invertida, es alimentado el circuito por un compresor de 4 cabezas, dos de aspiración y dos de

compresión, impulsadas por un motor eléctrico de 15 h.p. que abastece satisfactoriamente varias tomas instaladas.

Se dispone de una grúa viajera con un puente de 9.5 metros, un recorrido electrificado de 30 metros, un levantamiento de 4 metros y una capacidad máxima de carga de 5 toneladas, con botonera de mandos, montada ella sobre rieles manufacturados in situ, también se dispone de otras tres grúas radiales operando, de diversas capacidades de carga y con radios diferentes.

Se cuenta con equipo eléctrico hidráulico de un rango de capacidades, por ejemplo de 200ton de empuje, otro de 105 ton a la tensión, uno mas pequeño de 55ton de jalón, todos movidos en doble efecto con bomba eléctrica hidráulica trifásica con motor de 3.5 hp para 10,000 lb/pulg<sup>2</sup>, además de los gatos de botella manuales de 20 ton, los gatos de escalera o de tipo ferrocarrilero para 10 ton en diente fino y los típicos gatos de levante que sostienen cuerpos o conjuntos para operaciones de los mecánicos. Además se tienen los marcos rígidos horizontales y verticales, las prensas de marco y la prensa de carriles con sus aditamentos para las orugas de los tractores y maquinaria pesada.

Se dispone conectado a un tanque elevado, de un equipo de agua presurizado punta de aguja, con motor trifásico de 1.0 hp y bomba de émbolos para servicio de limpieza interno a la empresa, con objeto de arrancar los costras superficiales en los componentes de maquinaria y para los vehículos de la empresa que son un par de camionetas pick up, una de 8 cilindros automática para 1.5 ton y otra de 6 pistones para ¾ ton, un sedan dos puertas de 4 cilindros austero, otros equipos menores de manejo de materiales; equipo de maniobras como tripie, escaleras, cadenas de cacahuate, cuerdas de ½ y de 1", polipastos y garruchas o monta cargas, equipos dúplex de tanques de oxígeno, CO<sub>2</sub>, gas LP y argón, herramienta manual, herramienta eléctrica, herramienta de soldador, mesas de trabajo, tornillos de banco, esmeriles de pedestal, extinguidores presurizados de polvo contra incendios ubicados en varios puntos.

También se cuenta con el equipamiento informático de la empresa, que es una computadora de escritorio con amplia capacidad de almacenamiento, programas que pagan derechos y actualizaciones, una clásica impresora de matriz y otra de inyección de tinta, línea abierta de Internet como renta de paquete, línea telefónica de carácter empresarial con el número asignado 01 271 71 227 27 desde finales de la década de los “60” y el equipo de fax.

Desde luego los escritorios, bancos, sillas secretariales, gavetas de dos y tres niveles, máquina de escribir, lector de microfichas, estantes, enfriador de agua, ventiladores de techo y de pedestal, lo que se considera de oficina se encuentra funcionando y completo.

#### 4.- PRODUCCIÓN ESPERADA

En este apartado se detalla una de las mas importantes incógnitas de la operación y producción, viendo a la organización como una fábrica produciendo acorde a la demanda del mercado, por lo que se considera a la estacionalidad y se define el ritmo de la mano con el área de logística, inclusive en el propio caso de tercerizar el funcionamiento, interrelacionado con ventas y producción con las finanzas.

#### ESTACIONALIDAD Y PRODUCCIÓN SEMANAL

La sequía en el noreste de México, la franja fronteriza y el sureste de USA se prolonga por 7 meses, según los reportes, inicia el estiaje en diciembre y termina entre mayo y junio, por lo que solo se tiene la estación de aguas y la estación de secas.

Por otra parte, en las inmediaciones de la Cd. de Saltillo se consumen 200 toneladas diarias y en la Cd. de Monterrey 600 toneladas, lo que abastece a 150 ranchos pequeños o “micro”, que equivale a un faltante teórico del equipo de 200 deshidratadores solares eólicos, para efectos de producción tenemos un promedio aritmético de cuatro equipos a fabricar por semana.

## PROCESO DE FABRICACIÓN

En términos generales, manejando las actividades empaquetadas, se relacionan así:

- Recepción de materiales y componentes  
Incluye la gama de productos de inoxidable, el extractor y el colector solar
- Almacenamiento temporal de materia prima inoxidable, láminas, ángulos y perfiles que se van a proceso de recorte y dobléz, empaquetados.
- Almacenamiento temporal de componentes quedan formados en cola de integración al proceso para formar paquete Individual
- Corte recto de materiales; utilizando discos de corte de inoxidable, se aplican las reducciones precisas, según plantilla y orden de producción, quedan armados los paquetes.
- Corte curvo de materiales; utilizando equipo de tecnología por plasma, se efectúan cortes con plantilla para el fondo del cuerpo de secado, obteniendo precisión, sin calentamientos con acabado aceptable.
- Rolado de lámina; se forja en equipo de tres rodillos, la lámina que sale del alimentador en forma del tubo que se acopla desde la chimenea y soportará al extractor
- Doblez de láminas; procedente de cote, la lámina calibre 22 se someterá a dobleces rectos, según indicaciones, para conformar los bordes de soportería, también los grados de inclinación para la chimenea.
- Punteado de conjuntos; en esta estación de servicio intermedio, se puntean (aplicación mínima) con soldadura los componentes de los paquetes que se van a mandar al área de soldadura continua y después a los clientes, ya armados, son las 20 charolas de ángulo, malla y solera, 2 puertas bipartidas horizontales, 3 conjuntos de correderas, 4 patas tubulares de fierro galvanizado con “sufrideras” de inoxidable
- Soldadura de inoxidable; desde almacén temporal, corte y/o dobléz, también desde punteado de componentes, proceden las partes sujetas a Unión por soldadura continua aplicada a cuerpos diferentes como tubo con barra a lámina para las puertas bipartidas horizontales, también la pestaña inferior del fondo del cuerpo de secado donde se inserta el colector solar en su parte

superior de descarga de aire caliente; todo ello con fuentes de poder trifásica y alimentador continuo con control de disparo en gatillo del soldador, utilizando campana de gas inerte como el argón

- Pintura; en área aislada y sellada con tiro se aplica pintura alquídica color negro mate en una película de 0.02 mm, en una de las superficies (cara exterior) con equipo neumático de mandos externos, únicamente a las paredes del cuerpo de secado, al fondo, en la chimenea y el tubo por fuera. Así como para rotular las leyendas y avisos en las maderas de triplay.
- Carpintería; es un nombre genérico para el corte de las hojas de triplay de madera en sus medidas apropiadas, según plantillas para el embarque y protección del equipo.
- Armado de Paquetes; la etapa final del proceso, que incluye integrar (1) las partes sueltas, (2) los grupos armados como patas, bandejas, correderas, (3) los planos con acabado de pintura, (4) los componentes como el extractor de vapores y el calentador solar, (5) partes menores como juego de tornillería con tuercas y su instructivo bilingüe de armado debidamente protegido contra agua o aceites de algún derrame en tránsito. Todo ello se acomoda en la caja para un almacenamiento temporal de producto terminado, previo a su salida hacia su destino al usuario.

El resumen de áreas operativas, no necesariamente equivale a personas ocupadas, sino a funciones operativas y de control, además de equipos concretos que se requieren, inclusive no contando con ellos en el momento actual, ellos son:

- i. Recepción de materiales y componentes  
Actividad de control administrativo, chequeo contra pedidos.
- ii. Almacenamiento temporal de materia prima inoxidable  
Espacio físico cerrado, con anaqueles, control administrativo.
- iii. Almacenamiento temporal de componentes  
Espacio físico cerrado, con anaqueles, control administrativo.
- iv. Corte recto de materiales  
Utiliza discos de corte con equipo eléctrico manual.

- v. Corte curvo de materiales  
Equipo, planta de corte por plasma, preciso, frío, tecnología reciente.
- vi. Rolado de lámina  
Equipo de 3 rodillos, lámina entra plana y sale curva
- vii. Dobleces de láminas  
Equipo de presión que genera líneas rectas en láminas
- viii. Punteado de conjuntos  
Equipo de soldar con electrodo
- ix. Soldadura de inoxidable  
Equipo de soldar con alimentador
- x. Pintura  
Equipo de compresor, mangueras, pistola de pintado y plantillas.
- xi. Carpintería  
Equipo manual eléctrico, sierra con disco, herramienta manual.
- xii. Armado de paquetes  
Herramienta menor para flejado y sujeción.

## LOGÍSTICA E INVENTARIOS

El tamaño de la empresa no permite en estos momentos una persona en nómina, al menos dedicada en exclusiva a la logística, sin embargo, el acompañamiento con una empresa externa de servicio profesional, conectada a diversas líneas transportistas permitirá una capacitación vivencial, de hecho es un tema pendiente de explorar extensamente y desarrollar satisfactoriamente, aunque es obvio que no se descarta porque es una estrategia necesaria, ya que las características del producto implican un desplazamiento hasta el cliente y ello representa un costo del 25% al 30%, que es un promedio y se carga al costo, impactando al precio final de venta.

Por cuanto hace al inventario, definitivamente es una situación crítica antes y después del periodo de consumo del producto, ya que se trabajará el deshidratador solar eólico a lo largo del año para enfrentar con éxito el inicio de cada época de estiaje que es cuando se estima que se incrementará la demanda. Por otra parte se

continuará fabricando el producto después de arrancar la temporada de “lluvias” y ya no se tendrá el interés tan declarado por adquirir un equipo de deshidratación.

Aquí el inventario que se tiene a priori es un lastre financiero que repercute en el flujo de caja y en la adquisición de nuevos aceros inoxidable, así mismo, la creación cada temporada, de manera paulatina de un nuevo inventario de producto terminado, genera un proceso de inversión detenida hasta empezar la venta

## 5.- M E R C A D O

### ANÁLISIS DEL MERCADO

#### Mercado Objetivo

Se identifica como mercado objetivo a aquellos entes o personas que van a adquirir o utilizar el deshidratador solar, generalmente son los propietarios o encargados de hatos regionales de ganado vacuno y que se encuentran ubicados en las zonas semiáridas y áridas o en sus cercanías y que poseen cultivos de nopal, el tamaño global de las plantaciones silvestres y cultivadas es de 3,000,000 hectáreas (Flores & Aranda, 1997) del territorio nacional y del nopal forrajero corresponden 150,000 has, como dato contrastante para el nopal verdura se dispone de 10,500 has en la zona centro del país; sin embargo el mercado objetivo se atomiza en puntos geográficos que además cubren un perfil económico y social. Ello quiere decir que se trata de varios tipos de clientes potenciales.

