

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## Facultad de Agricultura



### "EL NOPAL UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCION PARA LAS "TIERRAS FLACAS" DEL ESTADO DE JALISCO"

T E S I S

Que para obtener el título de

INGENIERO AGRONOMO

p r e s e n t a

CARLOS ARTURO RODRIGUEZ Riestra

Guadalajara, Jal.

1985

A MIS PADRES:

DR. JOSE RODRIGUEZ LEMUS.  
SRA. LETICIA RIESTRA DE RODRIGUEZ.

CON TODO MI AMOR.

A JUAN LOPEZ:

POR EL APOYO, ESTIMACION Y SEGURIDAD QUE  
SIEMPRE ME HA BRINDADO CON SU VALIOSA ---  
AMISTAD.

AL ING. ALICIA GALLARDO TORRES:

AGRADEZCO PROFUNDAMENTE, EL CARIÑO Y ENTE  
REZA QUE SIEMPRE ME HA DEMOSTRADO.

AL MAESTRO ING. RAFAEL ORTIZ MONASTERIO; DESEO BRINDAR  
LE UN HOMENAJE DE RESPETO, ADMIRACION Y -  
GRATITUD AL FUNDADOR DE NUESTRA ESCUELA -  
Y HABERME DADO EL TITULO A ESTA TESIS PRO  
FESIONAL ASI COMO SUS SABIOS CONSEJOS PA  
RA EL DESARROLLO DE LA MISMA.

A MI DIRECTOR DE TESTS:

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA.

A MIS ASESORES:

ING. ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

ING. RUBEN ORNELAS REYNOSO.

POR SU VALIOSA COLABORACION PARA LA REALI  
ZACION DEL PRESENTE TRABAJO.

A MIS MAESTROS.

A MI FACULTAD.

A TODOS HAGO PRESENTE UNA VEZ MAS MI PRO  
FUNDO Y CORDIAL AGRADECIMIENTO.



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

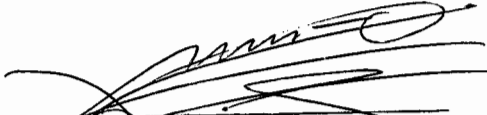
Enero 16, 1985.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.  
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_  
CARLOS ARTURO RODRIGUEZ RIESTRA titulada,  
"EL NOPAL UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCION PARA LAS "TIERRAS  
FLACAS" DEL ESTADO DE JALISCO."

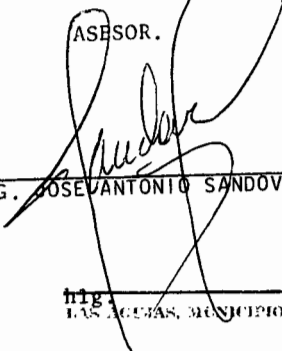
Damos nuestra aprobación para la impresión de la  
misma.

DIRECTOR.

  
\_\_\_\_\_  
ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA.

ASESOR.

ASESOR.

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

  
\_\_\_\_\_  
ING. RUBEN ORNELAS REYNOSO.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

# I N D I C E

	PAG.
I.- INTRODUCCION - - - - -	1
II.- OBJETIVOS - - - - -	4
III.- ANTECEDENTES - - - - -	5
3.1.- Localización Geográfica- - - - -	5
3.2.- Fisiografía - - - - -	5
3.3.- Topografía - - - - -	5
3.4.- Geología- - - - -	6
3.5.- Clima - - - - -	6
3.6.- Vegetación- - - - -	7
IV.- REVISION DE LITERATURA- - - - -	10
4.1.- Dispersión Geográfica - - - - -	10
4.2.- Características Generales de las Cactáceas- - - - -	16
4.3.- Taxonomía del Genero Opuntia- - - - -	19
4.4.- Morfología Externa y Anatomía del Nopal - - - - -	19
4.4.1.- Raíz - - - - -	20
4.4.2.- Tallo - - - - -	20
4.4.3.- Flor - - - - -	21
4.4.4.- Fruto- - - - -	21
4.4.5.- Semilla- - - - -	22
V.- ECOLOGIA DEL NOPAL - - - - -	23
5.1.- Fisiografía - - - - -	23
5.2.- Clima - - - - -	23
5.3.- Competencia - - - - -	24
5.4.- Predación y Parasitismo - - - - -	24
5.5.- Polinización - - - - -	24
5.6.- Dispersión - - - - -	25

