

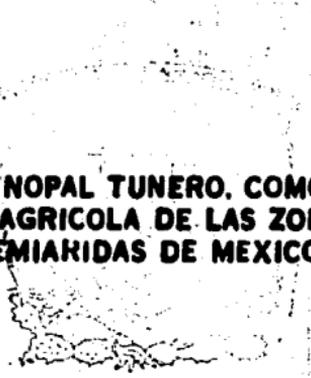
24
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

EL CULTIVO DEL NOPAL TUNERO, COMO UNA ALTERNATIVA AGRICOLA DE LAS ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS DE MEXICO.



SET. 26 1991

SECRETARIA DE
T E R C E R O S E C O L A J E S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN GEOGRAFIA

P R E S E N T A N :

Leonides Peña Larrieta
Gustavo F. Trejo Arteaga



MEXICO, D.F.

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

1991

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL.

CONTENIDO.	PAGINA.
1. INTRODUCCION	3
2. OBJETIVOS	6
3. ANTECEDENTES HISTORICOS	8
4. GENERALIDADES DEL NOPAL TUNERO.	13
4.1 Taxonomía	13
4.2 Composición química	15
4.3 Distribución geográfica en México	18
5. MEDIO FISICO DE LAS ZONAS PRODUCTORAS	23
6. ALGUNOS PROBLEMAS QUE PRESENTA EL NOPAL TUNERO COMO PRODUCTO AGRICOLA	27
6.1 Reproducción y sistemas de plantación	27
6.2 Podas y abonos.	31
6.3 Plagas.	35
6.4 Cosecha	40
6.5 Industrialización	42
6.6 Mercado	45
6.7 Rentabilidad.	47
7. VARIEDADES EXPLOTADAS DE NOPAL TUNERO EN EL MU- NICIPIO DE SAN SALVADOR, ESTADO DE HIDALGO Y SU IMPORTANCIA ACTUAL	51
8. EL PROYECTO DE LA BENEFICIADORA DE TUNA EN EL EJIDO DE LAGUNILLA, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, ESTADO DE HIDALGO	54
8.1 Importancia	54
8.2 Características	58
8.3 Inversión y financiamiento.	74

9. SUGERENCIAS Y CONCLUSIONES.	76
10. BIBLIOGRAFIA.	80

I. INTRODUCCION.

Este trabajo de investigación tiene como finalidad principal, contribuir de manera modesta a la solución de uno de los problemas que presentan las zonas áridas y semiáridas de nuestro país, sobre todo porque son terrenos que prácticamente se encuentran ociosos y de alguna forma se deben aprovechar.

El nopal tunero (*Opuntia* spp) es una planta que se adapta perfectamente a dichas zonas, que se ha cultivado deficientemente de generación a generación, como un producto de poca importancia y sin considerar su valor nutritivo.

En la actualidad existen muchos problemas en nuestro país, uno de ellos es el de la desnutrición, que perjudica gravemente a un alto porcentaje de la población, de tal manera que cultivando productos agrícolas que se adaptan bien a las condiciones edáficas, climáticas, hidrológicas y orográficas del territorio nacional se puede avanzar en este renglón. El nopal tunero es precisamente uno de los productos que se pueden cultivar con facilidad en estas áreas ecológicas.

La investigación inicia con una breve descripción histórica, acerca de la importancia que tuvo esta planta desde épocas prehispanicas.

Posteriormente se le ubica taxonómicamente, en la cual se reafirma que pertenece a la familia de las cactáceas, al género *Opuntia* y subgénero *Platyopuntia*; subgénero que se subdivide en

casi 260 especies, de las cuales algunas son para producción de verduras y otras para fruta.

Se contempla también su composición química como un aspecto fundamental, que nos permite detectar su importancia alimenticia.

Asimismo se consideró su distribución en nuestro territorio, del cual nos da una visión de las áreas que ocupan actualmente y el área potencial que podría ser utilizado.

Posteriormente, se analizaron los caracteres físicos que existan en las zonas productoras del país y que a propósito más del 60 % de la superficie mexicana se encuentra en condiciones apropiadas a este cultivo.

Por otro lado, se tomo en cuenta también la problemática que presenta la producción, desde su plantación, hasta la cosecha y la comercialización.

Otro aspecto que se trató es la identificación de las mejores variedades para producción de tuna, tomando en cuenta su buena aceptación en el mercado interno y externo, así como de reunir los requisitos de resistencia en el transporte a grandes distancias y de conservación

En el octavo capítulo se describen las características de una planta beneficiadora y las ventajas que ofrece al productor, de tal manera que sea un modelo a seguir para otras localidades

donde se cultiva dicho producto.

Para finalizar se dan algunas sugerencias para un mejor cul
tivo de esta Opuntia, así como difundir su aprovechamiento que
tanta falta hace en nuestro país.

2. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Se determinarán los antecedentes históricos del nopal tunero, sus generalidades, su medio físico y los principales problemas que presenta en su producción, así como sus posibles soluciones.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Se relatará brevemente la importancia que ha desempeñado el nopal tunero, desde la época precolombina hasta nuestros días.

Se describirán las generalidades del nopal tunero, tales como su clasificación taxonómica, composición química, entre otros.

Se relacionarán las características climáticas, edáficas, orográficas e hidrológicas de los lugares productores.

Se detectarán los principales problemas que se presentan en la producción, desde la siembra hasta la comercialización.

Se distinguirán las principales variedades del nopal tunero que se vienen explotando y se jerarquizarán de acuerdo a su importancia económica y alimentaria.

Se valorará la importancia del proyecto de la beneficiado-

ra de tuna en el Ejido de Lagunilla, municipio de San Salvador, estado de Hidalgo.

Se enunciarán sugerencias apropiadas al lugar de estudio para su mejor aprovechamiento.

3. ANTECEDENTES HISTORICOS.

La historia es un aspecto fundamental para cualquier estudio científico, pues gracias a ella se comprende mejor la dinámica que ha sufrido un fenómeno o problema, tal es el caso del nopal.

Distintos acontecimientos han permitido detectar la importancia que tuvieron las cactáceas y particularmente el nopal en la vida de los primeros habitantes mexicanos; pues los usos de estas plantas fueron diversos, sobre todo en la alimentación, en la medicina y en la industria.

Aunque existe poca información al respecto, se puede hacer mención de algunos detalles que repercutieron en el desarrollo de la población desde épocas prehispánicas hasta nuestros días.

"Antes del descubrimiento de América, las cactáceas tenían un lugar preferente en la economía, principalmente entre los Nahuas..."(3). Pero no solamente en el plano económico ya que los historiadores "...han hecho notar el gran adelanto alcanzado por ellos en las ciencias naturales y muy especialmente en la botánica, ya que eran cuidadosos e inteligentes observadores de los caracteres de las plantas, así como sus hábitos, desarrollo y propiedades útiles"(1).

"La primera obra en que se hace alusión a dichas plantas es la Historia general y natural de las Indias, publicada en 1535,

casi a raíz de la Conquista, y escrita por el capitán Hernández de Oviedo y Valdés, primer cronista del Nuevo Mundo"(1).

"Pray Bernardino de Sahagún se refiere al nopal diciendo: hay unos árboles en esta tierra que llaman Nopalli, que quiere decir tuna, o árbol que lleva tunas; es monstruoso este árbol, el tronco se compone de unas hojas y las ramas se hacen de las mismas hojas, las hojas son anchas y gruesas, tienen mucho zumo y son viscosas; tienen espinas las mismas hojas. La fruta que en estos árboles se hace se llama tuna y son de buen comer"(3).

"La iconografía indígena nos ha legado numerosas representaciones de especies de Opuntia, y entre ellas cabe señalar como una de las más interesantes el tenochtlí o tuna de piedra representado en el escudo de la Gran Tenochtitlan, el cual fue ampliamente reproducido en diferentes códices por medio de un dibujo simbólico figurativo..."(1).

Todo esto se ha podido conocer gracias a "Los códices que escaparon a la destrucción de los conquistadores, por la cerámica, por algunas pinturas murales, por las interesantes obras escritas a raíz de la Conquista, como el Códice Cruz, Badiano o Barberini (1552), y por la obra de Hernández (1649)"(1).

"La palabra "nopal" con que designamos a la planta cuyas hojas carnosas y frutas sirvieron de alimento a los primeros pobladores, consta de voces Aztecas, como "Nopalli" que significa nopal y "Nochtli" que significa tuna"(2). Estas raíces han in-

fluido mucho en "... numerosos grupos indígenas del país desde épocas precortesianas, al grado de existir ejemplos en los que la abundancia de esta cactácea ha determinado asentamientos humanos como lo muestran diferentes toponimias, entre los que destacan la Gran Tenochtitlan (Valle Central de México), Nochistlán (Oaxaca y Zacatecas), Nopala (Hidalgo) y otras"(4).

"Los Aztecas usaron el símbolo del nopal en todas sus manifestaciones artísticas, joyería, pintura, plumería, bordado, etc., y uno de los primeros regalos que Moctezuma envió a su Majestad Carlos V de España era un hermosísimo collar formado de 8 piezas de oro y 183 chalchihuites labrados nada menos que en forma de tunas..."(5).

Entre los ejemplos de mayor importancia que tuvo el género *Opuntia* durante la "...época prehispánica, uno que trajo especial atención a los descubridores y conquistadores fue el de la cochinilla del nopal como colorante..."(6). La grana-cochinilla es un insecto que suministra un tinte rojo y su cultivo "... fue la principal actividad agrícola del pueblo de México... llegando a ocupar el tercer lugar dentro de las exportaciones después del oro y la plata"(7).

Más adelante "En la Época Colonial en la obra de Francisco Hernández escrita entre 1570 y 1576 se registra el nochtli o nopal y el uso de los frutos como alimento de sabor agradable y afirma que las hojas cocidas y condimentadas con chile constituyen una vianda fría; enumera siete tipos de tunas: itacnochtli (tuna blanca), cozonochtlí (tuna amarilla), tlatonochtlí (tuna blanca tornando o bermellón), tapatnochtli (tuna roja escarla-

ta), tzaponochtli (fruto parecido al zapote), zacanochtli (tuna silvestre con frutos del tamaño de una nuez) y xoconochtli (tuna ácida)"(6).

Posteriormente con el descubrimiento del Nuevo Mundo los nopales se conocieron en Europa, de donde los "... Moros lo llevaron al norte de Africa y los portugueses lo introdujeron al Brasil y a la India..."(3). Y así a distintos lugares más de nuestro planeta hasta alcanzar la distribución actual.

Estos antecedentes hacen evidente la influencia que las cactáceas tuvieron en la vida cotidiana de nuestros ancestros. En la actualidad su importancia persiste, sobre todo del género O-puntia, en el cual se encuentra el nopal tunero, que a propósito se hablará de sus generalidades en el siguiente capítulo; tales como su clasificación taxonómica, su composición química y el señalamiento de las zonas en que se ubican.

BIBLIOGRAFIA.

1. Bravo Hollis, Helia. Las cactáceas de México. UNAM. 1978, pp. 1,6,8,9.
2. Dirección General de Distritos y Unidades de Temporal. El cultivo del nopal: una alternativa económica en suelos áridos y semiáridos. México. 1984, p. 9.
3. Escamilla Hurtado, Ma. de Lourdes. Proyecto para la industrialización de la tuna. Tesis. Facultad de Ciencias Químicas. UNAM. 1977, pp. 8,9.
4. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, et al., El nopal. Publicación especial número 34. México, D.F. 1981, p. 11.
5. Sánchez Mejorada, Hernando. Algunos usos prehispánicos de las cactáceas entre los indígenas de México. Comisión Botánica Exploradora del Estado de México. Toluca, México. 1982, pp. 33,42.
6. Segunda Reunión Nacional Sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Resúmenes. Jardín Botánico. UNAM. 1987, p. 6.
7. Tercera Reunión Nacional y Primera Reunión Internacional. El nopal. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo, Coahuila. 1988, p. 81.

4. GENERALIDADES DEL NOPAL TUNERO.

4.1 TAXONOMIA.

"La taxonomía más utilizada para la clasificación de las cactáceas es el sistema de Britton y Rose, el cual clasifica a las Opuntias en la forma siguiente"(3)

Reino	Vegetal.
Subreino	Embryophyta.
División	Angiospermas.
Clase	Dicotyledonea.
Subclase	Dialipétalas
Orden	Opuntiales.
Familia	Cactáceas.
Tribu	Opuntias.
Género	Opuntia.

Las cactáceas carecen de hojas y son sustituidas por las espinas, de acuerdo a dichas características son plantas que pertenecen a la vegetación xerófila.