Nicho en el Mercado Me refiero específicamente a haciendas ganaderas, establos, ranchos extensivos, unidades de manejo, asociaciones agropecuarias, productores de frutas, verduras y hortalizas que deshidratan. Ello quiere decir que se trata de varios tipos de clientes potenciales:

M.- Personas que pueden encontrarse asociadas a una organización, con ubicación en las áreas señaladas, son propietarios de hatos pequeños de ganado, mínimo de 50 cabezas. Ellos son los clientes identificados como “pequeños” a quienes les

nombro como los “M” de “Micros”, y son la muestra de referencia para reproducir geoméricamente los volúmenes.

P.- Sucesivamente voy conformando otras categorías de clientes tal como menciono previamente, por ejemplo a los “P” de “Profesionales” que se refiere a entes o personas con una organización propia del rancho o hacienda, que cuentan con áreas extras de pastos o de siembra de temporal de algún forraje, inclusive a aquellos que tienen conformados ordenadamente sus animales de propósito específico, que cuentan con diferentes tipos de silos de alimento para el ganado y que incorporar un equipo deshidratador solar de éstas características les representa una oportunidad adicional de generar un volumen de componente nutricional para el ganado.

I.- Una categoría plenamente identificada es la que cubre un perfil de “Empresa” en el manejo de crías y de engorda, también para el ganado estabulado, la venta en pié, el envío para canal o cualesquiera de las múltiples maneras que los clientes Institucionales procuran el acopio y abasto de alimento para ganado.

H.- Con la “H” de Hortalizas para los productores de frutas, verduras y hortalizas que deshidratan, el equipo les puede quedar como anillo al dedo, ya que se olvidarán de los asoleaderos extendidos en el piso de cemento, lograrán realmente calidad alimentaria, será confiable su producto y tendrán tiempos homogéneos de entrega.

## ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA

Con los datos disponibles del Líder del mercado nacional, se realiza un análisis tomando como referencia los quince mil productos elaborados y entregados en los últimos treinta y tres años obteniendo un promedio semanal de ocho a nueve equipos o mobiliario diverso, esto implica al menos una tercia de ellos cada dos días de producción, por lo tanto la organización debe ser versátil, dinámica y tipo bisagra en su caso.

Su esfuerzo de ventas y colocación de productos se limita por los apretados tiempos de entrega de fábrica. Tienen una participación creciente en eventos y patrocinios del sector de los alimentos, mejorando su imagen corporativa, realizan el mercadeo vía Internet, se anuncian en revistas virtuales y también impresas de circulación periódica.

Esta información es válida para la industria de fabricantes de maquinaria y equipos para la deshidratación de productos hortofrutícolas.

Por otra parte, dado que se va a participar en la industria del procesamiento de alimentos para ganado, específicamente para hatos regionales que se encuentran ubicados en las zonas áridas o en sus cercanías y que poseen cultivos de nopal, el tamaño del mercado se concentra en puntos geográficos que son atomizados y que además cubren un perfil económico y social.

Por otra parte, una res disponible para entregarse al mercado, ya sea con propósito de carne o de leche, consume de 30 a 40 kg de nopal fresco hasta dos veces al día, si consideramos que el hato ganadero es de 50 cabezas, entonces tenemos un consumo de 2,000 kg en cada ocasión que se le surte alimento, es comprensible y resulta real que pueden ser hasta dos veces al día que se les proporcionen la misma ración, por lo que resultan 4 toneladas diarias de consumo (Flores & Aranda, 1997) en un rancho pequeño que he identificado para efectos prácticos del plan de negocios como cliente "Micro", también para efecto de visualizar el Análisis de la Industria, se reporta para la cd. de Saltillo, Coahuila que se usan 200 toneladas diarias y en el caso de la cd. de Monterrey, Nuevo León se informan de 600 toneladas diarias de nopal fresco para el ganado.

Por inferencia simple obtenemos un valor que equivale a 50 ranchos ganaderos de tamaño "Micro" en las cercanías de la cd. de Saltillo, en cuanto a la cd. de Monterrey nos resultan 150 clientes potenciales también de tamaño "Micro", tan solo en ambas regiones nos representan 200 deshidratadores solares eólicos, sin

considerar los estados colindantes mexicanos como Tamaulipas, Chihuahua, Sonora, en su contraparte tenemos a Texas, Arizona y Nuevo México.

Una tasa estimada de producción en planta será de 4 equipos por semana, que nos arroja un total de 200 deshidratadores al primer año.

Por otra parte, esta región binacional se le considera la tercera en el planeta por su importancia, de hecho se encuentra conformada la “Border Governors Conference” que entre los 20 temas relevantes, contempla dentro del quinteto inicial la ganadería y el agua, se reúnen al menos una vez al año, o las veces que sea necesario, abordando temas de migración, seguridad y otros relevantes para los estados fronterizos y desde luego que para ambos países.

#### ESTRATEGIAS DE MERCADOTECNIA

Partiendo de que existen diferentes tipos de marketing, tradicional, directo, tele marketing, de reconocimiento de marca, el viral en la red, considero para este proyecto del deshidratador solar eólico como apropiado lo siguiente.

##### Propósito del Marketing

Inicialmente dar a conocer el producto de manera creativa hacia los cuatro nichos de mercado, ya sea en ferias, carteles, Internet, revistas, visitas, exhibiciones u otro medio hasta encontrar entre los clientes potenciales un posicionamiento del producto, pero sobre todo estimular el deseo de compra racional en la etapa previa al estiaje, considerando que a partir de sus ventajas se vuelve un artículo necesario y no utilitario, también incentivar las ventas potenciales que deben identificarse y documentarse en una fugaz campaña de penetración, habrá que considerar el ciclo del cliente en general ya que va a comprar una vez un equipo y el próximo en unos ocho años.

Ventaja Competitiva Tres aspectos vale la pena destacar como ventajas competitivas del deshidratador solar eólico, según describo:

a.- Procesadores Industriales de Alimentos Humanos

Se percibe por los ganaderos y el ciudadano común a la empresa MAQUINARIA JERSA SA de CV como una compañía dedicada al procesamiento de alimentos para consumo humano y no formalmente dedicada a la nutrición animal. Este análisis racional se desprende de su currículum como empresa y el tipo de clientes e industrias que manejan y atienden.

De allí se pretende posicionar a la persona física con actividades empresariales con la marca comercial TALLERES HERSAN<sup>MR</sup> para que se le ubique como una participación de medio siglo en la mecánica, la metal mecánica y desde hace media década en el acero inoxidable, ahora en la fabricación y oferta de equipos que le sirven y apoyan al ganadero.

b.- Prolongado tiempo de espera para una respuesta

El cliente tradicional y el cliente potencial de la empresa líder en el mercado es sabedora de los prolongados tiempos de espera para obtener una respuesta, se transcurren las semanas, precisamente teniendo en cuenta que una expansión de la línea de producción establecida se analiza, después ya tomada la decisión, el proveedor de equipos en su momento los atiende y asesora, faltando todavía entrar en la cola de espera para que fábrica programe y entregue el equipo.

Difícilmente se modificará la actitud de la fuerza de ventas del líder, saben ellos mismos que habrá que recurrir ante ellos; tal vez más tarde.

Por lo tanto para TALLERES HERSAN<sup>MR</sup> se estima una respuesta tan rápida como comprar un electro domestico, no hay tiempo menor, excepto la adquisición de un auto, sin embargo es breve el tiempo en el que se realiza la operación. El punto crítico será mantener inventario disponible.

c.- Se percibe un altísimo precio de venta

En términos generales, aquellos entes o personas que requieren dos o tres cotizaciones se enfrentan a la sorpresa de encontrar sensibles diferencias en

precios de un artículo estándar o cotidiano para fábrica, laboratorio o empresa de procesamiento de alimentos, sin embargo el Líder del mercado permanece porque no es tan relevante el precio, tanto como el prestigio, la calidad incuestionable o la seriedad en sus tratos profesionales. Así que a pesar de la percepción en cuanto a sus altos precios, situación generalizada entre los consumidores de equipos de procesamiento de alimentos, el mercado de las adquisiciones se les concentra y de manera atomizada a los demás fabricantes que atienden el resto de los requerimientos que demanda la industria misma.

Identidad Recientemente se presentó en el mercado de consumo europeo y en particular en España, una hamburguesa del tradicional estilo de comida rápida, con la peculiaridad de que se encuentra con una imagen gráfica al más puro concepto americano, un gringo vaquero flaco de botas puntiagudas y sombrero tejano, junto a un chaparrito panzón con una máscara de lucha libre, cubierto con un jorongo que presenta los colores de la bandera mexicana, pero lo más crítico para las normas cívicas de nuestro país, el escudo nacional sobre el pronunciado abdomen, realmente una crítica desmedida y fuera de lugar, diríamos falta de respeto a los mexicanos bien nacidos. Después de esta reflexión patriótica entro al concepto de la imagen acompañada de la frase “el destino los juntó” que ubica geográficamente al producto, plantea un posible sabor y picor, también marca una sintonía de criterios para los vecinos que comparten más que una frontera.

Así puede ser la identidad de los ganaderos de la franja fronteriza en ambos lados del río bravo, apegados a un cliché de Hollywood, sin que sea el anuncio de los cigarrillos ni el de la Montaña Silenciosa y si considerar un poco también de Pedro Infante, Jorge Negrete, Javier Solís u otros arraigados en el ánimo de la gente del campo, específicamente en las cuestiones ganaderas, que ya se encuentran en otro estatus social.

#### Tácticas, Estrategias y Acciones a Implementar

+ Como punto de partida encontrar un nombre que sea explícito y además nemotécnico en ambos países, un solo campo, mas allá de las barreras,

compartiendo experiencias, cuidando el ganado, cumpliendo el jornal de trabajo. De esta manera se puede arrancar con el proceso de definición de estrategias, una forma semiprofesional de enfrentar el gran reto de penetración.

+ Un par de acciones inmediatas serán:

- Viajar a la zona en cuestión y recuperar información que sea de utilidad por las vivencias en el campo, documentar para replantear.
- El otro viaje más próximo se realizará a la exposición mundial de productos y equipos industriales de apoyo a la ganadería.

+ Así mismo una recomendación que he recibido es que proceda personalmente a registrar en la dirección general de patentes de la Secretaría de Economía del Gobierno Federal y apegado a la Ley de la Propiedad Industrial, el “Modelo de Utilidad” con una solicitud ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual, situación a la que daré trámite en estos días siguientes.

+ Adicionalmente será necesario disponer del prototipo terminado con sus detalles de fabricación analizados, para extrapolar a una cadena de producción continua en vísperas del lanzamiento de las micro campañas puntuales.