VI.-	ALGUNAS ESPECIES DE NOPAL COMUNES EN MEXICO---	26
6.1.-	Nopal Cardón - - - - -	26
6.2.-	Nopal Camueso- - - - -	26
6.3.-	Nopal Crinado- - - - -	26
6.4.-	Nopal Duraznillo - - - - -	27
6.5.-	Nopal Manso - - - - -	27
6.6.-	Nopal de San Gabriel- - - - -	27
6.7.-	Nopal Rastrero - - - - -	28
6.8.-	Nopal de Castilla - - - - -	28
VII.-	ASPECTOS TECNICOS DEL CULTIVO DEL NOPAL - - - -	29
7.1.-	Suelo - - - - -	29
7.2.-	Acondicionamiento del Terreno - - - - -	29
7.3.-	Preparación del terreno - - - - -	30
7.4.-	Selección de la Variedad- - - - -	30
7.5.-	Métodos de Propagación - - - - -	31
7.5.1.-	Multiplicación Asexual - - - - -	31
7.5.2.-	Multiplicación Sexual - - - - -	35
7.6.-	Control de Malezas - - - - -	38
7.7.-	Plagas - - - - -	41
7.8.-	Enfermedades - - - - -	45
7.9.-	Podas - - - - -	46
7.9.1.-	Podas de Formación - - - - -	46
7.9.2.-	Poda de Producción - - - - -	46
7.9.3.-	Manejo del Material de Poda - - - - -	47
VIII.-	CULTIVO Y APROVECHAMIENTO DEL NOPAL COMO	
	"FORRAJE" - - - - -	48
8.1.-	Las principales especies de Opuntia utilizadas como forraje - - - - -	48

	PAG.
8.2.- Aspectos Técnicos para la Explotación Forra jera - - - - -	48
8.3.- Aspectos Nutricionales - - - - -	49
8.4.- Niveles de Consumo del Nopal por el Ganado -	52
8.5.- Métodos para Suministrar el Nopal al Ganado-	53
8.6.- Picado de las Pencas y Mezclado con el Forra je de Emergencia (Rastrojo, Melaza, Gallina- za- - - - -	53
IX.- CULTIVO Y APROVECHAMIENTO DEL NOPAL PARA VER DURA "NOPALITO" - - - - -	57
9.1.- Variedades utilizadas con el proposito de -- verdura - - - - -	57
9.2.- Aspectos Técnicos para la Explotación de ver dura - - - - -	57
9.3.- Labores Culturales - - - - -	60
9.4.- Cosecha y Rendimiento - - - - -	60
X.- CULTIVO Y APROVECHAMIENTO DEL NOPAL PARA --- FRUTA " TUNA " - - - - -	64
10.1.- Variedades - - - - -	64
10.2.- Densidad - - - - -	64
10.3.- Epoca de Plantación - - - - -	64
10.4.- Fertilización - - - - -	65
10.5.- Podas - - - - -	66
10.6.- Labores Culturales - - - - -	66
10.7.- Cosecha y Selección de empaques - - - - -	66