"El nopal pertenece a la familia de las cactáceas, al género Opuntia y consta de varias especies. El género Opuntia está formado por dos subgéneros: Cilindropuntia, que comprende a las opuntias de forma cilíndrica, como los órganos, y el Platyopuntia que comprende a las Opuntias de forma aplanada, como los nopales"(4)

"Los nopales son plantas carnosas, arbustivas o arbóreas, de 1 a 5 m. de altura, con tallos cilíndricos y ramas verdes integradas por fragmentos aplanados, oblongos, o de otra forma, llamados pencas, raquetas, artículos, cladodios y nopalitos cuando están pequeños e inmaduros; en esta fase, se presentan hojitas cilíndricas y curvas; en las pencas hay espinas y ahuates (GLOQUIDIAS) localizadas en las áreas llamadas areolas; algunas de ellas localizadas en la parte superior forman las flores, que son grandes, hermafroditas, rotadas con un perianto de variadas piezas y colores, ... ovario ínfero con estilo simple y estigmas verdes..."(10).

"El fruto del nopal (tuna) es una baya unilocular polisperma, carnosa, de forma ovoide a esférica; sus dimensiones y coloraciones pueden variar según la especie, encontrándose frutos de 4 a 12 cm. o más de longitud, de color amarillo canario, amarillo limón, anaranjado, rojo guinda, rojo-morado, verde tierno, blanco-verdoso, etc. semillas lenticulares, con testa clara y arilo ancho, embrión curvo, cotiledones grandes y perisperma bien desarrollado"(6).

Según Hernández Valdés, de las 258 especies del subgénero *Platyopuntia* que existen, alrededor de 100 se hayan representados en México (5).

Entre las principales especies de nopal tunero está el nopal de Castilla (*Opuntia ficus indica*) y el nopal Alfajayucan (*Opuntia amyclaea*). Ambas variedades son de tuna blanca y de mucha aceptación en el mercado.

4.2 COMPOSICION QUIMICA.

Entre las características más importantes que deben conocerse de un producto agrícola es su composición química, por ser la manera de valorar su calidad nutritiva como fruta, que para el caso se refiere a la tuna.

Según datos actuales, el contenido químico promedio de la tuna es el siguiente: (7).

- Energía.	(Kcal)	38.0
- Proteínas.	(g)	0.3
- Grasas.	(g)	0.1
- Carbohidratos.	(g)	10.1
- Calcio.	(mg)	63.0
- Hierro.	(mg)	0.8
- Tiamina.	(mg)	0.01
- Riboflavina.	(mg)	0.02
- Niacina.	(mg)	0.3
- Ascórbico.	(mg)	31.0
- Retinol.	(mcg Eq)	4.0

Dicho análisis nos señala que este producto contiene vitaminas, minerales, carbohidratos y proteínas.

Las vitaminas presentes son: vitamina "C" o ácido ascórbico, vitamina "A" o retinol, niacina, riboflavina y tiamina. Estas tres últimas pertenecen al complejo "B". De antemano cada una de estas vitaminas desarrollan funciones especiales en el or

ganismo humano.

Los minerales detectados son el calcio y el hierro. Ambos son de los más importantes desde el punto de vista dietético, pues el calcio es básico para la formación y mantenimiento de los huesos y dientes, así como para tejidos blandos; mientras que el hierro es fundamental para la formación de la hemoglobina que se encuentra en los glóbulos rojos de la sangre.

Los carbohidratos de este producto se forma de varios azúcares, principalmente de glucosa y fructosa, aunque también se encuentran la maltosa y la sacarosa (3). Por lo tanto es un alimento altamente energético, pues como se menciona proporciona 38 Kcal. por cada tuna.

Vale la pena aclarar que las proteínas de la tuna se componen de los siguientes aminoácidos; "lisina, isoleucina, treonina, valina, leucina, triptófano, metionina y fenilalanina"(7). Todos estos aminoácidos son esenciales, es decir, que no se pueden sintetizar como otros, además de ser difíciles de encontrar y es precisamente donde radica doblemente su importancia proteínica.

Reforzando lo anterior, de los componentes químicos de un a alimento "... las proteínas deben considerarse ciertamente como los más importantes, puesto que son las sustancias de la vida... son el material principal de la piel, los músculos, tendones, nervios y la sangre: de enzimas, anticuerpos y muchas hormonas" (11).

Por otro lado "El papel del agua en la composición química de los organismos vivos es evidente e importante, pues forma parte de una gran cantidad de compuestos y participa en muchas de las reacciones bioquímicas del metabolismo orgánico. En cactáceas tales como el nopal, alcanza valores mayores al 90 % en tallos, pencas y frutos..."(6).

La tuna esta compuesta de cáscara, pulpa y semilla; dependiendo de las especies, la relación de sus tres componentes varía, pero en forma general el 55 % de ella es la porción comestible.

Respecto a las grasas que contienen las semillas es interesante resaltar que "La composición del aceite de la semilla de la tuna... es reportada por Cigala (1979), quien la compara con la composición de otros aceites de uso normal para la preparación de los alimentos, indicando que respecto a sus propiedades es semejante a los aceites de soya y de cártamo"(3).

La composición de los minerales de la cáscara de la tuna fue realizada por el Centro del Nopal y Tuna del Estado de México, el cual reporta que predomina el sodio, el calcio y el magnesio (3).

Es decir que tanto la pulpa, como las semillas y la cáscara, contienen elementos importantes para la alimentación humana, por lo cual se le debe considerar como una de las frutas principales en nuestro país.

4.3 DISTRIBUCION GEOGRAFICA EN MEXICO.

"la flora de México ha sido considerada como una de las más ricas y variadas del mundo; a ello ha contribuido su situación geográfica, lo accidentado de su fisiografía y sus climas variados, así como también las intensas migraciones recibidas tanto de Norteamérica como de América del Sur..."(2).

Una de las plantas con mayores áreas de distribución en nuestro continente es la familia de las cactáceas, que se les considera originarias de América y se les puede encontrar desde Canadá hasta la parte meridional de Argentina. Un dato interesante es de que la mayoría de autores coinciden en afirmar que el centro de diseminación de las cactáceas fue nuestro país.

Según Sánchez Sánchez, esta familia comprende unos 125 géneros y más de 2 000 especies; de los cuales 61 géneros están representados en México, 51 en América del Sur y 31 en el sur de los Estados Unidos de Norteamérica (9).

La expansión del nopal a otros continentes se inició desde la época de la Conquista.

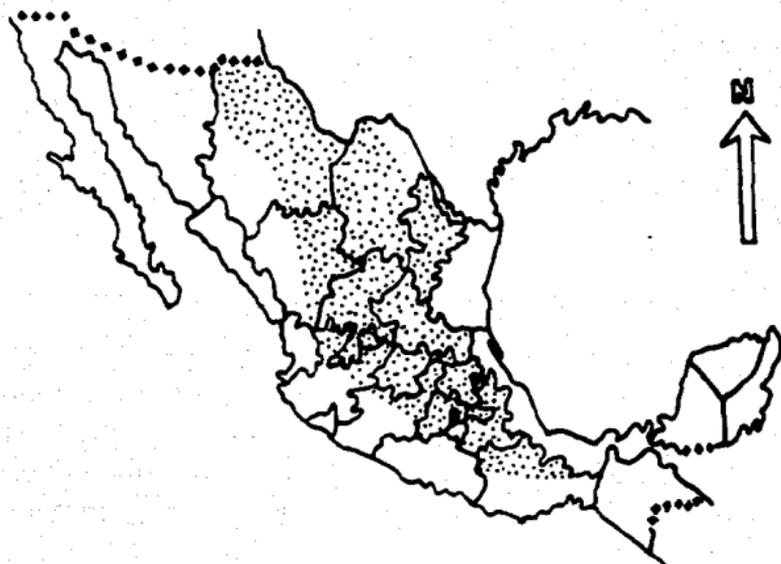
"El nopal, símbolo de nuestra mexicanidad, es una planta xerófila cuya utilización data desde mucho antes de la Conquista; siendo de gran utilidad para el mejoramiento económico del campesino; tiene poca exigencia de cultivo, amplio rango de distribución, fácil adaptabilidad y rápido crecimiento"(4).

El nopal es una planta que se reproduce de manera abundante en varias regiones de México, destacando los lugares con mínima lluvia, gracias a que posee una conformación y estructura que le permite conservar el agua y al mismo tiempo disminuye la evaporación.

"En la República Mexicana, el nopal se localiza prácticamente en la mayoría de las condiciones ecológicas, ocupando cerca de 30'000,000 de hectáreas, distribuidas principalmente en los estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo, Chihuahua, Tamaulipas, Durango y Aguascalientes"(1). Ver mapa núm. 1

Con respecto al nopal tunero: "El área geográfica productora comprende el centro del país, en San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Aguascalientes, Jalisco, Querétaro, Hidalgo y el estado de México"(2). De estas entidades sobresalen San Luis Potosí, Zacatecas e Hidalgo, según información de la Delegación de la SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) en el estado de Hidalgo.

Ya conociendo las características biológicas de esta Opuntia, las propiedades químicas que posee, así como su distribución espacial en el territorio nacional; es conveniente exponer las condiciones físicas de las áreas en que se desarrolla, para contemplar así su medio ecológico que a continuación se desarrollará.



KAPA # 1. PRINCIPALES ESTADOS DE LA REPUBLICA MEXICANA
CON NOPAL CULTIVADO Y SILVESTRE. FUENTE: CER-
TRO DEL NOPAL Y LA TUNA DEL ESTADO DE MEXICO
Y HERNANDEZ VALDES, GUILLERMO.

BIBLIOGRAFIA.

1. Alvarado Esquivel, Angela. Análisis microbiológico de la tuna. Tesis. Facultad de Ciencias Químicas. UNAM. 1978, p. 10.
2. Bravo Hollis, Helia. Las cactáceas de México. UNAM. 1978, p. 84.
3. Centro del Nopal y la Tuna del Estado de México. Perspectivas de la utilización del nopal y la tuna. Monografía. Metepec, México. 1981, pp. 11,17-19.
4. Dirección General de Distritos y Unidades de Temporal. El cultivo del nopal: una alternativa económica de suelos áridos y semiáridos. México. 1984, pp. 7,11.
5. Hernández Valdés, Guillermo. Estudio técnico-económico en la producción de tuna (*Opuntia spp*) y su exportación a los Estados Unidos. Tesis. ITESM. Monterrey, Nuevo León. 1985, pp. 3,14.
6. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, et al., El nopal. Publicación especial número 34. México, D.F. 1981, pp. 23-24.
7. Instituto Nacional de la Nutrición. Valor nutritivo de los alimentos mexicanos. Tablas de uso práctico. Publicaciones de la división de la nutrición. 1-12. 10a. edición. México. 1987 pp. 14,25.

8. Primera Reunión Nacional de Agroclimatología. Estudio climático preliminar del cultivo del nopal tunero en el municipio de Nopaltepec, estado de México. Sociedad Mexicana de Agroclimatología. 1987, p. 206.
9. Sánchez Sánchez, Oscar. La flora del Valle de México. Sexta edición. Editorial Herrero. México, D.F. 1980, p. 265.
10. Segunda Reunión Nacional Sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Resúmenes. Jardín Botánico. UNAM. 1987, p. 5.
11. Thorton Morrison, Robert y Neilson Boyd, Robert. Química orgánica. Fondo Educativo Interamericano, S.A. 1973, p. 24.

5. MEDIO FISICO DE LAS ZONAS PRODUCTORAS.

Las cactáceas son plantas que se adaptan y se desarrollan de manera óptima en zonas áridas y semáridas, aunque también prosperan en otros climas.

La experiencia de los campesinos y las investigaciones científicas han demostrado que el nopal puede prosperar en diversos tipos de suelos, en distintas altitudes y tolera un amplio rango de temperatura, así como de precipitaciones pluviales; todo esto se debe a las condiciones morfológicas y fisiológicas particulares de este género.

Sin embargo "...los mejores rendimientos se obtienen en sue los de origen ígneo o en suelos calcáreos (dependiendo de la especie) pero con textura arenosa, profundidad media y con un P H de preferencia neutro o bien ligeramente alcalino..."(3). Cabe aclarar que en algunas fuentes de información se dice que el sue lo puede ser también ligeramente ácido, lo cual implica que este parámetro sea muy amplio.

Por otro lado "Un dato interesante es que las especies del género *Opuntia* puede soportar temperaturas extremas de 10 a 50 °C mínima y máxima respectivamente"(3). Aunque haciendo hincapié que: "El desarrollo óptimo de esta planta se logra cuando las temperaturas medias anuales oscilan alrededor de 20 grados centígrados,..."(4). Esta temperatura media anual es tanto para las especies de producción de tuna como de verdura.

Otro aspecto fundamental, es que, "... su rango de precipitación es muy amplio, ya que puede desarrollarse y producir con precipitaciones que van desde los 120 mm. hasta los 1 500 mm. anuales. Sin embargo se han observado mayores rendimientos en zonas con precipitación moderada o escasa..."(2).