### Presupuesto de Marketing

En una fase exploratoria, que comprende revisión de conceptos con empresas de publicidad, definición de esquemas, viajes de campo y de prospección, así como localización de compañías o despachos para Rep Hunters, se estima de manera conservadora de ocho a diez mil dólares americanos, con resultados documentados para ingresar de lleno a:

Fase de medios y proceso de contactos con compradores potenciales, donde se definen tiempos de micro campañas, para adherirse a un Big Consulting, con mensajes, gingles, imagen, definición de zona y delimitación de espacios, caminando con editoriales apropiadas, gente especializada en la cultura del ganadero americano, el estimado es de cuarenta mil dólares por el primer año, aprovechando paquetes de implementación, con blogs, forums, editoriales

adecuados a la audiencia, revistas especializadas, websites, buscadores, envío de folletería a promotores y otros aspectos.

Indudablemente no se dispone en estos momentos de los recursos para asignar una partida presupuestal, sin embargo sobre la marcha deben resolverse, a menos que sea un fracaso el propio plan de mercadotecnia y cambiaran drásticamente las tendencias.

## 6.- ASPECTOS TÉCNICOS DEL PLAN CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Concretamente el deshidratador solar para procesar pencas de nopal troceadas participa con ventajas en el mercado imperfecto ya que evidentemente existe un oferente que posee mayor capacidad y poder para la fijación de precios, aún con ello se cuenta con características Sui Generis que marcan la diferencia:

### Características Estrella

- + Disponibilidad Inmediata del Equipo Deshidratador
- + Fabricación Heavy Duty – Uso Rudo en Acero Inoxidable
- + No depender de la energía fósil; operar sin energía eléctrica, implica colocar las Unidades Integrales Auto Sostenibles en cualquier punto geográfico.
- + Tecnología confiable, sin deterioro por exposición al rigor del clima.

### Características Económicas

- + Otorga valor agregado al productor, orientada hacia la producción de alimento deshidratado para ganado y procesar localmente las pencas de nopal Troceadas, bajando costos.
- + No se descompone, solo se instala donde se requiera, no hay costo de mantenimiento.
- + Larga vida útil, se mueve en una Pick Up.
- + Precio justo, pregunte a su Dealer o a nuestro Representante.

### Características Amigables al Medio Ambiente

+ Sostener el medio ambiente, no requiere gas butano para el proceso de secado, no contribuye al daño medio ambiental.

+ No se oxida y no perjudica ni al producto ni al entorno.

Dentro del proyecto de fabricación de un deshidratador para nopal y como plan de negocios se ofrece un equipo que se encuentra respaldado por:

+ La ingeniería que lo desarrolló y comprobó

+ El personal certificado que lo fabrica

+ Los materiales adecuados

+ Una Empresa con medio siglo de existencia que lanza un producto innovador

+ La venta directa que asegura un precio justo

Estas tres características colectivas y genéricas así como los cinco puntos de referencia, son conceptos racionales para desarrollar el trabajo del marketing, permitirán realizar una campaña focalizada de tipo “pensante”, de acercamiento a cada categoría del cliente que se le tiene identificado.

Por otra parte, es necesario considerar que se obtienen las ventajas de:

+ Protección contra los polvos flotantes en el medio ambiente

+ Nula intervención de insectos o roedores sobre el producto en proceso

+ Sistematizar el proceso de secado a pesar de la lluvia.

+ Independencia de extensiones preparadas a manera de asoleaderos.

+ Mejorar sustancialmente la limpieza y calidad del producto obtenido.

## MATERIALES Y CONSUMIBLES

A continuación se relacionan los materiales más representativos:

Descripción	Medidas	Peso	Costo
Lámina Calibre 16	1.22 x 3.05mt	27.250kg	\$3,591 <sup>oo</sup>
Lámina Calibre 22	1.22 x 3.05mt	21.350kg	\$1,321 <sup>oo</sup>
Malla tejida Inox	4 hilos /pulgada	1.150 kg/m <sup>2</sup>	\$ 428 <sup>oo</sup> /mt lineal
Ángulo Inox	1" x 1/8" x 6.10mt	8.200 kg	\$ 550 <sup>oo</sup>
Ángulo Inox	¾" X 1/8" X 6.10mt	6.400 kg	\$ 495 <sup>oo</sup>

Solera Inox	1/8" x 1" x 3.05mt	2.000 kg	\$ 145 <sup>oo</sup>
Solera Inox	1/8 x 3/4" x 3.05mt	1.550 kg	\$ 95 <sup>oo</sup>
Barra Inox	5/16" x 3.70mt	1.800 kg	\$134 <sup>oo</sup>
Barra Inox	3/8" x 3.70mt	2.000 kg	\$190 <sup>oo</sup>
Tubo cédula 40 con costura	3/8" diámetro interior		\$193 <sup>oo</sup> m

En cuanto a los consumibles cotidianos, el equipo de protección y seguridad industrial, se presentan los siguientes:

Descripción y características	Costo
Carga de gas argón de 9.5 m <sup>3</sup>	\$2,220 <sup>oo</sup>
Soldadura en rollo micro alambre Inox en 0.045" de 25 libras	\$3,888 <sup>oo</sup>
Discos de corte para Inox en 7"diámetro	\$ 73 <sup>oo</sup>
Discos de desbaste para Inox en 7"diámetro	\$ 85 <sup>oo</sup>
Cepillos manual de alambre para Inoxidable	\$ 65 <sup>oo</sup>
Guantes largos de carnaza para soldador.....	\$ 55 <sup>oo</sup>
Mangones de carnaza para soldador.....	\$ 256 <sup>oo</sup>
Petos de carnaza para soldador.....	\$ 128 <sup>oo</sup>
Vidrios transparentes para careta.....	\$ 1 <sup>oo</sup>
Cristal sombra para careta de soldador.....	\$ 12 <sup>oo</sup>
Bote presurizado de silicón contra chispas y salpicaduras.....	\$ 80 <sup>oo</sup>
Puntas de contacto para el micro alambre con boquillas hembra para la soldadura en micro alambre y adaptador de campana para gas argón en soldadura.....	\$ 255 <sup>oo</sup>

Adicionalmente se cotizan a precio de mercado al menudeo también, lo siguiente:

Descripción	Precio
Extractor atmosférico de 17" de diámetro total y 14" de cuello, de 1.2 kg peso total, con baleros de acero Inoxidable, de lubricación permanente, cuerpo en aluminio anodizado de 21 aletas, con base de sujeción, entrega inmediata, disponible dos proveedores .....	\$1,260 <sup>oo</sup>
Colector solar de 2 m por 2.5m en acero galvanizado, con 2 acrílicos transparentes UV de 8 mm, con entrada protegida	

y salida de aire caliente, que se incorpora al secador, disponible con cuatro proveedores nacionales de inmediato.....\$ 940<sup>oo</sup>

## 7.- ASPECTOS ORGANIZATIVOS

### PLATAFORMA EMPRESARIAL

La empresa que soporta el proyecto tiene estos antecedentes curriculares:

- Se originó la célula de trabajo como servicio mecánico en noviembre '59
- Durante 12 años se proporcionó apoyo en diversos frentes de obra civil dentro de la región.
- Del los años '71 a '80 se aumentó la capacidad de atención a clientes en taller sin dejar el apoyo a obras en campo.
- A partir del '82 se consolida la empresa y se traslada en '85 a nuevas instalaciones ex profeso.
- Cabe mencionar que en '88 y '92 fue evaluada como: empresa prestadora de servicios por la Subdirección de Ingeniería de Proyectos de Explotación del Instituto Mexicano del Petróleo, resultando en el '98 una excelente calificación nacional.
- En '05 se cambia razón social, persona moral a persona física con actividades empresariales, se fortalece la división Inoxidable y se estructuran áreas operativas.

#### Giro de la Empresa

- Taller de mantenimiento en mecánica diesel y de hidráulica.
- Taller de tránsitos para giro de pernos y bujes a orugas.
- Taller de manufactura: componentes metalmecánica

#### Acero Inoxidable

- Avalúo de mercado sobre maquinaria para construcción
- Diagnóstico de vida útil a: sistemas de tránsito

#### Equipos de Inoxidable

- Evaluación mecánica y de operación a: maquinaria pesada

#### Equipos de Inoxidable

## Capacidad de Planta

- Fabricación de mobiliario de laboratorios
- Fabricación y mantenimiento a equipo menor de procesamiento en acero inoxidable con enfoque de grado alimenticio
- Fabricación de botes traseros angostos para retroexcavadora
- Contenedores para desechos sólidos urbanos de 7 m<sup>3</sup>
- Fabricación de prensas hidráulicas con marco rígido y de carriles
- Elaboración de grúas radiales
- Reconstrucción de orugas para cosechadoras y maquinaria pesada.
- Fabricación de zapatas pantaneras para cosechadoras de arroz.
- Maquinado de discos cóncavos para rotar terrenos.
- Brazos porta herramienta para desgarrar, empujar o cargar.
- Remolques de dos y cuatro ruedas.

## Ubicación tradicional de clientes

Desde Tehuacan, Puebla hasta Tuxtepec, Oaxaca y desde Zongolica hasta Xalapa, Veracruz, concentrándonos en la región Córdoba - Orizaba

## Clientes para maquinaria pesada y carriles:

Madereros, arroceros, limoneros, cañeros, cafeticultores, avicultores, constructoras, minería a cielo abierto como pedreras, areneras, canteras, caleras y cementeras.

## Clientes para mantenimiento y reconstrucción:

Empresas que mueven altos volúmenes de materiales, cooperativas y gobiernos.

## Clientes para botes angostos:

Arquitectos, ayuntamientos, constructoras y desarrolladoras.

## Clientes para acero inoxidable;

Fábricas de alimentos y bebidas, pequeños productores agroindustriales, laboratorios particulares e instituciones docentes.

## Clientes potenciales del deshidratador solar:

Haciendas ganaderas, establos, ranchos extensivos, unidades de manejo, asociaciones agropecuarias; productores de frutas, verduras y hortalizas.

Así se presenta a la empresa de nombre comercial “TALLERES HERSAN<sup>MR</sup>” que incursionará con los antecedentes planteados con un nuevo producto para un nuevo mercado a la luz de la información disponible, ya que además se cuenta en la Gerencia con la nueva definición de la misión y la visión para el producto.

## LIDERAZGO DEL PROYECTO

Para efectos tácticos y estratégicos asume el liderazgo del proyecto el Ing. Alejandro Hernández Santana, quien se ha desarrollado profesionalmente, en la segunda mitad de la década de los setenta y la primera de los ochenta en áreas de ingeniería por cuanto a diseño, operación y administración de proyectos, posteriormente, a partir de 1985 se incorpora como accionista y miembro de la razón comercial “TALLERES HERSAN<sup>MR</sup>”, en el ámbito de la metal mecánica, misma que atendía el mantenimiento de la maquinaria pesada como tractores de orugas, cargadores frontales montados sobre carriles, grúas y además moto conformadoras; aportó un esfuerzo de organización compartido, alcanzando una estabilización y un posterior crecimiento así que, posicionados en el mercado y con expectativas mayores se intentó participar en las exportaciones.