	PAG.
XI.- CULTIVO DE LA GRANA O COCHINILLA (DACTYLOPIUS COCUS COSTA) DEL NOPAL - - - - -	73
11.1.- Aspectos Históricos de la Grana - - - - -	73
11.2.- Morfología de la Cochinilla - - - - -	74
11.3.- Ciclo Biológico - - - - -	75
11.4.- Plantas Hospederas - - - - -	76
11.5.- Cultivo de la Grana - - - - -	76
11.6.- Cosecha - - - - -	76
XII.- INDUSTRIALIZACION - - - - -	78
XIII.- DIAGNOSTICO ACTUAL DE LA ZONA TIPO - - - - -	80
XIV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES - - - - -	85
BIBLIOGRAFIA - - - - -	87

## INDICE DE CUADROS.

	PAG.
- PLAGAS DEL NOPAL, CARACTERISTICAS DEL ATAQUE Y SU CONTROL QUIMICO - - - - -	44
- UTILIZACION DEL NOPAL COMO RECURSO FORRAJERO EN DIVERSAS PARTES DEL MUNDO - - - - -	55-56
- COSTOS DE CULTIVO Y CALENDARIZACION DE TRABAJO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE 1 HA. PARA PRODUCCION DE VERDURA: SUPERFICIE 1 HA. DENSIDAD 40,000 PLANTAS/HA. - - - - -	62-63
- COSTOS DE CULTIVO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE 1 HA. PARA PRODUCCION DE TUNA: DENSIDAD 1,300-PLANTAS/HA. (PRIMER AÑO) - - - - -	67-68
- COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL CULTIVO DEL NOPAL-TUNERO. POR HECTAREA (SEGUNDO AÑO) - - - - -	69
- COSTOS DE PRODUCCION DEL CULTIVO DEL NOPAL TUNERO AL TERCER AÑO DE SU ESTABLECIMIENTO - - -	70
- COSTOS DE NOPAL TUNERO AL CUARTO AÑO - - - - -	71
- VALOR DE LA PRODUCCION DE NOPAL TUNERO POR HA. A PARTIR DEL TERCER AÑO - - - - -	72



## I.- INTRODUCCION

Los nopales han intervenido en la vida de numerosos grupos indigenas del país desde épocas precortesianas, al grado de existir ejemplos en los que la abundancia de esta cactácea ha de terminado asentamientos humanos como lo demuestran diferentes toponimias entre los que destacan la gran Tenochtitlan (Valle Central de México), Nochistlan (Oaxaca y Zacatecas), Nopala (Hidalgo) y otras.

Paradójicamente son estas plantas de las menos estudiadas en México ya que se desconocen aún aspectos taxonomicos, morfológicos, fisiológicos, patológicos, fitogenéticos y fitogeográficos por no hablar de aprovechamiento agroindustrial.

Planta con múltiples cualidades de adaptación ofrece varios propósitos de explotación como son forraje para ganado cuando escasean las gramíneas, la tuna es la fruta más fresca de la temporada, con ella se preparan dulces, colorantes, bebidas alcohólicas, etc. y sus semillas sirven de alimento a las gallinas y a los cerdos; sus pencas tiernas sirven como verdura, recientemente se le han atribuido propiedades medicinales como fármaco antidiabético así como excelente cicatrizante.

Existe otra fuente de explotación importante EL CULTIVO DE LA COCHINILLA; es una de las plagas del nopal de la cual se obtiene un tinte carmín que es utilizado en la industria del vestido, fabricación de cosméticos, pinturas, colorantes para alimentos y medicamentos; existe una fuerte demanda de este coloran

te orgánico de varios países (Inglaterra, Estados Unidos, Japón y Francia) debido a los reportes sobre la toxicidad de los colorantes sintéticos. Por todo lo expuesto creo que el nopal se le debe considerar como el ORO VERDE.

Le denominaremos "TIERRAS FLACAS" a todos aquellos suelos no nada más que sean poco profundos o que tengan solum delgado, sino también a los que son pobres en materia orgánica, nutrientes, que tengan pendientes pronunciadas y que se encuentren fuera de la zona de eficiencia termoplumiométrica adecuada para el desarrollo de cultivos tradicionales con buenos rendimientos.