Con estos antecedentes concluimos que los climas favorables para el cultivo de esta Opuntia son el estepario y el desértico, con sus respectivas variables que a continuación se especifican, según Hernández Hernández.

1. Seco estepario o semiseco con lluvias en verano (BSw)
2. Seco estepario o semiseco con lluvias escasas todo el año (BSx)
3. Seco desértico, con lluvias en verano (Bww)
4. Seco desértico, con lluvias escasas todo el año (Bwx)
5. Seco desértico, con lluvias en invierno (Bws) (4).

Las diferencias entre un clima árido o seco desértico y un clima semiárido o seco estepario, son:

El clima seco desértico se caracteriza por tener precipitaciones menores a los 250 mm. anuales, distribuidas irregularmente durante el año, con gran oscilación térmica entre el día y la noche, presenta de 7 a 12 meses de sequía y su vegetación principal es de xerófitas; mientras que el clima estepario es menos seco, pues tiene de 250 a 500 mm. de precipitación al año y su período de sequía es sólo de 6 a 8 meses, su vegetación es más notoria, ya que, independientemente de las xerófitas también tiene

matorrales y pastizales.

"La extensión de las regiones áridas y semiáridas de nuestro país es muy amplia, pues ocupa más del 60 % de su área total" (1).

No cabe duda que el nopal soporta amplios parámetros de temperaturas y precipitaciones, así como rangos de altitudes y tipos de suelos, es una planta noble que en realidad necesita poco cuidado. Sin embargo, existen algunas prácticas culturales que se pueden aplicar, para mejorar su producción; dichas prácticas son las que se especifican en el capítulo próximo, junto con su proceso comercial, además de hablar de las razones que hacen rentable este producto agrícola.

BIBLIOGRAFIA.

1. Bravo Hollis, Helia. Las cactáceas de México. UNAM. 1978, p. 89.
2. Hernández Valdés, Guillermo. Estudio técnico-económico en la producción de tuna (*Opuntia spp*) y su exportación a los Estados Unidos. Tesis. ITESM. Monterrey, Nuevo León. 1985, p. 6.
3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, et al., El nopal. Publicación especial número 34. México, D.F. 1981, p. 45.
4. Primera Reunión Nacional de Agroclimatología. Estudio climático preliminar del cultivo del nopal tunero en el municipio de Nopaltepec, estado de México. Sociedad Mexicana de Agroclimatología. 1987, p. 202.

6. ALGUNOS PROBLEMAS QUE PRESENTA EL NOPAL TUNERO COMO PRODUCTO AGRICOLA.

El nopal tunero es una planta que podría desarrollarse de manera silvestre, sin ninguna intervención del hombre; pero consecuentemente con mala producción frutal, contrario sucede cuando recibe todos los cuidados de manera correcta en sus distintas fases de desarrollo, estas consideraciones deben estar apegadas a las condiciones tecnológicas actuales y a las posibilidades económicas de los productores

6.1 REPRODUCCION Y SISTEMAS DE PLANTACION.

La reproducción del nopal puede ser de dos maneras: la sexual y la asexual; la primera forma es basada en la semilla y la segunda por medio de material vegetativo.

De estos dos métodos el más recomendable es el asexual, por ser más rápida la reproducción y además, se conservan las características de la variedad deseada; lo que no ocurre con la sexual, que es una reproducción lenta y al mismo tiempo pierde sus rasgos originales por ser de polinización cruzada.

En la polinización directa o cruzada, el polen de una flor llega al estigma de otra, interviniendo para ello diversos agentes transportadores, como el viento, el agua, los insectos, los pájaros y el mismo hombre.

Con esta información, se puede concluir que la reproducción sexual ofrece menores ventajas.

Para realizar la reproducción asexual se requiere de varias prácticas, como son: una buena clasificación de cladodios, darle tratamiento a este material, preparar el terreno, aplicar técnicas de plantación acorde a las condiciones del terreno, al clima, entre otros.

La selección de los cladodios es fundamental, porque no todas las pencas tienen las mismas posibilidades de reproducción, estas deben reunir una serie de requisitos, tales como las siguientes:

"Se eligen una o varias nopaleras establecidas en el clima y el suelo más semejante posible al sitio donde se piensa formar el nuevo plantío. Se seleccionarán aquellas pencas mayores de seis meses hasta las de tres años de edad que no presenten daño alguno, que estén enteramente sanas, esencialmente libres de pudrición negra, mancha café, daños por insectos, malformaciones y otras enfermedades o afecciones"(5).

El siguiente paso es en relación a la manera de cuidar y tratar los cladodios después de seleccionarse, ya que de lo contrario se afectarían rápidamente y para ello: "Es recomendable hacer las podas para la obtención del material de propagación veinte días antes de realizar la plantación. Se deberán aplicar fungicidas en el corte a fin de que cicatrice, evitando daños por pudriciones. Durante el período de corte y plantación, las pencas deberán permanecer a la sombra para disminuir las pérdidas de humedad"(5).

"... los trozos que resulten se tratarán con pasta bordelesa y se dejan orear en la sombra durante dos semanas; transcurrido este tiempo se colocan los trozos de las pencas sobre el semillero a una distancia de 25 cm. entre ellos"(3).

Por otra parte, los factores que se deben considerar en un buen semillero, son:

"La capa más superficial del semillero debe estar compuesta de una mezcla de tierra, arena y estiércol en iguales cantidades; el tamaño del semillero puede variar de 1.20 a 1.50 m de ancho y de 10 a 100 m de largo, según la cantidad que se desea propagar. Ya colocados en trozos de pencas, se agrega poca tierra de la mezcla. Si el suelo es reseco se le dan algunos riegos y cuando los nuevos brotes alcancen 15 cm de altura se cubre completamente con tierra los pedazos para que terminen de enraizar. Siguiendo este proceso se pueden obtener plantas ya enraizadas a los siete meses de edad, las que estarán así listas para ser trasplantadas en su lugar definitivo"(3).

Posteriormente, debe llevarse a cabo la preparación del terreno, la que consiste en acondicionar la pendiente con una técnica de plantación, ejemplos:

"En terrenos planos para intemperizar la capa inferior del suelo y eliminar nemátodos y plagas del suelo es necesario realizar un barbecho de 30 cm de profundidad... en el caso de terreno con pendiente no deberá removerse el suelo para evitar la erosión de este"(4).

Hernández Valdés dice: si la pendiente es ligera se soluciona pasando una niveladora, si la pendiente es mayor al 20 % por medio de la construcción de terrazas, bordos o curvas de nivel y cuando el suelo es rocoso o de tepetate, se recomienda la formación de cajetes individuales (4).

Existen varias opiniones con respecto a las medidas que deben tener las cepas, la mayoría coincide en que si son redondas, deben ser de 80 cm. de diámetro por 60 cm. de profundidad y si son cuadradas pueden tener de 50 a 60 cm. de profundidad y 60 cm. por cada lado. Sea una u otra forma, las proporciones de estas son muy similares y lo importante es que ambas posibilidades dan buenos resultados.

La manera de realizar un cajete es dividir la profundidad entre tres partes iguales; la primera tercera parte se le debena poner una mezcla de estiércol con tierra, la segunda tercera parte únicamente tierra, mientras que la última, de nuevo estiércol con tierra.

Independientemente de las condiciones anteriores, vale la pena tomar en cuenta las siguientes sugerencias:

El Colegio de Postgraduados de la Universidad de Chapingo, en sus investigaciones con respecto a la producción de tuna, con cluye que: "Los resultados obtenidos muestran que la orientación norte-sur de los cladodios (con caras hacia el este y oeste) es ventajosa respecto a la orientación este-oeste, ya que son más eficientes en la captación de luz, produce mayor número de fru-

tos y con mayor contenido de sólidos solubles, teniendo mayor producción de materia seca y puesto a enraizar emiten mayor número de raíces"(5).

La época más recomendable para realizar la plantación es en "los meses de febrero, marzo y abril, un poco antes de que se inicie el período de lluvias... cuando por falta de humedad en el suelo no sea posible realizar la plantación en el período antes señalado, se recomienda realizarla en los meses de agosto o septiembre"(5).

"Las equidistancias más adecuadas para la plantación de esta especie es de 3 a 4 metros"(5).

"El número de pencas adecuadas para garantizar el prendimiento es de dos pencas, enterrando en forma vertical el 50 % de la peca inferior y orientando sus caras de norte a sur"(5).

6.2 PODAS Y ABONOS.

PODAS:

Una de las prácticas fundamentales en las plantaciones de nopal tunero es lo relacionado a las podas, esta se realiza por dos razones; una para obtener material vegetativo nuevo y la otra para cuidar la salud de la planta, a estas dos formas se les conoce como poda de reproducción y poda de formación respectivamente.

La de formación se realiza "... para eliminar las pencas que se encuentren muy juntas, escogiendo las que por su colocación, vigor y sanidad, vayan conformando una estructura de la planta en forma tal que, de acuerdo al manejo se facilite la cosecha..."(3). También se deben eliminar aquellas que se encuentren enfermas o deformes y no dejar crecer la planta a más de 1.80 m.

En la poda de producción se deben tomar en cuenta que"... la fructificación se presenta en un 90 % en pencas de un año de edad. Aquí la poda consiste en eliminar las pencas que tuvieron producción de tuna en la cosecha pasada, y de éstas, se dejan las que por su colocación sean de interés para obtener nuevos brotes para el siguiente año"(3).

Las dos formas de poda se pueden llevar a cabo al mismo tiempo, durante el invierno o bien después de la cosecha.

"... entre los beneficios que se logran por esta práctica se mencionan: la regularización de la producción, reducción de la alternancia, mejor captación de luminosidad, facilitar la cosecha y manejo en general de las explotaciones"(4).

La alternancia consiste en el raleo de las pencas o clados.

Cuando el material de poda es para nuevas plantaciones se le deben dar ciertos cuidados, tanto para su almacenamiento como para su transporte; pero lo principal para ambos casos es evitar

el contacto entre las pencas, para que no se ocasionen heridas y magulladuras.

Si existe la necesidad de encimarias es conveniente separar las o cubrir las con paja o hierba a manera de aislante, o en su defecto, se deben colocar en estructuras de madera divididas en varios niveles y en cada nivel hacer un solo tendido de pencas.

ABONOS:

El abono es la materia con que se fertiliza el suelo. Existen dos tipos: los orgánicos y los inorgánicos o químicos.

"Para poder crecer y desarrollarse normalmente, las plantas necesitan una serie de elementos minerales. Los que resultan imprescindibles y se requieren en mayores cantidades son el nitrógeno, el fósforo y el potasio; le siguen en orden de importancia el azufre, el calcio y el magnesio" (8).

En relación a los beneficios que aportan estos minerales son los siguientes: "El nitrógeno es absorbido en forma de nitratos y utilizado por la planta para sintetizar las proteínas y el pigmento verde llamado clorofila; por lo tanto, es el que permite el crecimiento de tallos y hojas y la absorción de la energía solar. El fósforo contenido en los fertilizantes como ácido fosfórico o fosfato contribuye al desarrollo de las raíces. El potasio favorece la producción de flores y frutas y desempeña un papel importante en el metabolismo general de la célula, por lo que resulta primordial para la salud de la planta" (8).

las cantidades de estos minerales son distintas para cada tipo de planta o cultivo y la ausencia de ellos provocan deficiencias y enfermedades fisiológicas, lo que contrarresta la producción.

En el caso particular del nopal tunero "... se hace la observación de que en el primer año no se aplica fertilizante químico, ... pero a partir del segundo año de edad se recomienda ... fertilizarlo con 400 gramos por planta de una fórmula completa o rica en potasio, aplicando dos veces por año, hasta llegar a 1 000 gramos por planta, según lo muestra el cuadro siguiente:"(3).

EDAD EN AÑOS.	FORMULA	EPOCA DE APLICACION.	CANTIDADES g/PLANTA.
2	17-17-17	May. y Sept.	400
3	17-17-17	May. y Sept.	600
4	17-17-17	May. y Sept.	800
5	17-17-17	May. y Sept.	1 000

Esta fórmula se le conoce como triple 17 y se le llama así por componerse de tres elementos minerales que son el nitrógeno, el fósforo y potasio.

De preferencia este fertilizante debe ser rico en potasio, porque es precisamente el mineral que ayuda a mejorar el desarrollo de las flores y de los frutos.

6.3 PLAGAS.

"Las enfermedades que atacan a las plantas, frutas y vegetales son causadas generalmente por dos hongos denominados "mildius" y "oidium" ya sea que los parásitos germinen en el interior de los tejidos o bien que el parasitismo se manifieste en el exterior de los tejidos de una manera superficial o penetrando escasamente..." (1).