Exportación de Rodillos: Liderando el proyecto en la empresa, contrató el líder en 1987 a una organización que efectúa los proyectos técnicos y económicos, un estudio de viabilidad para la remanufactura de tracto partes “Rodillos Reconstruidos”, mismos que cargan a la unidad vehicular, poniendo bajo la lupa a la propia organización laboral por cuanto hace a reportes, operación bajo estándares, evidentemente cuantificación del mercado, investigación de aranceles y aspectos financieros; obtuvieron a manera de radiografías una serie de limitantes detectadas, capacitación del personal, integración de la plantilla laboral, equipamiento pendiente y cuantificar el volumen de la inversión para incursionar en ésta aventura. A finales de 1988 algunas áreas quedaron cubiertas como lo que se refiere a investigación de mercados, definición de equipamiento y la logística, sobre la marcha algunas correcciones y proyecciones para contar con el personal idóneo: así que armado y compactado el estudio se entregó a las entidades financieras, quienes otorgaron su apoyo monetario para finales de 1989.

Éxitos durante nueve años que operó satisfactoriamente para el mercado, para la financiera y la empresa floreciente. Sin embargo el mercado internacional se colapsó, es realmente un agente externo y se deja como un atenuante, el impacto en nuestro país fue la “mortalidad empresarial” con el cierre de innumerables negocios, por lo tanto el líder tomó una decisión crítica en el seno de la empresa, desechar el proyecto, cumplir las expectativas de la financiera negociando finiquito anticipado en un esquema de reestructuración.

Indudablemente la empresa ganó frente a esa experiencia, ya que le permitió dar el brinco organizacional al pasar de una administración “artesanal o de changarro” a un concepto de administración científica pero sobre todo profesional, aparentemente un tropiezo al quedar excluida del mercado de exportaciones, pero capitalizando se logró crecer, permitió obtener preseas en el ámbito empresarial mas allá de las fronteras regionales. Una lección fue la búsqueda sistemática de un objetivo común que permitió alinear las expectativas de las áreas o departamentos que en su momento integraron la empresa.

De manera colateral se identificó una “alerta tecnológica” para los próximos veinte a treinta años que indicarían la vida útil de la empresa, cabe mencionar que a finales de los ochenta no se le vio utilidad, sin embargo quedó encendida en quienes perseveran laboralmente.

Orugas para Tractores Encontrándose el líder ahora al mando real de la empresa y en referencia a los aspectos que le dieron origen a la organización laboral, desde inicios de la década de los sesenta, mantenimiento mecánico de maquinaria pesada, armado de motores, equipamiento hidráulico, cajas de velocidades y accediendo en esta nueva etapa de la empresa, a los sistemas de tránsito, orugas o cadenas, por vinculación con los rodillos inferiores de carga para las unidades vehiculares como bulldozer y traxcavators; el líder percibió que la “alerta tecnológica” cubría la función de un departamento de investigación asociada a la función de producción, a pesar de no poder sustentar un área exclusiva a este aspecto, sin embargo se mantuvo el acceso vía suscripción con revistas

especializadas y en contacto con centros de investigación y desarrollo identificados previamente, en particular con fuentes de la industria metal mecánica, procesos de soldadura y sistemas de desplazamiento, propiamente las orugas para transitar por caminos no existentes.

El líder orientó los esfuerzos de la empresa para incursionar en el mantenimiento a las orugas por petición de los propios clientes, quienes desean una amplia vida útil para sus equipos del sistema de tránsito que se compone de ambas orugas, trenes de rodillos inferiores y superiores, ruedas guías y dentadas. A partir de los requerimientos de la clientela sobre el mantenimiento de las orugas, partió del diseño de una prensa Vertical de marco rígido para extraer y girar pernos y bujes en las orugas, fue éxito mientras el cliente no tenía urgencia, ya que el procedimiento era manual, lento y absorbente, para el operador y sus varios ayudantes, así que realizó una corrección al diseño “segunda generación” en este nuevo proceso y servicio de la empresa, lo que representa un ahorro entre el 80% y 95% al volver a reutilizar contra adquirir nuevo, fue manufacturada una poderosa prensa manual horizontal, doble de largo, aunque el operador requería al menos un par de auxiliares, el tiempo se acortó sustancialmente, pero los clientes exigen reducirlo; así que se pasó por consultas técnicas, gabinete y restirador de dibujo para obtener el equipo de carriles con una inversión regular, desde el dos mil se encuentra en operación una extremadamente fuerte y versátil mesa ergonómica, con un solo operario y con tiempos mínimos que sorprenden al cliente, obligando a programarse con sus períodos muertos. Ya se cuenta con la tercera generación de la prensa para carriles, este proyecto reporta ingresos superiores a la empresa en cuanto a la relación pesos por personas contratadas.

Botes Traseros Angostos Ante el proyecto inicial de exportar “rodillos reconstruidos” a la organización le permitió consolidar la calificación de las personas dedicadas a la soldadura. Se sustituyeron las plantas de soldar con una veintena de años por las últimas tecnologías, se dejó de utilizar intensivamente la varilla o electrodo forrado para consumir la soldadura en rollo que es el alambre de acero cobrizado, aportando beneficios prácticos y económicos, de esta manera se empezó a

reconstruir cucharones y atendiendo el líder los consejos de los clientes se pasó a fabricar todos los días cucharones traseros angostos para retroexcavadoras, el logro es atender un nuevo nicho de mercado.

Indudablemente los cambios de mercado que detecta el líder han permitido la permanencia de la empresa que ya va a cumplir medio siglo de existencia, de manera competitiva pero sobre todo con una organización flexible con énfasis en los costos siempre atendiendo las sugerencias y consejos de los clientes.

Resumen del Liderazgo: La disciplina de conducción del líder en este cuarto de siglo transcurrido, va con el esfuerzo sistemático de una organización que busca resolver problemas que el mercado presenta y por otra parte potencializar los recursos económicos, capital humano, equipamiento de la empresa; aún se siguen atendiendo de manera aislada las tareas que dieron origen a esta célula laboral, sin embargo se participa dentro del giro industrial de la metal mecánica con nuevos productos que evidentemente no existían, como es el caso de los contenedores para residuos sólidos urbanos de 7 m<sup>3</sup>, grúas radiales y viajeras, aunque también se ha incursionado con éxito desde hace 5 años en la elaboración de mobiliario, aditamentos y equipamiento con acero inoxidable.

Cada producto tiene diferentes mercados, algunos nichos se han detectado recientemente, sin embargo todos los productos salen de una misma empresa que mantiene la esencia de la metal mecánica, ahora el reto para el líder y la empresa es el deshidratador solar eólico. Mantenerse atento a los signos de los tiempos, permite transitar en medio de las turbulencias financieras ahora globales y salir airoso, aportando soluciones a problemas.

## INTEGRANTES FUNCIONALES

La organización empresarial contempla actualmente una plantilla laboral mínima (minimorum), que todavía satisface los requerimientos de la clientela en tiempo de respuesta y en su calidad que es altamente apreciada, obteniéndose como empresa

organizada el pago de los servicios profesionales, que a su vez se distribuyen en sueldos, proveedores, impuestos y un excedente contemplado.

Para el desempeño de las tareas se cuenta con el personal de campo, operativo, administrativo, técnico y de apoyo a las actividades que se desarrollan, tanto de manera cotidiana como esporádica, que le dan sustento a la empresa y permanencia en el mercado, según se describen de forma resumida sus perfiles genéricos:

- ⇒ Soldador certificado: persona que interpreta un documento de manufactura; traza a dimensión real encima del material; corta la placa, lámina o estructura con herramienta manual, con equipo de oxi-acetileno, con discos de corte, con plasma, entre otras maneras; arma el conjunto solicitado a base de puntos de soldadura, aplica soldadura de Acero, de cobre, de plata, de inoxidable, de colado, contra abrasión e impacto, entre otras con electrodo cubierto o desnudo, en electrodo continuo tanto en arco abierto como en proceso sumergido y finalmente lograr el acabado requerido dentro de las instalaciones de la empresa.
- ⇒ Oficial mecánico: persona que interpreta un catálogo de partes, un libro de servicio para una unidad vehicular, dibujos de componentes, croquis de conjuntos, diagramas de armado, utiliza herramientas manuales de mecánica, enseres menores, aparatos eléctricos, equipo hidráulico y de maniobras, cuenta con capacidad de análisis de procedencia del fallo, atiende ordenadamente y con limpieza el proceso de armado de componentes, opera con limitaciones la maquinaria pesada y dispone de licencia de manejo de pick ups, entrega responsablemente los conjuntos mecánicos, hidráulicos, neumáticos o de accionamiento eléctrico, tanto en campo como en taller, sustituyendo las partes dañadas para su reconstrucción e instalación, quedando en condiciones de operación satisfactorias.
- ⇒ Soldador de reconstrucción: persona que corta placa, lámina o estructura con herramienta manual, con equipo de oxi-acetileno, con discos de corte o con

plasma, aplica soldaduras de unión ya sea uniformes o mixtas de acero, de cobre, de plata, de inoxidable, contra abrasión e impacto, realiza depósitos de colado no maquinable, con electrodo cubierto o desnudo, en proceso semi continuo tanto en arco abierto como en arco sumergido, proporciona los acabados espejo, pulido, esmerilado o natural, según sean requeridos, se desempeña dentro de las instalaciones de la empresa y en campo.

- ⇒ Mecánico industrial de piso: persona que utiliza herramientas manuales de mecánica, enseres menores, aparatos eléctricos, equipo hidráulico y de maniobras, analiza la procedencia del fallo, atiende ordenadamente y con limpieza el proceso de desacople y armado de componentes, opera maquinaria pesada de orugas y cuenta con licencia de manejo de pick ups, entrega responsablemente los conjuntos mecánicos, hidráulicos, neumáticos o de accionamiento eléctrico, tanto en campo como en taller, obtiene el listado de las partes dañadas para su reconstrucción sustitución e instalación, quedando en condiciones de operación satisfactorias.
- ⇒ Auxiliar general de taller: persona que recupera los aceites y lubricantes que se desechan para su depósito en tanque de acopio, apoya al oficial mecánico y al oficial soldador, acomoda herramientas y mantiene el orden y la limpieza dentro de las instalaciones, en campo asiste al líder de la tarea, verifica condiciones mecánicas del vehículo, aplica pintura acrílica y alquídica, proporciona el mantenimiento menor a las instalaciones, realiza trabajos de jardinería e impermeabilización, opera bomba de agua, compresor, utiliza herramientas manuales eléctricas e hidráulicas, grúa viajera y radiales, equipo de maniobras, tripié, garruchas y polipastos, limpieza de materiales y escoria de cordones de soldadura, acomodo de partes y componentes.
- ⇒ Capturista-Asistente de la Gerencia: persona que atiende llamadas telefónicas, solicita presupuestos y pasa cotizaciones, captura datos en computadora, reporta asuntos fiscales al despacho contable externo, también los aspectos legales al bufete jurídico empresarial, de conformidad con las instrucciones del patrón y/o del gerente, para cubrir las contribuciones y atender a clientes y proveedores, en sintonía con el gestor.