En el estado de Jalisco encontramos suelos que presentan todas las características supracitadas, tomamos como uno de los mejores expositores de las "tierras flacas" a la región de los Altos en donde se localizan aproximadamente 3,800 Has. de nopal silvestre "cardon" (*Opuntia Streptacantha*) que arroja un rendimiento anual de tuna de 9,500 Ton. de la cual sólo es --- aprovechada para su comercialización un 10% de la producción es decir 950 Ton. esto debido al descuido en las plantaciones por falta de asesoría dando por resultado mala calidad de la fruta--- también desconocimiento de medios adecuados de cosecha y falta de instalaciones que aprovechen esta materia prima en la industria en diversas formas.

Así mismo se encuentran en la zona de estudio 1,034 --- Has. plantadas con diferentes variedades de nopal tunero de las cuales sólo están en producción actual el 27% (288 Has.); el es

tado en que se encuentran estas huertas es deficiente, ya que no se establece una calendarización de cuidados que necesita la planta, lo cual se refleja como ya se menciona en la calidad y cantidad de la producción.

Otro problema que tienen los agricultores de esta zona - esta en la comercialización ya que el intermediario es quien tiene las mayores ganancias porque cuenta con el capital de trabajo, medios de transporte y en algunos casos bodegas en los principales mercados de Guadalajara y otras ciudades para realizar la transferencia de posesión del producto.

Las perspectivas que nos presenta esta cactácea de poder ser explotada a nivel comercial son halagadoras y me han motivado a iniciar esta serie de investigaciones en la zona, a fin de conocer su problemática y el estado en el que se encuentran las plantaciones actualmente.

En el presente trabajo se hace especial énfasis a todas las actividades tendientes a mejorar el estado actual del conocimiento y aprovechamiento de este importante recurso vegetal: EL-NOPAL.

## II.- O B J E T I V O S

La elaboración de cualquier trabajo lleva implícito el alcance de varios fines u objetivos, lo que se pretende al presentar esta tesis profesional puede resumirse de la siguiente manera:

Este trabajo surge como una necesidad de ayudar a evitar la emigración de la población rural de los Altos la cual aumenta año con año, a las ciudades con lo cual provocan grandes problemas urbanísticos y una manera de lograrlo es interesando en su cultivo personas poseedoras de terrenos en las que no es posible la implantación de plantas diferentes a las Xerófitas tales como el nopal.

Dar a conocer los conocimientos y experiencias del nopal a fin de lograr un mejor conocimiento de este recurso y mejorar las condiciones de manejo que actualmente se aplican en poblaciones silvestres y a plantaciones inducidas que nos permitan desarrollar en forma metódica y sistemática su explotación y conservación.

Demostrar que con el nopal es posible aumentar la rentabilidad de estos suelos y de esa forma contar con una fuente alternativa de alimento y forraje en esas áreas.

Otro de los objetivos de gran interés que se presentan es el proporcionar un análisis de la problemática en general del nopal en esa región semi-árida.

## III.- ANTECEDENTES

3.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA: La zona de estudio se encuentra ubicada entre los paralelos 21° y 22° de latitud Norte y entre los meridianos de 100°32' y 102°50' de longitud Oeste, del meridiano de Greenwich.

3.2.- FISIOGRAFIA: El área estudiada se encuentra en la provincia del Eje Neovolcánico, Subprovincia de los Altos de Jalisco. La cual está limitada al oeste por el cañón que forma el curso inferior del Río Verde y la Sierra de Nochistlán; al este por la Sierra de Comaja, que forma parte de las estribaciones de la Sierra de Guanajuato, el Bajío Guanajuatense y la Sierra de Pénjamo; al norte por la sierra de Guanajuato y al sur por el Río Lerma. En su porción central se encuentran las Sierras de Arandas y de Tepatitlán que, junto con la Sierra de Pénjamo en el Estado de Guanajuato, forman la llamada Sierra de los Altos. María Teresa Gutiérrez Vázquez.