"Las enfermedades tipo mildius son causadas por hongos Oomicetos y las de tipo oidium por Ascomicetos"(1).

Es importante conocer y distinguir cada uno de los efectos de las distintas plagas, pues de esa manera se pueden controlar eficazmente; por esa razón, se describe a continuación las características sobresalientes que presentan las plagas que atacan particularmente al nopal, haciendo hincapié en las dosis de insecticidas que se deben aplicar, para ello se toma como base un estudio realizado por la Dirección General de Unidades de Temporal, perteneciente a la CODAGEM (Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agrícola y Ganadero del Estado de México), quien la describe así:

COCHINILLA O GRANA.

Esta plaga tiene poca actividad durante el invierno, pero con altas temperaturas se inicia su reproducción, atacando pencas y frutos. El daño se caracteriza por el aspecto de pequeñas motitas de algodón localizadas en la base de las espinaz, que al

ser aplastadas muestran un color rojo púrpura en su interior. El intenso ataque puede causar la caída del fruto.

El control se hace aplicando Paratión Metílico 50, en dosis de 100 a 200 centímetros cúbicos en 100 litros de agua.

PICUDO BARRENADOR.

El picudo es negro con manchas rojas y anaranjadas y oviposita en las pencas, lugar donde se desarrollan las larvas que atacan al cultivo, formando galerías dentro de la panca. El ataque se nota por la acumulación de goma que se torna amarillenta primero y finalmente de color negro. Esta plaga provoca disminución en la producción, y, en caso extremo, la muerte de la planta.

El control se hace aplicando Paratión Metílico 50, Malatión 50 o bien Paratión Etilico 50. En los dos primeros productos las dosis van de 100 a 150 centímetros cúbicos por 100 litros de agua y el tercero, en dosis de 100 a 200 centímetros cúbicos por 100 litros de agua.

Las larvas se controlan por medio de las podas y destrucción de las pencas afectadas.

PICUDO DE LAS ESPINAS.

Los adultos de este coleóptero se parecen a la mosca casera. En la primavera aparecen de color oscuro, con manchas en el dorso en forma de cruz. Las hembras depositan sus huevecillos en

la base de las espinas, provocando un pequeño agujero, y de mayo a junio nacen las larvas, las cuales empiezan a dañar las pencas y frutos, dando lugar a escurrimientos blancos como lágrimas de parafina. Se recomienda cortar las pencas dañadas y destruirlas.

El control se hace aplicando Paratión Etílico 50 en dosis de 0.5 a 0.75 litros en 100 litros de agua.

GUSANO BLANCO DEL NOPAL.

Las larvas causan el daño desde recién nacidas, formando colonias de 20 a 30 animales, y se protegen con una malla de seda. Su ataque es severo, pues hace agujeros en las pencas formando galerías que penetran hasta la médula de las plantas destruyendo los tejidos leñosos; expulsan sus excrementos a través del agujero por donde penetraron y al caer al suelo forman los montoncillos, que por su apariencia son conocidos comúnmente como "montoncitos de arroz".

El ataque de esta plaga puede evitar que la planta tenga nuevos brotes.

Cuando se detecta la aparición de esta plaga y las larvas se encuentran aún superficialmente en la penca, el control se hace aplicando Paratión Metílico 50, Malatión 50 o Paratión Etílico 50. Si se aplica cualquiera de los dos primeros, deberá ser en dosis de 100 a 150 centímetros cúbicos por 100 litros de agua y el tercero en dosis de 100 a 200 centímetros cúbicos por 100 litros de agua.

Las larvas que ya penetraron en las pencas se deben destruir mecánicamente.

GUSANO CERRA.

El adulto es una mariposa que pone sus huevecillos en las pencas. Sus larvas se desarrollan dentro de la planta y forma un abultamiento que da el aspecto de tumor, su cuerpo es de color negro azulado con franjas blancas en cada segmento, lo que da origen a su nombre.

Esta plaga puede detectarse fácilmente y su control se efectúa mecánicamente, cortando la parte afectada de la penca.

CHINCHE CAFE.

Es un insecto de color café rojizo, de un centímetro de longitud y que forma colonias numerosas. Tiene un pico muy largo, con el que chupa la savia de la planta para alimentarse.

El daño se manifiesta con la aparición de manchas circulares de color amarillento, las que en ocasiones pueden cubrir la mayor parte de la penca, y cuando el daño es muy fuerte, la cutícula endurece y se agrieta.

El control se puede realizar aplicando Paratión Etilico 50, Paratión Metilico 50 y Malatión 50; cualquiera de los dos primeros en dosis de 100 a 150 centímetros cúbicos por 100 litros de agua y el tercero, en dosis de 100 a 200 centímetros cúbicos por

100 litros de agua.

GUSANO DE CABEZA ROJA.

Alcanza el tamaño de un centímetro de longitud. Al nopal le ataca en la unión de las pencas y puede tirarlas. Su excremento se parece al del gusano blanco, pero lo produce en menor cantidad, dado que no forma colonias y tiene la apariencia de pequeñas virutas de madera.

Su control se puede realizar aplicando Supracit 40, en dosis de 1 a 1.5 litros, en 100 litros de agua.

ARAÑA ROJA.

Este ácaro de color rojo, vive sobre las pencas en colonias numerosas. Chupa la savia de las plantas, y sus daños, cuando el ataque es leve, forma manchas con apariencia de quemaduras, pero si es intenso, la penca se pone de color leñoso o café. Cuando no se controla a tiempo esta plaga puede acabar con la plantación.

En cuanto a su control se recomienda aplicar Akar 336 en 0.5 a 1 litro, en 100 litros de agua.

GALLINA CIEGA.

Esta larva afecta el sistema radicular de la planta cuando se alimenta de sus raíces. Cuando esto sucede presenta síntomas

marcados de deshidratación, y las pencas se empiezan a arrugar; en las raíces es visible el daño mecánico causado por esta plaga, la cual se presenta en las cepas debido al abono orgánico que se usa.

Se puede prevenir aplicando en el momento de abonar con materia orgánica, uno de los siguientes productos:

Carbofurán granulado, Diazinón granulado o Difonate granulado, en dosis de 20 a 25 gramos por cepa.

El Heptaclero en polvo se puede usar, de 45 a 55 gramos por cepa (3).

6.4 COSECHA.

"La época de cosecha depende de las variedades y regiones donde se cultive, pero en general el período de producción es durante los meses de junio a noviembre" (4).

La evolución que tiene el nopal tunero en relación a su productividad, es la siguiente:

Durante los dos primeros años, se considera como una fase de crecimiento, en la que su cosecha es nula y en la que se debe aprovechar para reponer las plantas que no se desarrollaron.

En el tercer año la producción es mínima, puede ser de uno a dos kilos de tuna por planta, lo que significa que en una hectá-

rea se obtiene como promedio una tonelada y media; este resultado es sí, las equidistancias entre las plantas es de tres metros.

Ya para el cuarto año, se podrá explotar un promedio de tres kilos por mata, es decir, tres toneladas por hectárea.

Luego en el quinto año, se podrá lograr seis toneladas por hectárea, lo que indica que va aumentando paulatinamente.

Del sexto año en adelante, puede rendir diez o más toneladas por hectárea y es cuando la producción se estabiliza más o menos, todo dependiendo de los cuidados que se le hagan.

La duración de una plantación de nopal es aproximadamente de treinta años.

Se recomienda que la cosecha se efectue en función de lo que a continuación se dice: "...el corte del fruto es una fase importante. Por lo cual debe realizarse con cuidado, evitando jalar la fruta, la tuna debe cortarse al "RAS" de su inserción en la penca, ya sea con el movimiento giratorio de la mano o bien con el cuchillo..."(4). Después del corte, se le debe cepillar para quitarle las espinas, procurando no lastimarla, no golpearla, ni herirla; esto se hace rudimentariamente con manojos de hierba o con escobas (cuando no se cuenta con planta beneficiadora), por último se seleccionan para empacarlas y se destinan a su comercio, o bien, para su industrialización.

6.5 INDUSTRIALIZACION.

En la actualidad se puede obtener de la tuna varios derivados de importancia, tanto de la semilla como del jugo; estos derivados se han conocido como consecuencia de investigaciones, de análisis químicos y de métodos rudimentarios.

DE LA SEMILLA.

"Según estudios realizados acerca de la semilla de la tuna, es posible la extracción de aceites comestibles; el promedio de aceite que puede obtenerse de la semilla es del 12 % aproximadamente, el cual es un elevado porcentaje, ya que del maíz sólo se obtiene un 4 %" (5).

Se sabe que "...este aceite es apto para el consumo humano y sus características son similares a las del aceite de cártamo y soya, además de tener un aroma similar al de la grasa de cerdo" (2).

Con lo anterior se entiende que la semilla de tuna, es una magnífica fuente y posibilidad para ser explotada y así aumentar la producción de aceite en nuestro país; por lo tanto, es un recurso que no debe ser desaprovechado, por su gran abundancia en el territorio nacional.

La extracción del aceite de la semilla de la tuna fue estudiada por Cigala en 1970, quien la describe de la siguiente mane

ra:

- La semilla seca, se pesa y se muele para obtener una pasta que es enviada al silo y posteriormente al extractor.

- En el extractor se agrega un solvente con lo que se obtiene una mezcla de aceite y solvente, denominada micela y la llamada pasta residual.

- La micela se envía a un tanque de paso, de donde se bombea al destilador en el que se separan el aceite crudo y el solvente que es recuperado durante el proceso.

- El aceite crudo se manda a un tanque recolector, para su posterior envase en tambores de productos terminados.

- El solvente recuperado recircula durante el proceso. (2).

DEL JUGO.

Del jugo de la tuna se puede obtener varios productos como son: miel, melcocha o mermelada y queso, así como base para refrescos y licores.

Según CENTENEKI (Centro del Nopal y Tuna del Estado de México) la miel, la melcocha y el queso se elaboran de la forma siguiente:

1. Miel de tuna. A partir de la pulpa sin desmenuzar, se de

posita en cazos de cobre o barro y se calienta aproximadamente 40 minutos a fuego lento, durante este tiempo se agita lentamente con una paleta de madera, posteriormente se decanta a otro recipiente para eliminar así la semilla contenida en el cazo, después se vierte de nuevo y se continúa la evaporación hasta obtener la miel a 32° - 35° baumé.

Los grados baumé, se refieren a las escalas hidrométricas usadas para determinar la densidad relativa de los líquidos, comparados con líquidos estables.

2. Melcocha. Se obtiene exprimiendo la pulpa de la tuna en completa madurez, separando la semilla, la cual se introduce en cazo de cobre y se evapora a fuego constante con agitación, el punto final se determina cuando al mover la pala se observa el fondo del recipiente, dejándose enfriar a temperatura ambiente y se envasa.

3. Queso de tuna. Para su elaboración se utiliza la melcocha mencionada anteriormente, la que se amasa golpeándola con fuerza sobre una piedra grande, lisa y húmedecida con agua hasta el momento en que la pasta ya no se adhiere a la piedra...(2)

A nivel de laboratorio se pudo constatar por parte de la Subdirección de Investigaciones de CONAFRUT (Comisión Nacional de Fruticultura) que: "La tuna es un fruto cuyo jugo puede emplearse como base para refrescos, por tener un sabor poco intenso y un color amarillo translúcido que puede ser enmascarado por los demás componentes del refresco..."(9). Para ello se utilizo

la tuna blanca de Alfajayucan, procedente de San Martín de las Pirámides, estado de México.

Según Sánchez Mejorada "El jugo fresco de la tuna, tamisado y fermentado fue fuente de un vino usado por algunas de las tribus que poblaron el altiplano, principalmente por los Chichimecas..."(7). Su obtención fue con métodos rudimentarios a base de temperatura.

Actualmente con tecnología, el área de fitotecnia de la Universidad Autónoma de Chapingo, experimento en Bermejillo, Durango, la obtención de vino y aguardiente de tuna, con las siguientes ventajas: "En cuanto a la calidad del vino, se califica como una bebida de sabor y buqué característico de la tuna, además de tener un alejamiento rápido, recomendándose tomarlo a baja temperatura. El aguardiente resultó de una calidad aún superior que el vino de sabor afrutado y buqué propio de la tuna, estimándose grandes posibilidades como producto de exportación"(9).