- ⇒ Gestor de cobranza, bancos y trámites: persona de actividad en campo, resuelve asuntos y trámites, acude a presentar facturas con clientes locales o envíos a regionales, verificar saldos y depósitos, recuperar documentos, efectuar aclaraciones de la empresa, presentar inconformidades cuando así se considere conveniente, representa ante autoridades fiscales y civiles a la empresa, efectúa gestiones bancarias, realiza conciliaciones financieras, laborales, con clientes o proveedores, genera documentos y propuestas que envía a clientes interesados dándoles seguimiento, se coordina con gerencia internamente y con despacho contable y bufete jurídico ambos externos.
- ⇒ Jefe de producción y taller: persona responsable del ritmo de trabajo en el área de producción, fabricación en línea continua, reparaciones en lotes, reconstrucción de tracto partes, mantenimiento de las instalaciones y su equipamiento, que opere la organización en su condición de mandos intermedios, verifica inventarios, entradas y salidas de materiales y componentes, impone orden y disciplina entre el personal, atiende clientes y recepción de trabajos, pedidos autorizados por gerencia.
- ⇒ Gerente de operaciones y representante legal de la empresa: persona encargada de la marcha de la empresa, en lo económico, financiero, fiscal, la marcha de la producción, los compromisos contraídos, el apoyo a la organización interna, la operatividad de la flotilla vehicular, los chequeos periódicos sobre los equipos funcionando, los pedidos de los materiales y el mantenimiento de las relaciones comerciales con los clientes, el desarrollo de proveedores, el clima laboral adecuado, el crecimiento del capital humano, la perseverancia de la visión de largo plazo, las relaciones con la comunidad y el entorno, representa a la empresa formalmente.
- ⇒ Patrón – Dueño: persona física con actividades empresariales que emprende aventura con fines de lucro, arriesga su capital busca satisfacer necesidades sociales bien remuneradas, se apoya con gente entusiasta que comparte los valores que dan soporte y vigencia a la empresa, inyecta capital para la operación cotidiana y estratégica, está pendiente de la imagen y la calidad de los productos, la reputación y la rentabilidad.

## DATOS FISCALES

Se trata de una figura fiscal que contemplan las leyes tributarias de nuestro país así como la Ley Federal del Trabajo entre otras, se le denomina Persona Física con actividades empresariales, el nombre de la ciudadana es Cristal del Mar Hernández Jiménez, de nacionalidad mexicana, mayor de edad y al corriente de sus impuestos con estudios de nivel Licenciatura, estado civil casada originaria del estado de Veracruz.

Cubriendo las contribuciones del municipio de Córdoba, como:

- 1) pago del predial donde se asienta la empresa,
- 2) cuota anual de recolección de desechos sólidos urbanos empresariales,
- 3) pago anualizado de agua potable y drenaje
- 4) cooperación para obras públicas
- 5) licencia de anuncios en vía pública
- 6) pago por expedición de número oficial (una sola ocasión)
- 7) verificación de alineamiento(una sola ocasión)
- 8) licencia de construcción (cada vez que se hacen modificaciones)

Por otra parte se cumple con las contribuciones periódicas del Gobierno Estatal:

1. Impuesto mensual del 2 % sobre la nómina
2. Cada seis meses el pago de la verificación de contaminación vehicular
3. Cada año la tenencia de las pick ups y sedán que integran la flotilla vehicular.

Finalmente se cubren periódicamente las contribuciones federales, como:

- I. Impuesto al Valor Agregado cada mes según la facturación. IVA
- II. Impuesto sobre la Renta. ISR
- III. Impuesto por Retenciones de Salarios. IRS
- IV. El Impuesto de la controversia. IETU.
- V. El pago del reparto de utilidades. PTU según la carátula fiscal.

Además otros impuestos propios de la actividad empresarial:

- a) Pago de la obligación tripartita del IMSS mensual

- b) Castigo por clasificación en grado de riesgo, se potencializa en la prima IMSS
- c) Aportación al AFORE del trabajador
- d) Pago de la parte proporcional del INFONAVIT bimestral

### Energía Eléctrica

Todavía como carga financiera para la empresa que cuenta con servicio eléctrico trifásico por arriba del los 11 kW, se considera mensualmente un factor “tradicional” de un mil pesos que se incluyen en el recibo por concepto de uso del medidor computarizado que proporciona obligatoriamente la propia CFE en esta parte del país, independientemente de que el consumo se acerque a la carga contratada o de que se ubique en los rangos mínimos por temporadas estacionales.

Inclusive a nivel zona geográfica y más aún como país, el costo de la energía eléctrica sigue siendo sensiblemente caro, según manifiestan los economistas, no entramos en detalles del costo por litro de los combustibles fósiles como la gasolina y el diesel, que no se aprecia que bajen de precio como en otros países, excepto el gas butano que si se utiliza en la industria, aunque no de manera intensiva en nuestro caso.

Un par de cargos por única ocasión se realiza con motivo del contrato que se debe elaborar con CFE, además del depósito en efectivo que equivale al consumo de un bimestre según la carga contratada, misma cantidad que por el afán de contar con el suministro el empresario cubre a valor presente al momento de la autorización.

Así mismo en el caso de ésta empresa se incurrió en un cargo extra por motivo de adquisición de un transformador eléctrico de 30 kW a un precio público de \$8,500<sup>oo</sup> en 1985 porque el programa de expansión de CFE como paraestatal no lo tenía contemplado, posteriormente en 1990 ellos mismos lo sustituyeron por su cuenta a 45 kW, para futuro crecimiento, después en 1995 se instaló un banco de capacitores que generó un desembolso de \$3,000<sup>oo</sup> más las autorizaciones y permisos para interconectar a la entrada del Fluido.

Servicios de Telefonía Comercial Para las empresas que cuentan con un mercado regional o nacional, el manejo eficiente de los servicios de telefonía son una fuente de comunicación con sus clientes y proveedores, accedando a la tarifa comercial, que en nuestro país se refleja como cara respecto a nuestros socios comerciales en el T.L.C., realmente el uso de la red Internet, viene a respaldar y solucionar parcialmente el problema, mientras tanto, este costo se refleja en la operación cotidiana de la empresa.

Una propuesta que oferta el líder casi monopolístico del mercado de las comunicaciones , es “paquetizar” las entradas y salidas de las líneas telefónicas, obteniendo una renta fija obligatoria del usuario, que somos nosotros como empresa y aparentemente generar una despreocupación por el volumen de llamadas y sus costos; aunque ya no es tema de del presente documento, pero tener cuota de larga distancia entre Córdoba y Orizaba, aún al 50 % por tratarse de ciudades vecinas realmente no estimula sustancialmente el desarrollo regional de todas maneras se debe cubrir una renta mensual, aún cuando se es dueño de la línea, las instalaciones internas y aparatos propios, a un precio comercial de \$348° al mes.

## SALARIOS

En términos generales y para los efectos del plan de negocios que se contiene en el propio documento, me permitiré relacionar el salario neto, incluyendo prestaciones, tanto dentro de la empresa como a manera de reflejo en el mercado laboral regional, obteniendo a razón de la cantidad de horas que representan a cada puesto de trabajo, la elaboración fabricación de tres deshidratadores solares eólicos en acero inoxidable durante una semana:

Puesto o Cargo	Aporta horas	Costo/hora	
Total			
Gerente de Operaciones	12	50	
600°°			
Jefe de Producción y Taller	18	40	720°°
Soldador Certificado	48	35	
1,680°°			
Soldador Reconstrucción	24	28	672°°
Auxiliar General de Taller	96	18	1,728°°
Capturista Asistente Gerencia	9	15	135°°
Gestor Cobranza Bancos y Trámites	12	30	
360°°			
<b>TOTAL COSTO MANO DE OBRA DIRECTA</b>			
<b>\$5,895°°</b>			

Que a razón de tres equipos fabricados por semana, tenemos un promedio por equipo en su costo de mano de obra directa por \$1,965°°, a ello consideramos que debemos ir sumando personal indirecto de manera proporcional y mensual, como:

Asesoría en Logística	
(30 % de cada equipo que representa al mes)	\$7,074°°
Despacho contable (25 % de sus honorarios mensuales)	\$800°°
Bufete jurídico Empresarial (20 % de sus honorarios mensuales)	\$300°°
<b>TOTAL COSTO MANO DE OBRA INDIRECTA</b>	<b>\$8,174°°</b>

Que a razón de doce equipos fabricados mensualmente, tenemos un promedio por equipo en su costo de mano de obra Indirecta por \$681°°, a ello consideramos que debemos ir sumando otros indirectos de manera proporcional como la campaña de medios que se plantea en la estrategia de mercadotecnia y su presupuesto, misma que se plantea por aparte.

## 8.- ASPECTOS FINANCIEROS

### TIPOS DE GASTOS

Entre los mas relevante se encuentran los clasificados como los de medios y campaña publicitaria, que arrojan al primer año \$50,000°° USD , que al convertir a pesos tenemos para el primer año \$750,000°° y divididos entre 200 equipos fabricados nos representa \$3,750°° de cargo individual, para el segundo año se reducen \$10,000°° USD que representan de forma individual \$3,000°°, de igual manera para el tercer año de producción se reduce otros \$10,000°° USD el presupuesto de la campaña de medios y representa \$2,250°° individualmente el cuarto año todavía se reduce en \$10,000°° USD para quedar con un gasto promedio por equipo fabricado de \$1,500°°, finalmente el quinto año y los subsecuentes, se mantendrá una presencia en medios con un gasto de únicamente \$10,000°° USD anuales que se convierten de manera individual en \$750°° pesos mexicanos por cada unidad producida.

También se encuentra la proporción de consumo de energía eléctrica que a fecha actual debe representar un incremento de \$2,000°° en el recibo mensual con identificación 46 DJ 14 B 01 461 0890 para el servicio 873 940 704 620, sin picos de energia ya que se dispone de un banco de capacitores, por cuanto hace a telefonía se estima un incremento de \$1,000°° mensualmente, por concepto de nuevos contactos y relaciones

### REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA

En los cuadros y tablas siguientes se muestran los requerimientos de Infraestructura, mano de obra para PRE operación, también la mano de obra directa y la Indirecta, el personal administrativo y de ventas; además de los requerimientos de maquinaria, equipo y herramientas.

REQUERIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA Talleres Hersan para fabricar  
Deshidratador Solar Eólico

Concepto	Cantidad (m <sup>2</sup> )	Cantidad	Valor Unitario (Pesos MN)	Valor total (Pesos MN)	Participación (%)
Área de compresor de aire	m <sup>2</sup> .	3	300	900	0.88
Baños, vestidor y comedor	m <sup>2</sup> .	12	400	4,800	4.72
Herramientas y materiales almacén	m <sup>2</sup> .	42	300	12,600	12.39
Soldadura de reconstrucción	m <sup>2</sup>	32	300	9,600	9.44
Patios, rampas y andenes	m <sup>2</sup>	108	200	21,600	21.24
Área de soldadura inoxidable	m <sup>2</sup> .	45	400	18,000	17.70
Oficinas Administrativas	m <sup>2</sup>	12	500	6,000	5.90
Soldadura grandes volúmenes	m <sup>2</sup> .	24	300	7,200	7.08
Zona de mecánica y traslados	m <sup>2</sup>	22	300	6,600	6.49
Área de pintura	m <sup>2</sup>	8	300	2,400	2.36
Carpintería	m <sup>2</sup> .	15	300	4,500	4.42
Armado de paquetes	m <sup>2</sup>	25	300	7,500	7.37
<b>TOTAL:</b>	m <sup>2</sup>	348	3900	101,700	100

Área requerida 348 m<sup>2</sup> para la fabricación de deshidratadores Solares Eólicos

Requerimiento de mano de obra para el periodo de pre-operación. Fabrica de deshidratadores solares eólicos. Producción 0.55 unidades diarias de deshidratadores solares eólicos

Concepto	Unidad	Cantidad	Jornal (Pesos MN.)	Valor total (Pesos MN)	Participación (%)
Labores de Construcción					
Área de compresor de aire	Jornal	2	60	120	4.65
Baños, vestidor y comedor	Jornal	3	60	180	6.98
Herramientas y materiales almacén	Jornal	4	60	240	9.30
Soldadura de reconstrucción	Jornal	2	60	120	4.65
Patios, rampas y andenes	Jornal	3	60	180	6.98
Área de soldadura inoxidable	Jornal	3	80	240	9.30
Oficinas Administrativas	Jornal	4	100	400	15.50
Soldadura grandes volúmenes	Jornal	3	100	300	11.63
Zona de mecánica y traslados	Jornal	2	70	140	5.43
Área de pintura	Jornal	3	80	240	9.30
Carpintería	Jornal	4	70	280	10.85
Armado de paquetes	Jornal	2	70	140	5.43
<b>TOTAL:</b>		35		2,580	100

ÁREA REQUERIDA 348 m<sup>2</sup>

Requerimiento de mano de obra directa-indirecta-administrativa-ventas. Fabricación de deshidratadores solares eólicos

Concepto	Especificación	Sueldo min./día (\$ pesos MN)	Sueldo total Mes (\$ pesos MN)	Sueldo total anual (\$ pesos MN)
MO. directa	3 Trabajadores	\$185.00	16,650.00	199,800.00
	subtotal	\$185.00	16,650.00	199,800.00
MO. indirecta	1 Jefe de producción	\$96.00	2,880.00	34,560.00
	1 GERENTE	\$80.00	2,400.00	28,800.00
	Asistente Gerencia	\$18.00	540.00	6,480.00
	gestor	\$48.00	1,440.00	17,280.00
	subtotal	\$242.00	7,260.00	87,120.00
<b>TOTAL:</b>	(\$ pesos MN)	\$427.00	23,910.00	286,920.00

7,260.00

## MAQUINARIAS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Requerimientos de maquinaria, equipos y herramientas. Equipo semi-Industrial.

Deshidratador Solar Eólico. Producción diaria 0.55 equipo

Concepto	Valor \$ (pesos MN)	Vida Útil (años)
Filtros y equipo de seguridad industrial	1,500.00	1
aseo e higiene	1,500.00	1
Área 1 recepción y control		
Grúa viajera y radiales	2,000.00	10
Carros para manejo de materiales	1,000.00	5
Área 2 almacén y corte		
Escritorio tablero de control.	500.00	5
Anaqueles y polipastos	1,000.00	5
Corte por plasma	8,000.00	10
Canastas de traslado	1,000.00	5
Área 3 armado y punteado		
Herramienta de sujeción	2,000.00	3
2 plantas de soldar convencionales	2,000.00	10
2 mesas de trabajo superficie Inoxidable	500.00	10
Carros para manejo de materiales	1,000.00	5
Área 4 soldadura Inoxidable		
Planta de soldar semi continua	2,000.00	10
Mesas de trabajo con superficie inoxidable	500.00	10
Carros para manejo de materiales	1,000.00	5
Extractor de aires y humos	1,000.00	5
Área 5 acabado y almacén		
Equipo de corte de madera	500.00	3
Equipo de pintura pulverizada	300.00	1
Equipo de flejado	500.00	3
Anaqueles y polipastos	1,000.00	5
Escritorio tablero de control.	500.00	5
Grúa viajera y radiales	2,000.00	10
Carros para manejo de materiales	1,000.00	5
Valor \$ (pesos MN) TOTAL:	32,300.00	

## COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS

Se presentan los costos por materiales directos, así como por capital de trabajo, los costos de los servicios y de los suministros, los activos fijos y diferidos y su estructura de costos.

COSTO TOTAL DE MATERIALES DIRECTOS (en miles de \$ pesos MN)

Fabricación de Deshidratador Solar Eólico. Producción de 0.55 unidades por día

Concepto	Precio	Canti dad	Costo		
	Unit.	Prod. /día	Día	Mes	Año
Recepción/control/almacenes /acabado					
Gas argon	2,220	0.03 3	74.00	2,220.00	26,640.00
Rollo de Soldadura Inox	3,888.00	0.01 66	64.80	1,944.00	23,328.00
Pintura Negro mate alquídica	70	0.1	7.00	210.00	2,520.00
Madera en hojas de triplay	55	,50	27.50	825.00	9,900.00
Electrodo 308 en 3/32" inox	240	0.1	24.00	720.00	8,640.00
Energía eléctrica trifásica	2,000.00	0.03 125	66.67	2,000.10	24,001.20
Silicón presurizado	85	0.03 33	2.84	85.20	1,022.40
Servicio telefónico	1,000.00	0.01 65	33.33	999.90	11,998.80
					0.00
<i>A: Subtotal en miles de \$ Pesos MN.:</i>			<i>161.34</i>	<i>4,840.20</i>	<i>58,082.40</i>
<b>PLANTA DE PROCESOS</b>					
Láminas Inoxidables	2,456.00	1.5	1,985.00	47,640.00	571,680.00
Ángulos de Inoxidable	1,045.00	2	1,045.00	25,080.00	300,960.00
Malla Tejida Inox	428	7.5	1,540.80	36,979.20	443,750.40
Extractor atmosférico	1,260.00	0.55	693.00	16,632.00	199,584.00
Colector Solar	940	0.55	517.00	12,408.00	148,896.00
Solera de Inoxidable	240	6	1,440.00	34,560.00	414,720.00
<i>B: Subtotal en miles de \$ pesos MN.:</i>			<i>7,220.80</i>	<i>173,299.2</i>	<i>2,079,590.40</i>
Imprevistos (5 %)			361.04	8,664.96	103,979.52
<i>Costo Total : (miles) \$pesos MN</i>			<i>7,743.18</i>	<i>186.80</i>	<i>2,241.65</i>

precio unitario del  
Deshidratador Solar 14,078.51

dólares 15 938.57

## CAPITAL DE TRABAJO

Activos corrientes	Inversión anual	%
Capital de Trabajo:		Participación
Materias primas e insumos	2,241,652	67.36
Materiales indirectos	1,300	0.04
Mano de obra directa	199,800	6.00
Mano de obra indirecta	87,120	2.62
Servicios y comercialización	750,000	22.54
Suministros, Bs Ss y otros	48,000	1.44
<b>Total \$ pesos MN:</b>	<b>3,327,872</b>	<b>100.00</b>

Fábrica de Deshidratadores Solares Eólicos

REQUERIMIENTO DE SUMINISTROS Y SERVICIOS (\$ pesos MN) Fábrica de Deshidratadores Solares Eólicos.

Concepto	Valor mes	Valor anual
Energía eléctrica	2,000	24,000
Teléfono	1,000	12,000
Combustible	500	6,000
Otros	500	6,000
<b>Total</b>	<b>4,000</b>	<b>48,000</b>

Costo Variable	Suministros y servicios	48,000		CF
			Imprevistos 500 =	
Costo fijo	Asistencia Técnica	1,680	2180	7,680
Costo fijo	Otros	6,000		
	Subtotal	55,680		CV
Costo variable	Materiales Indirectos	12,350		60,850
		68,030		
Costo variable	Imprevistos	500		
	<b>Total</b>	<b>68,530</b>		<b>68,530</b>

ACTIVO FIJO O INVERSION FIJA

ACTIVO FIJO		TOTAL	(%)
a) Obras Civiles	\$	101,700.00	47.15
b) Maquinarias, Equipos, etc.	\$	32,300.00	14.97
c) Imprevistos	\$	6,700.00	3.11
d) Terreno (aporte propio)	\$	75,000.00	34.77
<b>Total Activo Fijo</b>		<b>\$215,700.00</b>	<b>100.00</b>

Fabrica de Deshidratadores Solares Eólicos

ACTIVOS INTANGIBLES O DIFERIDOS

Plan de Inversiones (\$ pesos MN)

Fábrica de Deshidratadores Solares Eólicos

Activos Diferidos:		Total
Estudio de preinversión	\$	5,000
Gastos pre-operativos	\$	15,000
Montaje, equipamiento	\$	2,580
Gasto: reposición y calificación	\$	8,000
Imprevistos (5%)	\$	1,529
<b>Total: (\$ pesos MN)</b>	<b>\$</b>	<b>32,109.00</b>

LOGÍSTICA

7074

## ESTRUCTURA DE COSTOS

COSTOS FIJOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mano de Obra directa	199,800	199,800	199,800	199,800	199,800	199,800	199,800	199,800	199,800	199,800	199,800
Mano de Obra indirecta	87,120	87,120	87,120	87,120	87,120	87,120	87,120	87,120	87,120	87,120	87,120
Material/ instalac., Mant.enseres	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
Gastos Administrativos	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000
Gastos Financieros		700,136	665,129	630,123	595,116	560,109	525,102	490,095	455,089	420,082	385,075
Subtotal	336,220	1,036,356	1,036,356	1,036,356	1,036,356	1,036,356	1,036,356	1,036,356	1,036,356	1,036,356	1,036,356
COSTOS VARIABLES											
Extractor, Colector, Láminas Inox	29,040.	348,480	348,480	348,480	348,480	348,480	348,480	348,480	348,480	348,480	348,480
Argón, Soldadura Continua, Silicón=	4,249	50,990	50,990	50,990	50,990	50,990	50,990	50,990	50,990	50,990	50,990
Pintura, Madera, Electrodo	1,755	21,060	21,060	21,060	21,060	21,060	21,060	21,060	21,060	21,060	21,060
Servicios Gastos Comerciales- Logística	4,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000
	7,074	84,888	84,888	84,888	84,888	84,888	84,888	84,888	84,888	84,888	84,888
SUBTOTAL	46,118	553,418	553,418	553,418	553,418	553,418	553,418	553,418	553,418	553,418	553,418
TOTAL		1,589,775	1,589,775	1,589,775	1,589,775	1,589,775	1,589,775	1,589,775	1,589,775	1,589,775	1,589,775

Fabricación de Deshidratadores Solares Eólicos "Talleres HERSAN"

## INVERSIONES

Por cuanto hace a las inversiones se presenta la Inversión total, los destinos de la inversión y el reembolso de la inversión, también se muestran las amortizaciones constantes y las crecientes en el mismo cuadro, considerando en ambos planteamientos la ausencia de períodos de gracia.