3.3.- TOPOGRAFIA.- La región de los Altos dentro de las provincias fisiográficas del Estado, es la de Topografía más uniforme y forma parte de la Altiplanicie Mexicana. Tiene el aspecto de una plataforma algo inclinada en el sentido NE-SW, desde las llanuras de Ojuelos, situadas a unos 2,200 msnm, hasta las de Tepatitlán que están a unos 1,600 msnm. Macizos montañosos aislados llegan a medir hasta los 2,700 msnm. (Rzedowsky y McVaugh, 1966).

El drenaje es muy variado en toda la zona de estudio siendo en general bueno y lo constituyen los afluentes de la margen derecha del Río Lerma.

3.4.- GEOLOGIA: Las rocas predominantes son ígneas extrusivas que en su mayoría provienen del terciario y en áreas reducidas del cuaternario. Las rocas efusivas las podemos localizar en el extremo NE de la región y en una pequeña porción meridional al Norte del Río Lerma. Las rocas cuaternarias se encuentran al NW -- formadas por tobas amarillas pomosas (cenizas volcánicas endurecidas hasta convertirse en rocas) que descansan sobre tobas y brechas pomosas (las brechas son rocas endurecidas que contienen bloques angulares de lava solidificada relativamente grandes incluidos en una masa de ceniza) en diferentes espesores. A éstas capas siguen en profundidad tobas margosas y margas (calizas con un 50% o más de arcilla) de edad pleistocénica. Se tiene además, una larga faja que se extiende de E. a W con las mismas características -- que las anteriores y que se interrumpen en las margenes del Río -- Santiago, ya que aparecen bancos muy gruesos de tobas con algunas lavas riolíticas principalmente. (Gutierrez Vázquez).

3.5.- CLIMA: Tomando como base el clima más abundante en cada Municipio, tenemos los siguientes climas:

Encarnación de Díaz.- Clima Templado subhúmedo con lluvias en Verano C(WO), y seco templado con verano cálido y con Invierno fresco BSK, con una precipitación pluvial que tiene un rango de 540.4 mm. a 640.9 mm. al año, un período de lluvias de fines de -- Junio a principios de Septiembre, una temperatura que oscila entre 17.1° a 19.6°C, y una época seca de 8 a 10 meses al año, con presencia de heladas.

Lagos de Moreno.- Clima templado subhúmedo con lluvias en Verano C (WO), con una precipitación pluvial que varía de 538.5 -- mm. a 702.5 mm. al año, con un período de lluvias que dura de Junio a Septiembre, una temperatura que varía de 19.1°C, con presen-

cia de heladas y con una época seca que dura de 8 a 9 meses.

Ojuelos Jalisco.- Clima seco templado con verano cálido y con invierno fresco BSIK, con una precipitación pluvial promedio de 488 mm. al año, temperatura promedio de 17.5°C, con presencia de heladas y con época seca que dura de 9 a 10 meses al año.

San Juan de los Lagos.- Clima templado subhúmedo con lluvias en Verano C (WO), con una precipitación pluvial que varía de 538 mm. a 769.6 mm. al año, con una temperatura que oscila de 18° a 19.6°C, con presencia de heladas y con una época seca que varía de 8 a 10 meses.

Unión de San Antonio.- Clima templado subhúmedo con lluvias en Verano C(WO), con una precipitación pluvial que varía de 538 mm. a 769.6 mm. al año, con una temperatura que varía de 18° a 19.6°C, con presencia de heladas y con una época seca que va de 8 a 10 meses al año.