6.6 MERCADO.

Una de las últimas fases que tiene un producto agrícola es su comercialización, fase que esta sujeta a todo un sistema ya implantado, como es: la ley de la oferta y la demanda, el problema del intermediarismo y la estacionalidad de la producción; mientras tanto se dice que:

"En la actualidad, es mayor la demanda que la oferta de tuna a nivel nacional y lo seguirá siendo por muchos años, dado el

crecimiento demográfico"(6). Ya que "De acuerdo a las investigaciones realizadas en algunos centros de acopio, la demanda de tuna es superior a la oferta; por lo tanto, los productores deben organizar la distribución de su producción destinada a los diferentes mercados del país, en donde este producto tiene gran aceptación"(5). Sin embargo, surgen algunos problemas que influyen, como son:

"Los márgenes de comercialización son fluctuantes, ... ya que están en relación con la estacionalidad de la producción y del intermediarismo, fenómeno y mecanismo que son aprovechados para ir elevando el precio del producto, llegando al consumidor con un margen bastante alto de diferencia en el mismo, deduciéndose de ello que la mayor parte de las utilidades se obtienen no en la producción sino en la comercialización de este producto"(4).

Hernández Valdés dice que dentro de las deficiencias de comercialización de la tuna, sobresalen algunos aspectos como son: la falta de lugares de acopio, donde los productores puedan canalizar su producción; la ausencia de una organización entre pequeños productores, que garantice las vías adecuadas de comercialización y la falta de sistemas apropiados de transportes (4).

"Actualmente la mayor parte de la producción de tuna del país se deja para consumo nacional, y una pequeña parte se exporta"(4). La distribución de consumo por estados, según la CONAFRUT (Comisión Nacional de Fruticultura) son: Coahuila, Nuevo León, Chihuahua, Sinaloa, Tamaulipas, Jalisco, Zacatecas y Dis-

trito federal, si es por ciudades "... sobresalen México, Guadalajara y Monterrey" (6).

A pesar de que las perspectivas de comercialización en el exterior son buenas, son pocos los productores que han realizado exportaciones, pues la mayoría de ellos no han tenido el suficiente cuidado para obtener la calidad requerida.

6.7 RENTABILIDAD.

La tuna es una fruta que se produce de manera redituable hoy en día, a pesar de los cuidados deficientes que se le hacen y del intermediarismo que se presta en su proceso comercial.

Es un cultivo que aún no se ha expandido como podría ser, dado que existe gran cantidad de terreno susceptible a ello, además no requiere de prácticas tecnológicas difíciles de aplicar, pues por lo contrario, son accesibles a los agricultores.

También es importante aclarar que es un producto que no abastece ni siquiera la demanda del mercado nacional, es decir, que existe un gran mercado potencial tanto interno como externo.

Si se difundieran las cualidades nutritivas reales de la tuna, sería un producto muy codiciado y de mayor consumo que el actual, por lo que basta decir que: "De manera complementaria se hizo una comparación de los valores nutritivos de la tuna con respecto a otras frutas de alto consumo per cápita, como son: manzana, durazno, papaya y plátano. El análisis del cuadro demoes-

tró que la tuna supera en proteínas, vitaminas y elementos minerales... a las frutas citadas"(5).

Esta información reafirma que es un cultivo rentable, no sólo en el aspecto económico, sino que también por su gran aportación de nutrientes.

Por otro lado ayuda a frenar la erosión que se presenta gravemente en los suelos con climas áridos y semiáridos.

Por todo lo anterior es claro entender, que desde cualquier punto de vista vale la pena considerar la importancia que tiene esta cactácea y que existen las condiciones apropiadas para aumentar e intensificar su aprovechamiento, como una alternativa agrícola necesaria.

Se puede concluir que para alcanzar rendimientos óptimos en la producción de tuna, se deben aplicar técnicas apropiadas durante las distintas fases del cultivo (podas, preparación del terreno, plantación, etc.) dependiendo sobre todo de las condiciones físicas del lugar. Por otro lado, para que los agricultores perciban ingresos justos en la venta de la tuna, es necesario que ellos comercialicen directamente con los centros de abasto.

Después de considerar estos aspectos, como siguiente tema se exponen las variedades explotadas en el área de estudio.



BIBLIOGRAFIA.

1. Alvarado Esquivel, Angela. Análisis microbilógico de la tuna. Tesis. Facultad de Ciencias Químicas. UNAM. 1978, p. 23.
2. Centro del Nopal y la Tuna del Estado de México. Perspectivas de la utilización del nopal y la tuna. Monografía. Metepec, México. 1981, pp. 35,34.
3. Dirección General de Distritos y Unidades de Temporal. El cultivo del nopal: una alternativa económica en suelos áridos y semiáridos. México. 1984, pp. 13, 29-39.
4. Hernández Valdés, Guillermo. Estudio técnico-económico en la producción de tuna (*Opuntia spp*) y su exportación a los Estados Unidos. Tesis. Monterrey, Nuevo León. 1985, pp. 2,15, 23-26.
5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, et al., El nopal. Publicación especial número 34. México, D.F. 1981, pp. 16-17, 47-49, 74-75, 206.
6. Primera Reunión Nacional de Agroclimatología. Estudio climático preliminar del cultivo del nopal tunero en el municipio de Nopaltepec, estado de México. Sociedad Mexicana de Agroclimatología. 1987, p. 206.
7. Sánchez Mejorada, Hernando. Algunos usos prehispánicos de las cactáceas entre los indígenas de México. Comisión Botánica Exploradora del Estado de México. Toluca, México. 1982, p. 13.

8. **Selecciones del Reader's Digest. El jardín dentro de la casa. México, D.F. 1983, p. 424.**

9. **Tercera Reunión Nacional y Primera Reunión Internacional. El nopal. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo, Coahuila. 1988, pp. 97-98.**

7. VARIETADES EXPLOTADAS DE NOPAL TUNERO EN EL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, ESTADO DE HIDALGO Y SU IMPORTANCIA ACTUAL.

El género *Opuntia* es uno de los más grandes y de más amplia distribución entre los cactus.

Los nopales son plantas abundantes en México, tanto de especies silvestres como de especies cultivadas.

De las especies cultivadas en el municipio de San Salvador, estado de Hidalgo, sobresalen las de tuna blanca. Estas especies son la *Opuntia ficus indica* (nopal de Castilla) y la *Opuntia emiclaea* (Alfajayucan). Esta última presenta dos variedades, una redonda y otra alargada.

Las principales características de estas dos especies son las siguientes:

"El nopal de Castilla es de alta producción de tuna, frutos de buen tamaño, con la desventaja de que a los tres o cuatro días de cortada pierde consistencia; tiene sabor muy especial; por el contenido de substancias coloidales, madura más tarde que la Alfajayucan, pues lo hace de octubre a noviembre, lo que le da ventaja para entrar al mercado cuando adquiere buen precio" (1).

Y la de Alfajayucan, "... en sus dos tipos (redonda y alargada) es de mucha aceptación en el mercado, sabor agradable, cáscara delgada, soporta transportes largos, dura de cinco a ocho

días sin descomponerse, tiene poca semilla, alcanza precios buenos en el mercado y se cosecha de julio a septiembre"(1).

Comparando ambas especies, la *Opuntia emyclaea* ofrece más ventajas.

En el municipio de estudio, se cultivan básicamente dos especies de tuna blanca que ya se mencionaron. La importancia económica de estas especies, así como las condiciones físicas existentes en este lugar, brindaron las posibilidades para la construcción de una planta beneficiadora, que se detallará en el siguiente capítulo.

BIBLIOGRAFIA.

1. Dirección General de Distritos y Unidades de Temporal. El cultivo del nopal: una alternativa económica en suelos áridos y semiáridos. México. 1984, pp. 15, 17.

8. EL PROYECTO DE LA BENEFICIADORA DE TUNA EN EL EJIDO DE LAGUNILLA, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, ESTADO DE HIDALGO, COMO UNA ALTERNATIVA Y MODELO DE DESARROLLO.

8.1 IMPORTANCIA.

Una posibilidad de explotar mejor un recurso natural, es hacerlo de manera planeada, considerando todos aquellos factores que intervienen o que pueden influir. Consecuentemente con ello, se tiene un sistema de producción, que podría servir de base o modelo para el buen funcionamiento de otros centros productores.

Con respecto a la explotación de la tuna es conveniente regularla a través de plantas beneficiadoras, pues la experiencia de ellas han mostrado mejoras productivas, no sólo en cantidad sino que también en calidad de la fruta. Todo esto se debe a los cuidados tecnificados que se aplican.

Se escogió como modelo de estudio el Ejido de Lagunilla, localizado en el municipio de San Salvador, estado de Hidalgo, por que reúne las condiciones apropiadas para el desarrollo y explotación óptima del nopal tunero; al grado que el mismo gobierno estatal, aceptó y elaboró un proyecto para establecer precisamente una planta beneficiadora en dicho lugar.

Vale la pena aclarar que es una de las comunidades menos favorecidas del estado de Hidalgo, habitado por población Otomí, grupo étnico que se ha mantenido rezagado a los avances científicos, con grandes carencias y quienes sufren directamente la

problemática. Por ser el nopal tunero uno de los principales medios de sustento de esta población.

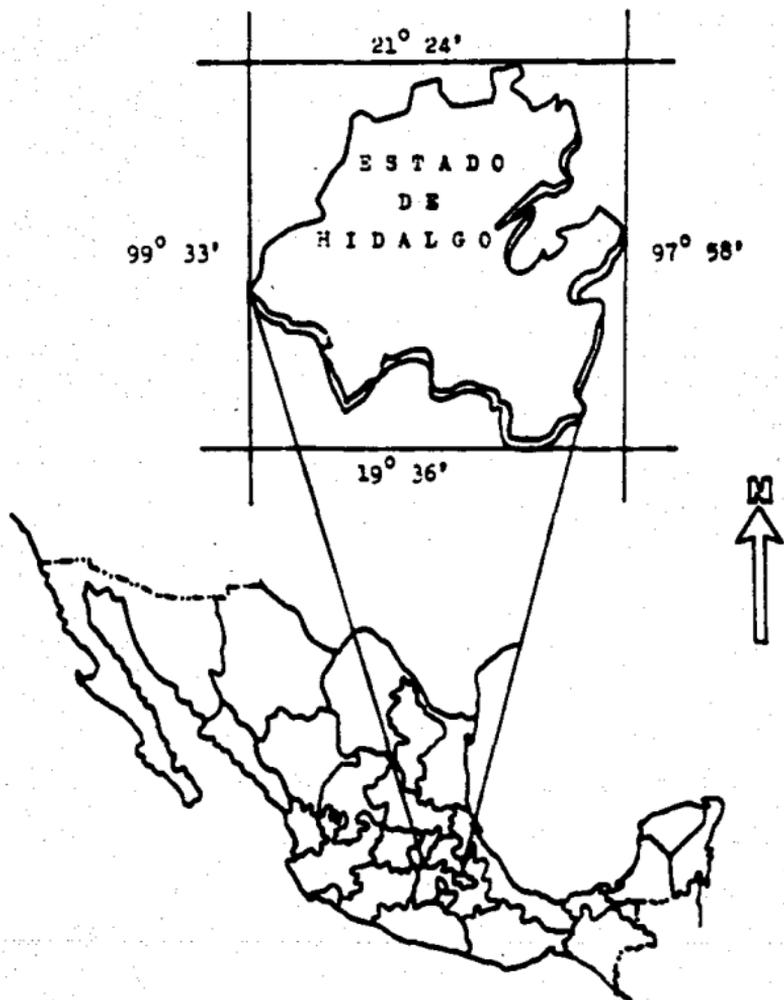
En el contexto nacional, el estado de Hidalgo ocupa el tercer lugar después de Zacatecas y San Luis Potosí. Por lo anterior resalta la importancia de esta cactácea dentro de la agricultura estatal y los ingresos económicos que puede representar al ser beneficiada, pues en la actualidad los rendimientos de producción son bajos, de una a cinco toneladas por hectárea, siendo que se podría obtener cuando menos diez toneladas.

Los municipios que destacan por su producción de tuna son: San Agustín Tlaxiaca, Tulancingo, El Arrenal, Ajacuba, Huichapan, Tecozautla, Actopan, San Salvador, Santiago de Anaya y Zimapán.

Por lo tanto, San Salvador es uno de los municipios que sobresalen en esta producción y es donde se localiza precisamente la comunidad de Lagunilla. Ver mapas # 2 y 3.

Los problemas fundamentales detectados en el cultivo del nopal tunero a nivel municipal son: descuido de las plantaciones y consecuentemente bajos rendimientos de producción, mermas en el fruto por su mal manejo, dispersión de las plantaciones y el intermediarismo en el mercado, por consiguiente precios bajos al productor.

Por todo lo anterior, el objetivo de esta planta es beneficiar la producción del ejido y zonas aledañas al área de influen



MAPA # 2. LOCALIZACION DEL ESTADO DE HIDALGO EN LA REPUBLICA MEXICANA.



MAPA # 3. LOCALIZACION DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR EN EL ESTADO DE HIDALGO.

cia del proyecto, obteniendo un producto seleccionado y clasificado para el mercado, realizandose un manejo postcosecha que sustituya las actividades manuales que maltratan la tuna.