### INVERSION TOTAL

INVERSIÓN	TOTAL	PARTICIPACIÓN ( % )
Activo Fijo	\$ 215,700	6.03
Activo Intangible	\$ 32,109	0.90
Capital de Trabajo	\$ 3,327,872	93.07
Total \$	\$ 3,575,681	100.00

Fabrica de Deshidratadores Solares Eólicos

### DESTINOS DE LA INVERSIÓN

FUENTE	INVERSION INTANGIBLE	INVERSION FIJA	CAPITAL DE TRABAJO	INVERSION TOTAL	TOTAL (%)
Aporte Propio		75,000	0	75,000	2
Préstamo	32,109	140,700	3,327,872	3,500,681	98

Total \$	32,109	215,700	3,327,872	3,575,681	100.00
----------	--------	---------	-----------	-----------	--------

Fabrica de Deshidratadores Solares Eólicos TALLERES HERSAN

AMORTIZACIONES CONSTANTES AL CAPITAL O AMORTIZACIONES  
CRECIENTES (MILES DE PESOS) SIN PERIODO DE GRACIA

AMOR TZ No.	CAPITAL INSOLUTO (PRINCIPAL)	AMORTZ. AL CAPITAL (PRINCIPAL)	INTERESES SOBRE EL CAPITAL 10%	INTERES DIFERIDO	AMORTZ. TOTAL
1	3,500,681	350,068	350,068		700,136
2	3,150,613	350,068	315,061		665,129
3	2,800,545	350,068	280,055		630,123
4	2,450,477	350,068	245,048		595,116
5	2,100,409	350,068	210,041		560,109
6	1,750,341	350,068	175,034		525,102
7	1,400,273	350,068	140,027		490,095
8	1,050,204	350,068	105,020		455,089
9	700,136	350,068	70,014		420,082
10	350,068	350,068	35,007		385,075
TOTAL		3,500,681	1,925,375		5,426,056
		64.52	35.48		100
		100	55		155

Fábrica de Deshidratadores Solares Eólicos "Talleres HERSAN"

INDICADORES ADICIONALES

Finalmente se presentan los cuadros de utilidad neta, el flujo de caja, los indicadores financieros, se muestran en cuadro anexo la distribución de los costos unitarios, se plantea el punto de equilibrio y se aprecia un escenario realista sobre el flujo.

## UTILIDAD NETA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A INGRESOS :										
Ventas Netas	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000
B COSTOS:										
Costos de Producción	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036
Costos de comercialización	750,000	600,000	450,000	300,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
Costos Administrativos	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969
Costo Total	3,173,005	3,173,005	3,173,005	3,173,005	3,173,005	3,173,005	3,173,005	3,173,005	3,173,005	3,173,005
C Utilidad Operacional	1,326,995	1,326,995	1,326,995	1,326,995	1,326,995	1,326,995	1,326,995	1,326,995	1,326,995	1,326,995
D (Gastos Financieros)	700,136	665,129	630,123	595,116	560,109	525,102	490,095	455,089	420,082	385,075
E UTILIDAD NETA	626,859	661,866	696,873	731,879	766,886	801,893	836,900	871,907	906,913	941,920

(\*) Se considera cada periodo de un año.

## FLUJO DE CAJA

INGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aporte (terreno 0.348 ha.)	700,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aporte Inv. Intangibles	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Préstamo	3,500,681	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ventas anuales \$22,500c/u		4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000	4,500,000
<b>Total de Ingresos</b>	<b>4,200,681</b>	<b>4,500,000</b>	<b>4,500,000</b>	<b>4,500,000</b>	<b>4,500,000</b>	<b>4,500,000</b>	<b>4,500,000</b>	<b>4,500,000</b>	<b>4,500,000</b>	<b>4,500,000</b>	<b>4,500,000</b>
EGRESOS											
Terreno	75,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo de Producción	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036
Costos Administrativos	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969
Costos de comercialización	750000	750,000	600,000	450,000	300,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
Gastos Financieros: intereses	-	350,068	315,061	280,055	245,048	210,041	175,034	140,027	105,020	70,014	35,007
Amortización	-	350,068	350,068	350,068	350,068	350,068	350,068	350,068	350,068	350,068	350,068
Inversión Fija	140,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión Intangible	32,109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capital de trabajo	3,327,872	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total de Egresos</b>	<b>6,748,686</b>	<b>3,873,141</b>	<b>3,688,134</b>	<b>3,503,127</b>	<b>3,318,121</b>	<b>3,133,114</b>	<b>3,098,107</b>	<b>3,063,100</b>	<b>3,028,093</b>	<b>2,993,087</b>	<b>2,958,080</b>
<b>SALDO DE CAJA</b>	<b>2,548,005</b>	<b>626,859</b>	<b>811,866</b>	<b>996,873</b>	<b>1,181,879</b>	<b>1,366,886</b>	<b>1,401,893</b>	<b>1,436,900</b>	<b>1,471,907</b>	<b>1,506,913</b>	<b>1,541,920</b>
Flujo de Caja Acumulado	-2,548,005	626,859	1,438,725	2,435,597	3,617,476	4,984,363	6,386,256	7,823,155	9,295,062	10,801,975	12,343,896
<b>VAN</b>		<b>-\$225,183.22</b>									

TIR

INDICADORES FINANCIEROS \$ pesos MN

1	Promedio Anual de Utilidades	784,390	
2	Periodo de Reembolso o recupero del capital	4.56	Cuatro Años siete meses
3	Rentabilidad del Capital	0.2194	

DISTRIBUCIÓN DE COSTOS UNITARIOS

Costo Unitario por Deshidratador Solar Eólico	\$ pesos MN / Equipo	(a) Participación (%)	(b) Participación (%)
a Costo de Producción	11,150.18	49.50	49.50
b Costo de Administración (MO. indirecta)	964.85	4.28	4.28
c Costo de comercialización	3,750.00	16.65	16.65
d Costo Total	15,865.02	70.43	70.43
e Gasto financiero	2740.43	0.00	12.16
f Utilidad Neta	3,921.95	29.57	17.41
Precio estimado Pesos Mexicanos	\$ 22,527.40	100.00	100.00

(a) % Sin gasto financiero 0.00  
 (b) % con respecto al precio estimado

VARIACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO (\$USD)

CONCEPTO	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9 %	10
Ingreso Total (\$)	4,500,000									
Costo fijo (CF)	336,220									
Costo variable (CV)	46,118									
Costo Total (CT)	0									
Utilidad Total = I T – CT	4,500,000									
Punto de Equilibrio (\$ /ingreso)	339,701									
Punto de equilibrio (Q /cantidad producida)	-307,946									
Punto de Equilibrio ( % )	7.55%	7.548920584								

Capacidad instalada (Q)

42240

precio unitario (\$) del estudio

0

Cantidad en punto de equilibrio

3,188.66

7.55%

de la  
cantidad total

- 24%

utilidad total

4,500,000

100%

ingreso total

4,500,000

100%

viene de los cuadros anteriores

0

Flujo de caja

Qe

-307946.38

Pto Eq%

7.55%

Ingreso pto Eq

339,701

FLUJO DE INGRESOS Y EGRESOS: ESCENARIO REALISTA												
DESCRIPCIÓN	AÑOS											
	(12 Meses)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INGRESOS	-	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296
1. Ventas	-	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296	3,079,296
2. Valor residual (Terreno +equipo +KT)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EGRESOS	-3,500,681	3,221,005	3,071,005	2,921,005	2,771,005	2,621,005	2,691,005	2,621,005	2,621,005	2,621,005	2,621,005	2,621,005
1. INVERSIONES	3,500,681	-	-	-	-	-	70,000	-	-	-	-	-
1.1 Intangibles	32,109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2 Inversión Fija	140,700	-	-	-	-	-	70,000	-	-	-	-	-
1.3 Terreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.4 Capital de Trabajo	3,327,872	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. COSTOS DE OPERACIÓN	-	3,221,005	3,071,005	2,921,005	2,771,005	2,621,005	2,621,005	2,621,005	2,621,005	2,621,005	2,621,005	2,621,005
2.1 Producción	-	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036	2,230,036
2.2 Administrativos	-	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969	192,969
2.3 Comercialización	-	750,000	600,000	450,000	300,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
2.4 Servicios, suministros, otros	-	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000
FLUJO NETO	-3,500,681	-141,709	8,291	158,291	308,291	458,291	388,291	458,291	458,291	458,291	458,291	458,291

<b>CONTINUACION FLUJO DE INGRESOS Y EGRESOS: ESCENARIO REALISTA</b>						
TIR	-2.05%	3,071,005	2,921,005	2,771,005	2,621,005	2,621,005
	-					
VALOR ACTUAL (14%)	2,022,765					
	3,500,681					
Precio de Venta	\$81.00					
Conservas Volumen de producción	38,016					
Cambio de precio de cuadro anterior	0					

## 9.- ANÁLISIS FODA

### FORTALEZAS

Básicamente se plantean como fortalezas del producto el material del que se fabrica, como lo es el acero inoxidable, además la propia disponibilidad en cualquier día del año, el bajo costo que lo hace accesible a la empresas ganaderas y la sensación de seguridad del cliente potencial que está enterado de que le llega el deshidratador solar eólico en un periodo relativamente corto.

### OPORTUNIDADES

La necesidad del deshidratador solar eólico, es latente entre los profesionales de los hatos ganaderos, por lo tanto la gran oportunidad se presenta adecuada para la producción masiva de los productos, que ubicándolo en el rancho se tendrá la seguridad de poder procesar las pencas de nopal troceadas para someterlas al proceso de deshidratación técnicamente adecuado.