3.6.- VEGETACION: Sobre este sustrato edáfico y teniendo como factores determinantes la topografía y el clima, en esta subprovincia predomina el matorral subtropical. El pastizal (natural e inducido), el matorral crasicaule, el bosque de encino, de pino, de pino-encino y la selva baja caducifolia son comunidades menos abundantes en la zona. Los elementos dominantes de estas comunidades vegetativas son:

MATORRAL SUBTROPICAL. Su distribución altitudinal promedio es de 1,850 m.s.n.m.

- Estrato Superior- Acacia sp.....Huizache.
- Prosopis sp..... .. Mezquite.

Acacia Pennatula..Tepame.  
 Eysenhardtia sp...Vara dulce.  
 Acacia Sehafeneri.Ruizache chino.

Estrato Medio--- Eysenhardtia sp...Vara dulce.  
 Acacia sp.....Ruizache.  
 Opuntia sp.....Nopal.  
 Bursera sp.....Copal.

Estrato inferior-Bouteloua sp.....Pasto.  
 Muhlenbergia sp...Pasto.

Bosque de Pino. Distribución altitudinal promedio 1767-  
 m.s.n.m. con un elemento dominante, el Pinus sp.

Pastizal Natural- Distribución altitudinal promedio ---  
 1975 m.s.n.m. elementos dominantes.

Lycurus sp.....Pasto Liendrilla.  
 Digitaria sp.....Zacate Pata de gallo.  
 Chloris sp..... " " " "  
 Eragrostis sp.....Pasto.  
 Aristida sp.....Pasto.  
 Bouteloua sp.....Pasto.  
 Setaria sp.....Pasto.

Pastizal Inducido. Distribución altitudinal promedio --  
 1857 m.s.n.m.

Muhlenbergia sp...Pasto liendrilla.  
 Bouteloua sp.....Pasto.  
 Sporobolus sp.....Pasto cola de zorro.



## Matorral Crasicaule- Distribución altitudinal de 1700

a 1750 m.s.n.m.

Prosopis Laevigata.....Mezquite  
Opuntia .....Nopal  
Aristida sp.....Pasto

## IV.- REVISION DE LITERATURA.

4.1.- DISPERSION GEOGRAFICA: Las cactáceas son originarias de América en donde se encuentran distribuidas desde la provincia de Alberta en Canadá, hasta la Patagonia en Argentina. En otras regiones del mundo existen también en estado silvestre algunos representantes de esta familia que al principio se consideraron como autóctonos, pero después de atinadas observaciones se han sabido que fueron llevados de América por las aves migratorias como sucedió con los *Rhipsalis* que actualmente viven en determinados sitios del Africa Tropical.

En el continente Americano habitan especialmente en las zonas desérticas del Sur de los Estados Unidos, en las de México y en las de América del Sur, pero existen también en las selvas tropicales como en los bosques constantemente húmedos de las mismas regiones. La mayor densidad de géneros y especies corresponden a los terrenos secos y calizos de las zonas tropicales y subtropicales que tienen escasa elevación sobre el nivel del mar, como son los desiertos, comprendidos entre el Sur de los Estados del centro de nuestro país, como las de los Estados de San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla y varias de los Estados de la Costa del Pacifico, también existen en abundancia en el Norte de Argentina y en algunas zonas de Perú y Bolivia. Aunque generalmente el exceso de humedad y las temperaturas muy bajas son circunstancias que favorecen muy poco su desarrollo, algunas especies se han adaptado a ellas, y en invierno suelen muchas veces vivir entre la nieve; estas adaptaciones y particularmente las relativas a la temperatura, han permitido el avance de las cactáceas de los trópicos, en donde

parece que tuvieron su origen, hasta el Norte y el Sur del Continente.

De los 125 géneros que comprende esta familia. 61 están-- representados en México, 31 en el Sur de los Estados Unidos y 51-- en América del Sur.