Por otra parte, evitara el intermediarismo existente, tambien generara mayores ganancias para el productor, reforzando asf su capacidad de negociaci3n en la comercializaci3n.

8.2 CARACTERISTICAS.

A continuaci3n se hace un resumen de las caracteristicas de dicha planta beneficiadora, contemplando asimismo la evoluci3n que ha tenido. Esta informaci3n fue facilitada por la Unidad de Servicios de Apoyo y Estimulos a la producci3n de la delegaci3n de la SARH (Secretarfa de Agricultura y Recursos Hidr3ulicos) en el estado de Hidalgo y los representantes ejidales.

Despu3s de diversas reuniones entre ejidatarios y autoridades de la Secretarfa de Agricultura y Recursos Hidr3ulicos, se lleg3 a la conclusi3n siguiente: que la mejor alternativa serfa que los ejidatarios dieran un tratamiento al producto (desespina do, clasificado y empacado), adem3s de que ellos mismos pudieran comercializarlo directamente. Asf fue como se dio forma al proyecto de la planta beneficiadora.

De tal forma que en el mes de septiembre de 1987 comenz3 la construcci3n de la obra civil, en un terreno donado por los ejidatarios. Una vez que se tuvo avance en la obra civil, se adquiri3 la maquinaria y equipo necesario.

El ejido cuenta con 200 hectáreas de nopal tunero en producción, además se inició ya la rehabilitación de otras 70 hectáreas. Lo que indica que el potencial que se tiene por el momento es de 600 a 800 toneladas por ciclo.

El proceso productivo de la planta es:

- Corte de la huerta.
- Transporte a la planta.
- Recepción de la tuna en la planta.
- Estibado en tarimas
- Pesado de materia prima.
- Alimentación a línea (Con elevador resagador)
- Desespinado.
- Lavado.
- Secado.
- Encerado.
- Selección automática.
- Clasificado (manualmente en mesas rotativas).
- Empacado (manualmente).
- Almacenado.

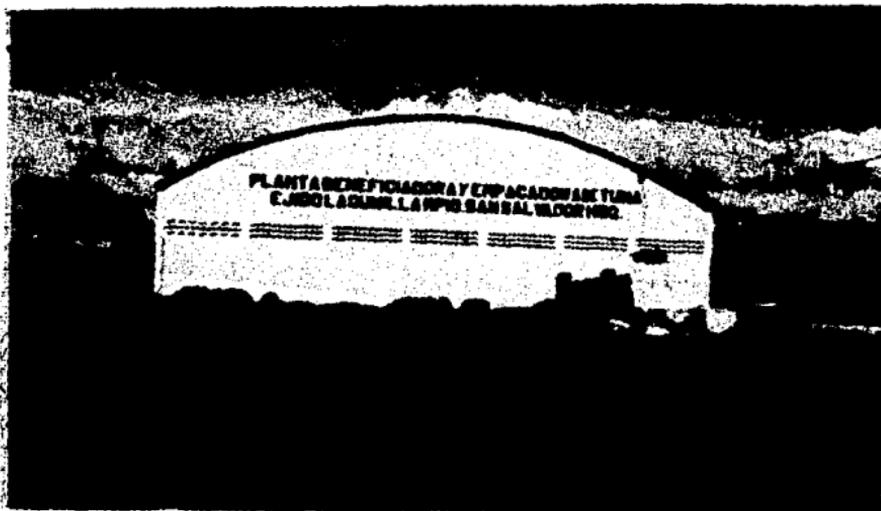
Actualmente la planta tiene una capacidad de producción de 32 toneladas por turno de 8 horas, lo que genera 26 empleos directos, distribuyéndose de la manera siguiente:

- Dos estibadores.
- Un alimentador.
- Dos auxiliares de alimentador.

- Cuatro seleccionadores en mesa rotativa grande.
- Cuatro seleccionadores en mesa rotativa chica.
- Seis empacadores en mesa rotativa grande.
- Cuatro empacadores en mesa rotativa chica.
- Un supervisor y
- Dos encargados de mantenimiento.

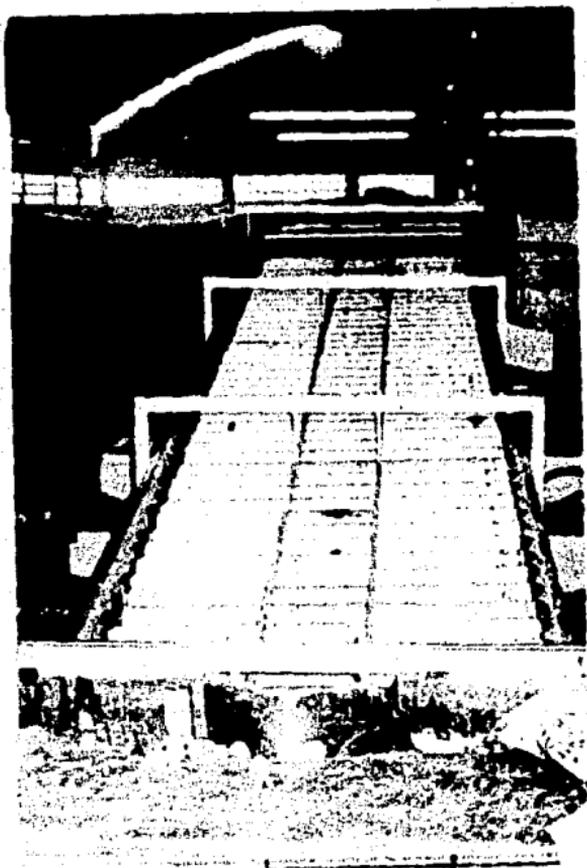
También da empleo en forma indirecta a 60 personas más, quienes efectúan el trabajo de corte y acarreo.

A continuación se muestra físicamente la edificación de la planta beneficiadora, donde se procesa la tuna, para luego después describir la función de cada una de las partes de la maquinaria y equipo con que se cuenta. Fotografía # 1.



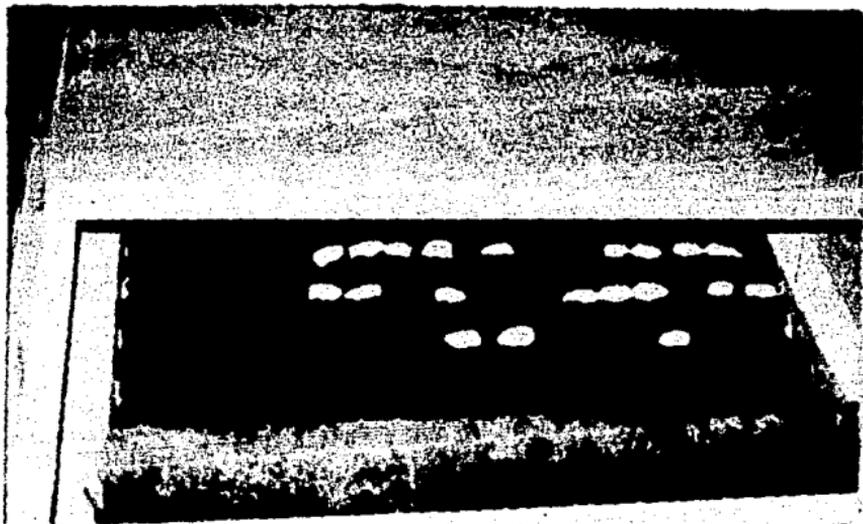
FOTOGRAFIA # 1. PLANTA BENEFICIADORA DE TUNA

- Elevador y rezagador con tolva de descarga. Es precisamente donde inicia el tratamiento de la tuna, en la cual se vacía la fruta que será transportada y elevada por medio de rodillos, para llevarla a la desahuatadora. También es el momento de desechar las tunas no aptas al proceso. Fotografía # 2



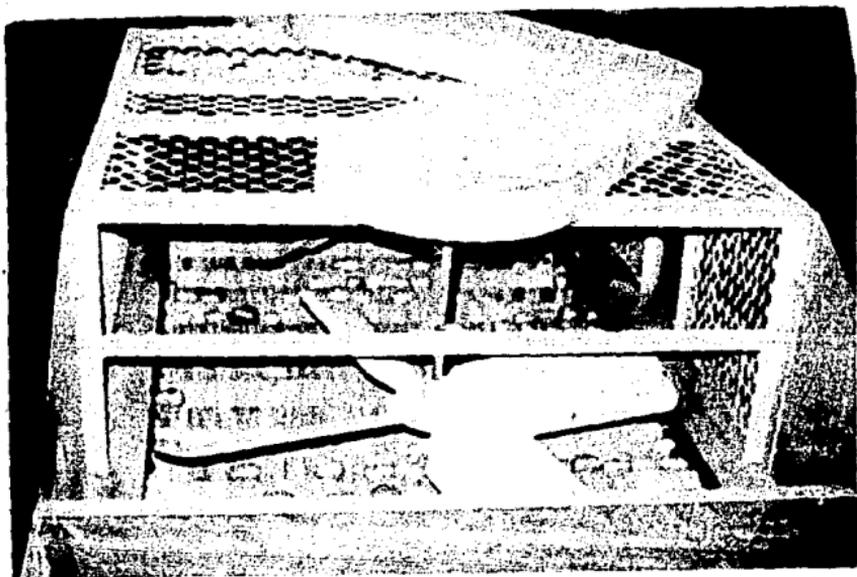
FOTOGRAFIA # 2. ELEVADOR Y REZAGADOR CON TOLVA DE DESCARGA.

- Desahuatadora o cepilladora. Se forma de un sistema de rodillos cubiertos con cerdas sintéticas, que al girar van cepillando o limpiando las tunas, quitándoles así las espinas, dichas espinas se van depositando en la parte inferior, de donde se deriva un aditamento que sirve para succionar los ahuates y basura en general. Fotografía # 3.



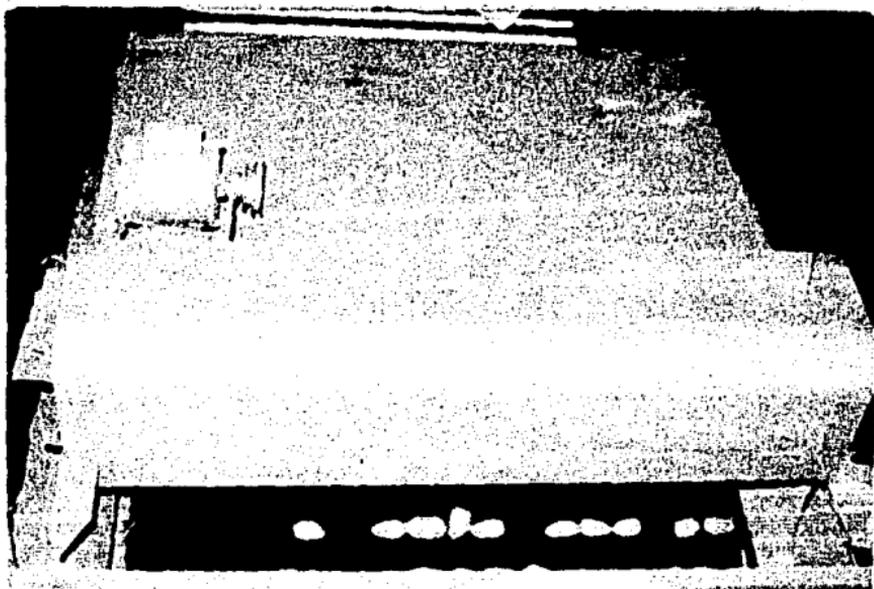
FOTOGRAFIA # 3. DESAHUATADORA O CEPILLADORA.

- Lavadora y secadora. La lavadora esta integrada de una serie de aspersores de agua que rocían a manera de regadera a la tuna, con la finalidad de quitarle a lo máximo posible las espinas y la tierra pegada al fruto. La secadora tiene como función secar la tuna por medio de rodillos cubiertos de esponjas y evitar así el aceleramiento de pudriciones. Fotografía # 4.