Afortunadamente se tiene conciencia una estrategia biológica para la conservación de los suelos, que son las prácticas que utilizan a la vegetación, en este caso a las nopaleras para minimizar la erosión (Flores, 2004).

### DEBILIDADES

Definitivamente el riesgo que se corre es el disparo en los precios del acero inoxidable y por otra parte que se incurra en el pirateo del producto una vez que se popularice su uso, que se copie sin mayor trámite que mandarlo a hacer según la muestra original generada por Talleres HERSAN.

### AMENAZAS

El uso responsable del deshidratador solar eólico, obliga a disponer de una parte sustantiva del área del rancho ganadero, cultivada con plantaciones de nopal "domesticado" refiriéndome a pencas sin espinas que existen para distribución masiva en centros de desarrollo del nopal y la tuna, por otra parte, las prácticas de cosecha al "chamuscar en pié" (Fuentes & López, 2004) a las plantas, donde el

ganado llega a consumirlo al ras del suelo, generalmente provoca la muerte de la planta, ya que son prácticas destructivas y lo que queda de la planta se pudre.

## 10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De manera resumida señalo que el deshidratador solar eólico viene a resolver una situación angustiante en la zona de la franja fronteriza del noreste del país, ya que permite disponer prematuramente de nopal “seco” almacenado para alimento del ganado, de manera preventiva y ordenadamente en los ranchos organizados.

El precio de \$22,500.00 pesos mexicanos por equipo nuevo y tomando a \$15.00 pesos por dólar americano, resultan \$1,500 USD que no es un producto caro, ya que se paga por si mismo con los beneficios que representa al dueño del ganado.

De hecho se estima un programa agresivo de penetración en el mercado, de \$50,000 USD al arranque del proyecto, que ira disminuyendo en diez mil USD cada año y que se considera que su participación se estabilizará durante los últimos seis años del proyecto de diez años.

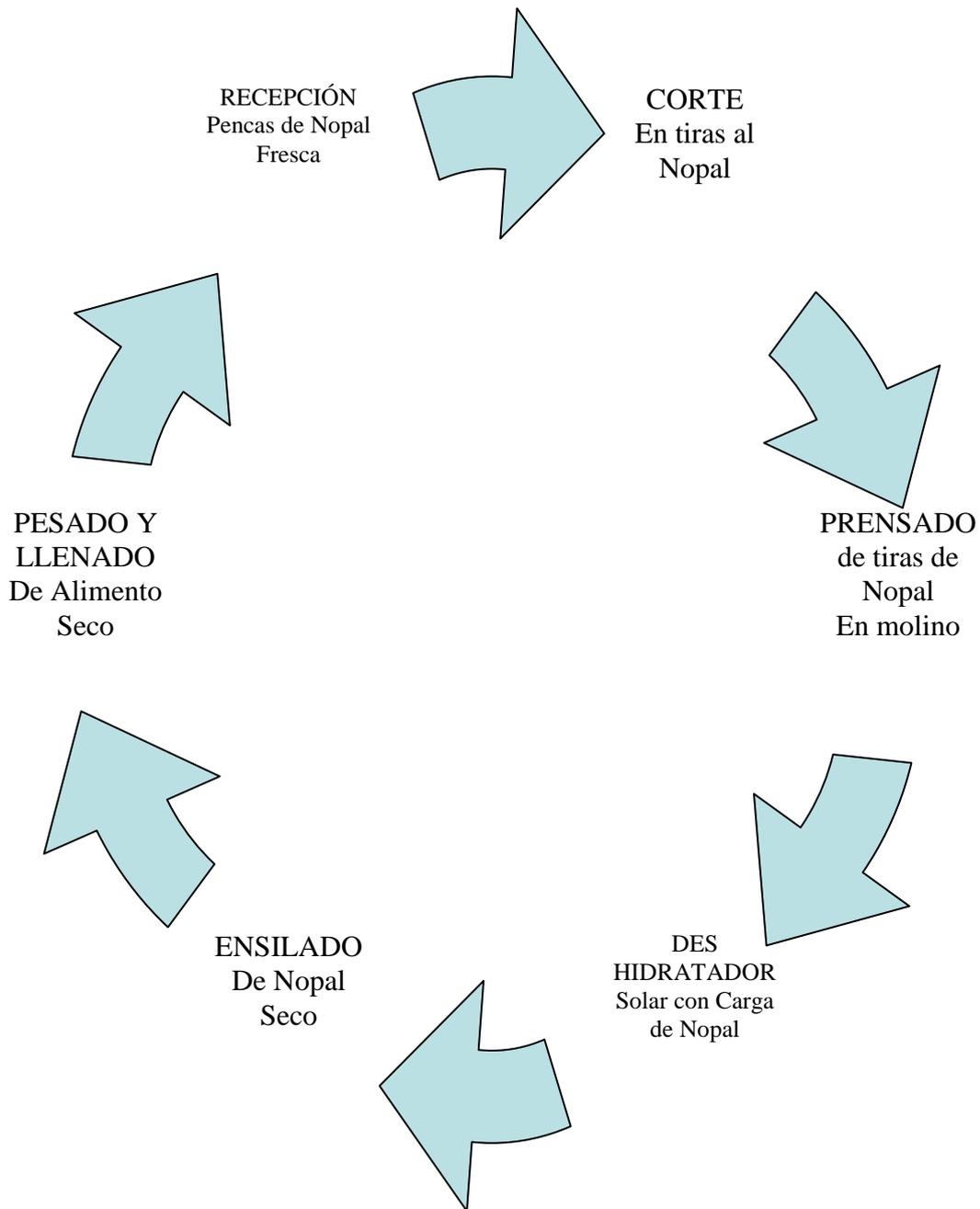
Por otra parte, es recomendable invertir el monto de los materiales y la mano de obra, para construir físicamente un prototipo a escala natural de acuerdo al proceso especificado, utilizando el acero inoxidable señalado, buscando posteriormente la economía de escala en la adquisición de altos volúmenes.

De esta manera cumplimos con un proceso fabril documentado plenamente y servirá a manera de recomendaciones y como una guía permanente para la producción en línea a lo largo del año.

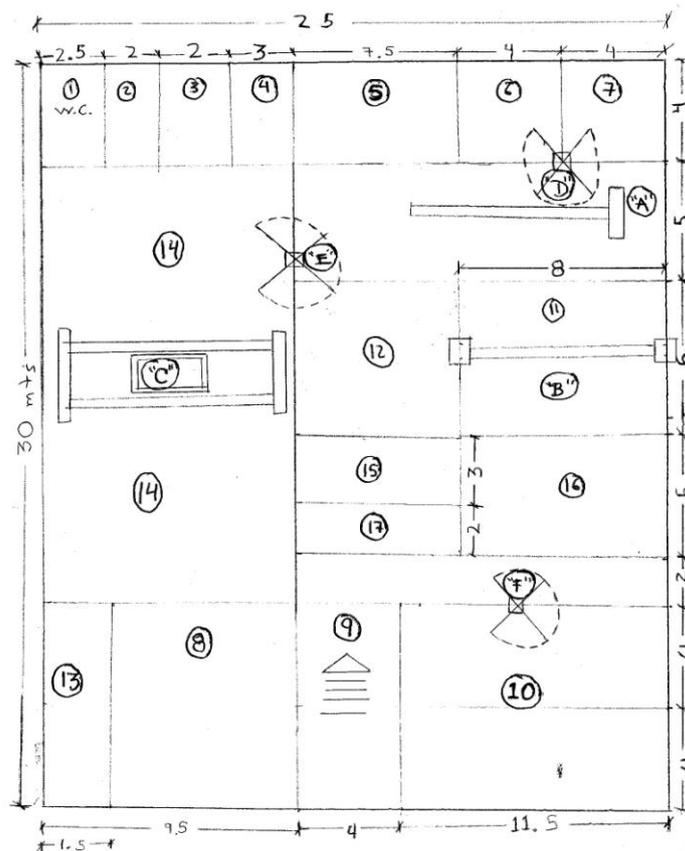
Finalmente vale la pena volver a revisar en un breve periodo este documento para efectos de subsanar algún detalle que pudiera haber pasado desapercibido, también es importante a manera de recomendación profundizar en un sondeo nuevo del mercado meta.

No está por demás recordar que se trata de un documento confidencial y que su uso en estos momentos queda restringido a circulación sujeta a criterios de discrecionalidad.

#### A.- DIAGRAMA CICLO PROCESAMIENTO DEL NOPAL



### C.- CROQUIS DE LA PLANTA



### D. – BIBLIOGRAFÍA DEL PLAN DE NEGOCIOS

- **Claudio Flores, Gilberto Aranda** Opuntia-based rumian Feding System in Mexico [Publicación periódica] // Journal of the Professional Association for Cactus Development. - 1997.
- **INEGI** Carta de climas // Carta de climas. - Aguascalientes : INEGI, 2000.
- **Jesus Fuentes Rodríguez, Juan José López González** El nopal Forrajero en el Norte de México [Sección del libro] // El nopal, Topics de actualidad. - Saltillo Coahuila : Universidad autónoma Agraria Antonio Narro, Universidad Autonoma de Chapingo, 2004.
- **Maquinaria-Jersa** Cuatitlan izcalli. - Estado de México : [s.n.], 2009.
- **ONUDI** Tecnologia para Aprovechar la energia solar [Libro]. - Viena Austria : ONUDI, 1979.
- **Paolo Inglese, G. Gugliuzza, G. Liguori** Cactus pear Fruit Production; From Knowledge to Development [Sección del libro] // El Nopal, Topics de Actualidad. - San luis Potosi : Coedición Universidad Autónoma de Chapingo & Colegio de Posgraduados S.L.P, 2004.
- **S. Lahsasni, M. kouhila, M. Mahrouz, L. Ait Mohamed & B. Agorram** Characteristic Drying curve and mathematical modeling of thin-layer, Solar drying of prickly pear cladode (Optunia Ficus Indica) [Publicación periódica] // Journal OF Fodd Process Engineering. - 2004.

- **Santiago de Jesus Mendez Gallegos, Javier Garcia Herrera, Diezmar Rossel Kipping, Benjamin Figueroa Sandoval** Recomendaciones para el establecimiento de plantaciones de nopal tunero en el altiplano potosino [Publicación periódica] // Folleto para productores. - 2004.
- **Valdez Claudio, Armando Flores** Los nopales y la lucha contra la desertificación [Sección del libro] // El nopal, Topics de Actualidad / aut. libro Coedición Universidad Autónoma de Chapingo & Colegio de Posgraduados. - San luis potosi : [s.n.], 2004.