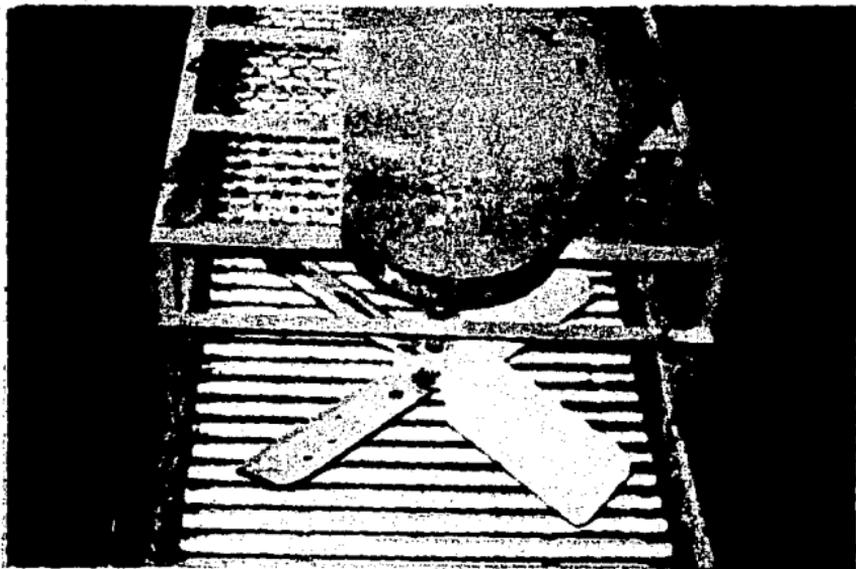
FOTOGRAFIA # 4. LAVADORA Y SECADORA.

- Enceradora. Actualmente es una práctica suprimida temporalmente mientras no se exporte, ya que el mercado nacional no lo exige, sin embargo, cuando se utilice será para cubrir a la fruta con una capa protectora de cera de candelilla, garantizando así su conservación. Fotografía # 5.



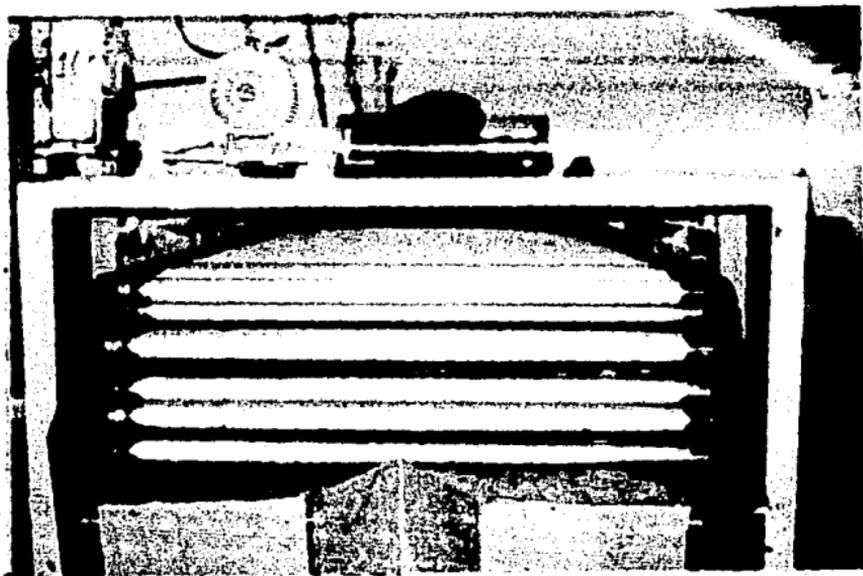
FOTOGRAFIA # 5. ENCERADORA.

- Transportador de rodillos con ventiladores. Esta fase consiste en hacer pasar las tunas frente a los ventiladores, para asegurar así el secado de la cera, o bien, para eliminar algunos residuos de agua que hayan quedado. Fotografía # 6.



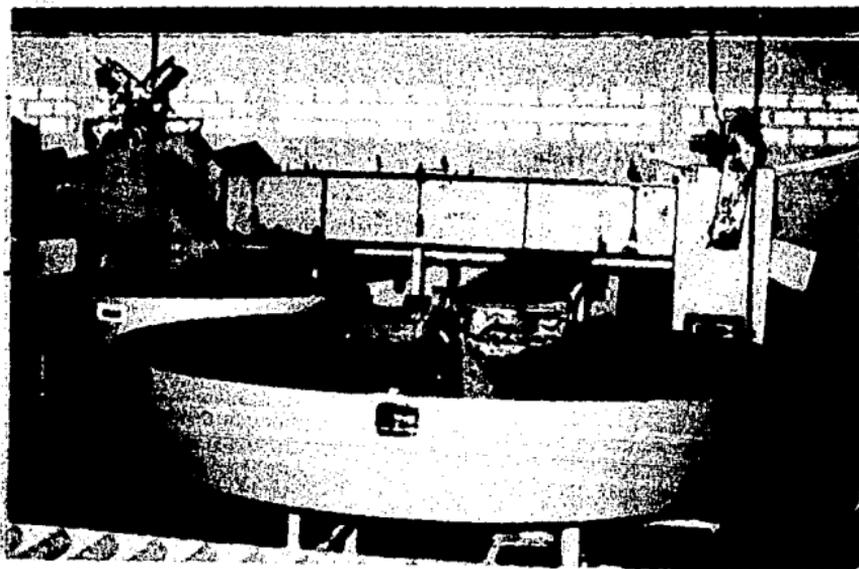
FOTOGRAFIA # 6. TRANSPORTADOR DE RODILLOS CON VENTILADORES.

- Seleccionadora automática. Es compleja esta parte del proceso, pero se puede decir que es un equipo formado por dos niveles paralelos de rodillos rotativos (un nivel superior y otro inferior). Toda la tuna llega al nivel superior y como la distancia de separación entre uno y otro rodillo esta calculada para que quede únicamente la tuna de primera, las demás caen en el nivel inferior (segunda y tercera calidad). Fotografia # 7.



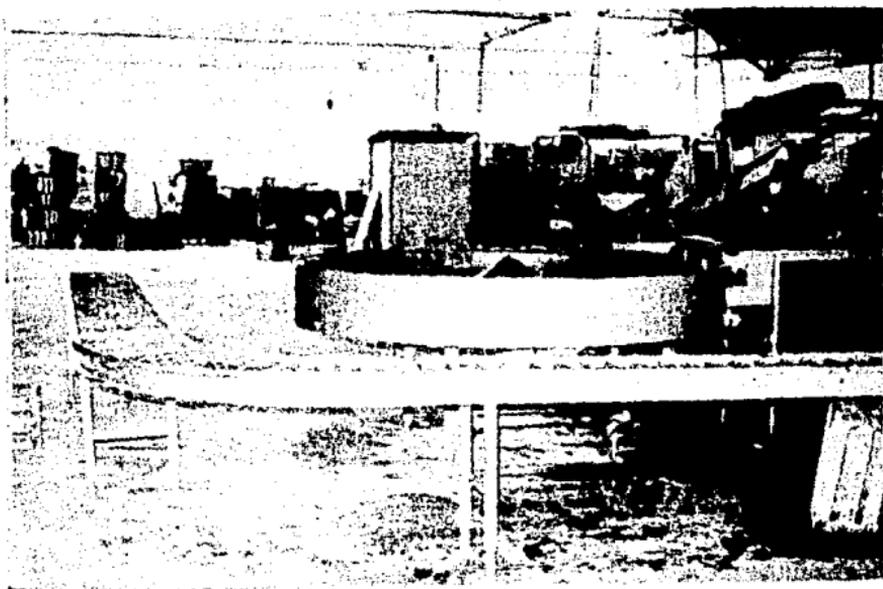
FOTOGRAFIA # 7. SELECCIONADORA AUTOMATICA

- Pandas transportadoras y mesas rotativas. De la seleccionadora automática se desprenden dos bandas transportadoras; una de ellas se deriva del nivel superior de rodillos rotativos, por lo tanto transporta únicamente las tunas de primera, mientras que la otra sale del nivel inferior y transporta las de segunda y tercera calidad. Ambas depositan las tunas en las mesas rotativas. Existe una mesa rotativa chica y una grande; en la chica se deposita la tuna de primera y en la grande la tuna de segunda y tercera, de estas mesas se toman las tunas para ser empacadas en rejas por calidades. Fotografía # 8.



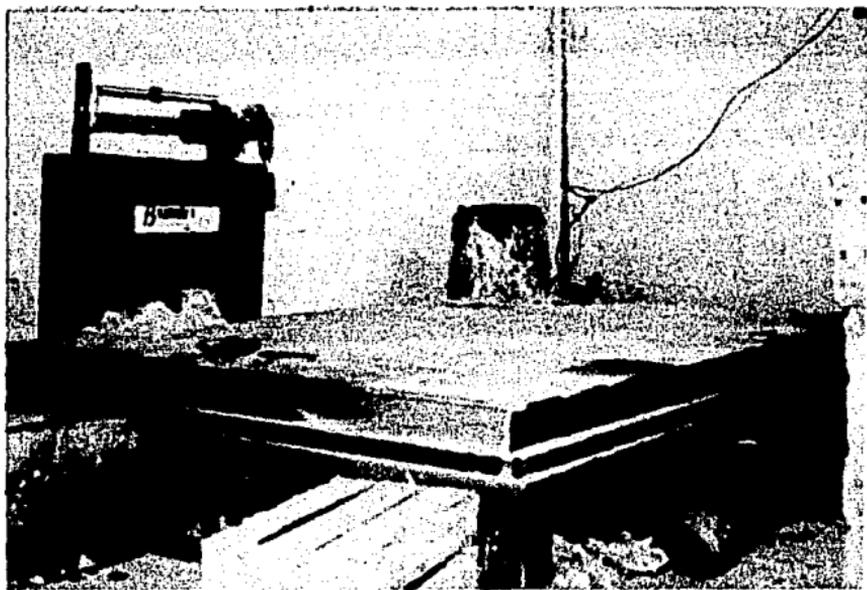
FOTOGRAFIA # 8. BANDAS TRANSPORTADORAS Y MESAS ROTATIVAS.

- Transportador por rodillos con curva. Para evitar el aglomeramiento de las rejas empacadas alrededor de las mesas rotativas, se van poniendo en el transportador, quien las traslada a cierta distancia, donde el patín hidráulico esta listo para llevarlas a la bodega. Fotografia # 9.



FOTOGRAFIA # 9. TRANSPORTADOR POR RODILLOS CON CURVA.

- Otros accesorios importantes con que cuenta la planta beneficiadora son la báscula y el patín hidráulico, ambos son indispensables para dar agilidad al funcionamiento de las actividades que se realizan. Fotografías # 10 y 11.



FOTOGRAFIA # 10. BASCULA.



FOTOGRAFIA # 11. PATIN HIDRAULICO.

Para resumir las operaciones anteriores, resulta muy claro hacerlo mediante un diagrama de flujo, en la que cada uno de los pasos se representa con símbolos propuestos por la Organización Internacional del Trabajo. Figura # 1.

Este es un diagrama de flujo sinóptico denominado "OTIDA", vocablo que se forma con las iniciales de las palabras: operación, transporte, inspección, demora y almacenaje.

La simbología utilizada para representar a estos son:

DIAGRAMA DE SECUENCIA DE OPERACIONES.

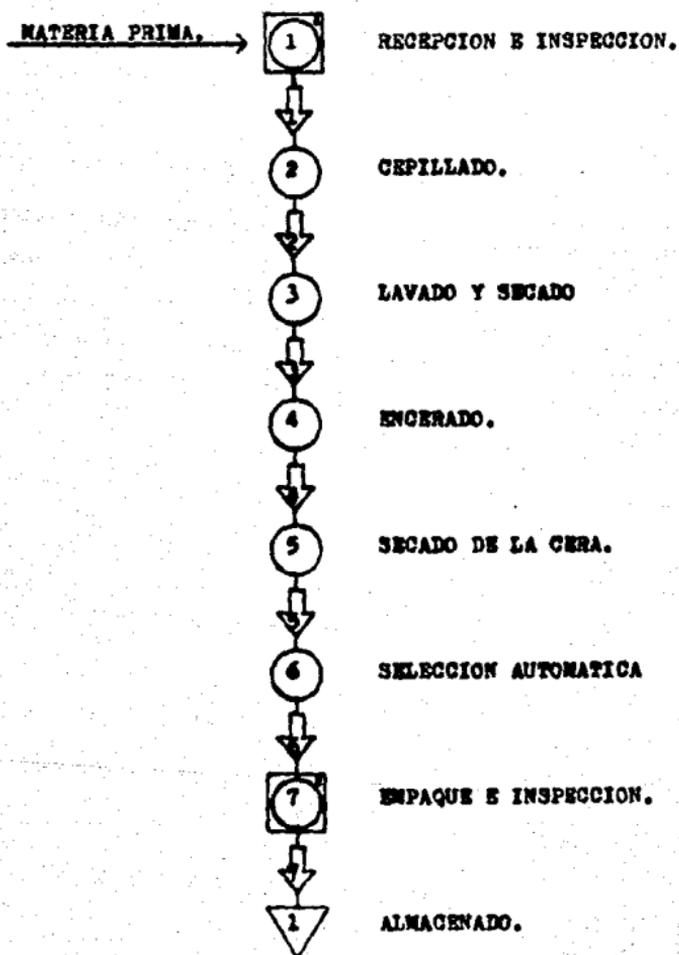
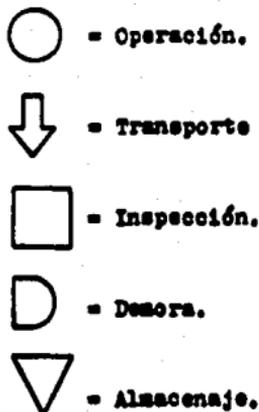


FIGURA # 1



Por otro lado, es importante aclarar que las tres calidades de la tuna se empaquen en rejillas de madera del mismo tamaño 50 x 40 x 35 cm., y las características que distinguen a cada calidad son:

a. La tuna de primera tiene un diámetro mayor a 7 cm. y se empaque en forma de "pescado", es decir acostada. Su peso es de 28 a 30 kg. por reja y caben entre 230 y 240 tunas.

b. La tuna de segunda tiene un diámetro de 5 a 7 cm., su empaque es "parada", su peso es de 30 a 32 kg. y caben entre 300 y 320 tunas.

c. La tuna de tercera tiene un diámetro menor a 5 cm., su empaque es a "granel", su peso es de 32 a 36 kg. y caben de 320 a 330 tunas. Fotografía # 12.



FOTOGRAFIA # 12. LAS TRES CALIDADES DE TUNA

A partir del 27 de julio de 1989, se efectuaron las primeras pruebas de arranque con muy buenos resultados, por lo que se pudo capacitar al personal; asimismo, se hicieron los ajustes a la maquinaria y equipo. Consecuentemente se corrigieron las fallas.

La producción obtenida de estas pruebas, se comercializó en la Central de Abastos del Distrito Federal, donde tuvo una aceptación superior a la tuna procedente de los estados de Puebla y México, por su mejor presentación, clasificación y empaque. De la misma manera fue el resultado de la cosecha de 1990, mientras

que la producción actual fue deficiente y de mala calidad, por problemas meteorológicos (lluvias tardías principalmente) por lo que los ejidatarios decidieron no procesarla y venderla mejor en huerta.

En la actualidad existen en los estados de Zacatecas, San Luis Potosí y Aguascalientes, otras plantas beneficiadoras de tuna, que también han dado muestra de su importancia, como lugares de mejora a esta fruta.

8.3 INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO.

INVERSIÓN.

La construcción de la planta beneficiadora del "Ejido lagunilla" tuvo un costo aproximado de \$ 200'000,000.00, de los cuales un poco más del 57 % corresponden a la inversión fija y la cantidad restante a la inversión diferida.

La inversión fija es la cantidad gastada en bienes físicos, es decir, en la obra civil, el terreno, la maquinaria y el equipo; mientras que la diferida es lo relacionado a los activos intangibles, tales como son: transporte, servicios, instalación y montaje de la maquinaria, gastos de organización y de representación.

FINANCIAMIENTO.

Las dos instituciones gubernamentales que participaron en

el financiamiento de esta obra fueron la SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) y el PIVM y MH (Patrimonio Indígena del Valle del Mezquital y la Huasteca Hidalguense), ambas aportaciones son consideradas de fondo perdido.

Se entiende por fondo perdido aquel financiamiento que tiene carácter no recuperable, es decir, que las instituciones otorgan esa cantidad a manera de contribución.

Para que los ejidatarios pudieran darle mantenimiento a la plantación y contar con capital de trabajo, fue necesario solicitar dos créditos con el Banco Rural; uno refaccionario y otro de avío (largo y corto plazo respectivamente), los dos créditos suman en la actualidad \$ 215'000,000.00 ya con intereses.

9. SUGERENCIAS Y CONCLUSIONES.

SUGERENCIAS.

Después de conocer el panorama general de la producción de nopal tunero, es conveniente hacer algunas sugerencias de tipo práctico, que puedan contribuir en un momento dado a mejorar este cultivo; dichas recomendaciones son principalmente las siguientes:

1. Dar difusión acerca de las características nutritivas que nos proporciona la tuna, para que la población se entere de la importancia que tiene como alimento, pues es además una fruta abundante y barata. Por lo tanto vale la pena que aumente su consumo per-cápita.

2. Promover lo máximo posible su industrialización, ya que de ella se pueden obtener muchos derivados, entre los que sobresalen el aceite comestible, jugo, vino, mermelada, entre otros.

3. Evitar el intermediarismo en su proceso comercial.

4. Fomentar la exportación por los mismos productores, sobre todo a Estados Unidos, donde habitan muchos mexicanos.

5. Tratar en lo posible de dar asesoramiento técnico a los agricultores, para que en sus plantaciones se apliquen las labores culturales en forma correcta, tales como los que a continuación se mencionan:

- a. ¿ Cómo realizar las podas, época y tratamiento de las pencas ?
- b. ¿ Qué plagas afectan al nopal y cómo se deben combatir ?
- c. ¿ Qué abonos son los más recomendables y cómo aplicarlos ?
- d. ¿ Qué equidistancias se debe dar entre planta y planta ?
- e. ¿ Cómo preparar el terreno ?

Proporcionando estos conocimientos, la producción será cada vez mejor y por lo tanto los productores serán los directamente beneficiados.

6. Aprovechar los desperdicios de la poda, sobre todo para alimento del ganado bovino.

7. Plantar cortinas de nopal para frenar la erosión eólica en los lugares con climas secos.

8. Es decir, que entre otros tantos cultivos, el del nopal tunero es uno de los que se deben impulsar más, dada las condiciones físicas favorables existentes en el territorio nacional, por ser un producto agrícola rentable y por brindar fruta de gran valor nutritivo.

CONCLUSIONES.

Indudablemente que es muy importante investigar aspectos acerca de los recursos naturales con que cuenta nuestro país, pues es la manera de valorar lo que tenemos y mediante ello bus-

car la mejor forma de explotarlos.

En este caso se pudo descubrir todo lo que nos proporciona el nopal tunero, producto agrícola que no se le ha dado el lugar que le corresponde, por tener escasa difusión de las cualidades que presenta.

Es por eso que se hicieron algunas sugerencias encaminadas a mejorar este cultivo y sobre todo tratar de que aumente su consumo.

Nos pudimos dar cuenta de que la forma óptima de explotar la tuna, es por medio de las plantas beneficiadoras, donde se le da el tratamiento apropiado, para luego así mejorar su presentación al consumidor.

En México se siguen aplicando técnicas tradicionales en el cuidado de esta planta; sin embargo, ya se tienen adelantos que podrían ser utilizados, dado que son accesibles a los campesinos.

La ignorancia y la falta de capital, sin menospreciar el intermediarismo, son factores que han favorecido el abandono de las plantaciones.

Algo que se debe aclarar, es de que existen otros cultivos como el maguey y la lechuguilla, que también prosperan en las mismas zonas que el nopal, siendo una alternativa más que se puede aprovechar.

Y para finalizar se hace patente que la geografía, es una ciencia que desempeña un papel sobresaliente en este tipo de investigaciones, porque integra todos los aspectos que intervienen, dando coherencia al desarrollo del tema.

10. BIBLIOGRAFIA.

1. Atarca Amaro, Ma. Eugenia. Estudio de la tuna para su industrialización. Tesis. Escuela de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Puebla. 1971.
2. Aguilar Becerril, Guillermo. Efecto de varios reguladores de crecimiento en nopal tunero (*Opuntia amyelae*). Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo. 1980.
3. Alvarado Esquivel, Angela. Análisis microbiológico de la tuna. Tesis. Facultad de Ciencias Químicas. UNAM. 1978.
4. Alvarado y Sosa, Lorenzo. Fisiología y bioquímica del desarrollo del fruto del nopal tunero (*Opuntia amyelae*). Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo. 1978.
5. Barrientos Pérez, Pacundo. El mejoramiento del nopal (*Opuntia spp*) en México. Departamento de Fruticultura. Universidad Autónoma de Chapingo.
6. Barrientos Pérez, Pacundo. Variedades del nopal (*Opuntia spp*) y su utilización en México. Departamento de Fruticultura. Universidad Autónoma de Chapingo.
7. Barrientos Pérez, Pacundo. El nopal (*Opuntia spp*); su mejoramiento y utilización en México. Servicios Agrícolas Integrados en el Estado de México. Metepec, México. 1981.
8. Barrientos Pérez, Pacundo y Brauer Herrera, Oscar. Multiplicación vegetativa del nopal a partir de fracciones mínimas de una planta. Colegio de Posgraduados. Universidad Autónoma de Chapingo. 1964.

9. Bautista Castañón, Raúl. Los agrosistemas nopaleros del Valle de México. Tesis. Chapingo, México. 1982.
10. Becerra Rodríguez, Salvador. Eficiencia fotosintética del nopal (*Opuntia spp*) en relación con la orientación de sus cladodios. Tesis. Colegio de Posgraduados. ENA. Chapingo, México. 1975.
11. Bravo Hollins, Helia. Las cactáceas de México. UNAM. 1978.
12. Brom Rojas, Fernando. El nopal. Comisión Nacional de Fruticultura. Secretaría de Agricultura y Ganadería.
13. Centro del Nopal y la Tuna del Estado de México. Perspectivas de la utilización del nopal y la tuna. Monografía. Metepec, México. 1981.
14. Cigala Sánchez, Saúl. Industrialización integral de la tuna cardona. Tesis profesional. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. IPN. 1979.
15. CODAGEM. Cultivo, explotación y aprovechamiento del nopal. Folleto informativo número 158. 1979.
16. Colín Cano, Bonifacio. Industrialización del nopal y sus productos. Tecnología Lanfi. 1976.
17. Cruz Hernández, Pablo. Guía para cultivar nopal tunero en el estado de Puebla. INIA. Campo Agrícola Experimental Tecamachalco, Puebla. 1982.
18. Departamento de Extensión Agrícola. Cultivo y aprovechamiento del nopal. Chapingo. 1969.

19. Dirección General de Distritos y Unidades de Temporal. El cultivo del nopal: una alternativa económica en suelos áridos y semiáridos. México. 1984.
20. Escamilla Hurtado, Ma. de Lourdes. Proyecto para la industrialización de la tuna. Tesis. Facultad de Ciencias Químicas. UNAM. 1977.
21. Estrella Rojo, J. Efecto de recubrimiento de cera en tuna blanca. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. México, D.F. 1987.
22. Guzmán Romero, Graciela. Causas y control de los daños que exhibe la tuna blanca (*Opuntia spp*) en el almacenamiento. Tesis Maestría. Escuela Nacional de Fruticultura. México, D.F. 1982.
23. Hernández Rivera, Luis. Distribución del sistema radical del nopal (*Opuntia amyclaea*). Tesis. ITESM. Monterrey, Nuevo León. 1985.
24. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, et al., El nopal. Publicación especial número 34. México, D.F. 1981.
25. Instituto Nacional de la Nutrición. Valor nutritivo de los alimentos mexicanos. Tablas de uso práctico. Publicaciones de la división de la nutrición. L-12, 10a. edición. México. 1987.
26. Pelayo Zaldívar, Clara. Preservación de tuna y melón con emulsiones de cera de candelilla. Tesis. Facultad de Ciencias Químicas. UNAM. 1975.

27. Primera Reunión Nacional de Agroclimatología. Estudio climático preliminar del cultivo del nopal tunero en el municipio de Nopaltepec, estado de México. Sociedad Mexicana de Agroclimatología. 1987.
28. Promotora del Maguey y del Nopal. Aprovechamiento del nopal y de la tuna en la preparación de diversos alimentos.
29. Reunión Nacional Sobre Ecología. Manejo y domesticación de plantas útiles del desierto. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Memorias. Gómez Palacios, Durango. 1983.
30. Rojo Burgos, Rafael. Estudio para el enlatado del jugo de tuna y sus subproductos. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. México, D.F. 1971.
31. Sánchez Mejorada, Hernando. Algunos usos prehispánicos de las cactáceas entre los indígenas de México. Comisión Botánica Exploradora del Estado de México. Toluca, México. 1983.
32. Sánchez Sánchez, Oscar. La flora del Valle de México. 6ta. edición. Editorial Herrero. México, D.F. 1980.
33. Segunda Reunión Nacional Sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Resúmenes. Jardín Botánico. UNAM. 1987.
34. Selecciones del Reader's Digest. El jardín dentro de la casa. México, D.F. 1983.
35. Soto Jacobo, Maximino. Estudio experimental para la obtención de ácidos grasos a partir de aceite de semilla de tuna. Tesis. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. IPN. México, D.F. 1979.

36. Tercera Reunión Nacional y Primera Reunión Internacional. El nopal. Programa y resúmenes. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila. 1988.
37. Thorton Morrison, Robert y Neilson Boyd, Robert. Química orgánica. Fondo Educativo Interamericano, S.A. 1973.



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE QUERÉTARO