Es muy significativo e interesante el hecho de que la mayoría de los géneros y especies norteamericanos son distintos a los de América del Sur y que solamente unos cuantos son comunes -- en ambas Américas, como acontece en *Pereskia*, *Opuntia*, *Cephalocereus*, *Lemaireocereus*, *Acanthocereus*, *Harrisia* y *Mammillaria*, de -- ellos algunos como *Opuntia* tienen un número análogo de especies -- en el Norte y en el Sur del Continente, otros como *Rhipsalis* predominan en el Sur en donde existen 57 especies de las que solamente cuatro se encuentran en el norte; el género *Mammillaria*, al -- contrario, posee en el norte 134 especies y solamente dos en América del Sur.

De la repartición de los géneros y especies se deduce -- que las cactáceas se han desarrollado más en Norte América y que la mayoría corresponden a la República Mexicana.

La distribución de las cactáceas en nuestro país aún no se puede precisar con exactitud, porque todavía existen zonas poco estudiadas; solamente de una manera aproximada se consideran las siguientes regiones, zona de las *Opuntias*; zona de los *Cereus*, zona de las especies de tallos globosos; zona de las cactáceas epífitas.

La zona de las *Opuntias* corresponden a la Altiplanicie -- Mexicana en donde predominan los climas de estepa con variaciones de temperatura bastantes marcadas; en el norte de esta re---

gión se han desarrollado ampliamente los Cilindropuntias de las -  
 cuales solamente cuatro especies llegan hasta el centro del país.  
 Las platiopuntias tienen su centro de distribución en los Estados  
 de San Luis Potosí, Zacatecas y Aguascalientes, pero una gran can-  
 tidad se han extendido hacia el sur, especialmente por los esta-  
 dos de Querétaro e Hidalgo.

La zona principal de los grandes *Cereus* se encuentra al -  
 sureste del Estado de Puebla, en Zapotitlán de las Salinas, en --  
 donde predominan *Cephalocereus Hoppenstedti* B. y R. y *C.* formando  
 verdaderos bosques y se extiende por el Cañón de Tomellín hasta  
 el Valle de Caxaca; en el Cañón de Tomellín son particularmente -  
 abundantes *Lemaireocereus Weberi* B. y R. y *Cephalocereus*; existe  
 otra zona interesante formada por *Cephalocereus senilis* B. y R. y  
*Lemaireocereus dumortleri* B. y R. en Mazamitlá, Hgo. sobre los ta-  
 ludes que forman la cuenca del Río de Venados.

Las vertientes montañosas y las planicies del Litoral --  
 del Pacífico comprendidas entre los Estados de Oaxaca, Sonora y -  
 Baja California que por su cercanía al mar disfrutan de un clima-  
 más uniforme, son igualmente propicios para el desarrollo de Pa-  
*chycereus pecten aboriginum* B. y R. y *Pachycereus pringlei* B. y -  
 R.; estas dos últimas especies se adaptan a muy variadas condicio-  
 nes topográficas encontrándose ya formando parte de la vegetación  
 de los islotes volcánicos del Golfo de California en donde enrai-  
 zan en las hendiduras de las rocas, ya en las dunas arenosas de -  
 las costas de Baja California y Sonora ya en las planicies aluvia-  
 les del litoral o bien en las selvas secas de las costas tropica-  
 les donde alcanzan su máximo desarrollo.

Las vertientes de los trópicos tanto del Golfo como del -  
 Pacífico, expuestas a intervalos de sequía y humedad, son particu-

larmente sitios de elección de *Pereskias* o *Pereskiopsis*.

La zona de las cactáceas epífitas se encuentran en los bosques húmedos del Estado de Veracruz, Tabasco y Chiapas, en donde predominan las especies de *Hylocercus*, *Phyllocactus*, *Deamia* y *Rhipsalis*.

Las cactáceas de tallos globosos, como *Mammillaria* y *Echinocereus* son más abundantes en las zonas desérticas del norte de los Estados de Chihuahua, Durango, Coahuila y Nuevo León. En Ixmiquilpan (Estado de Hidalgo), existen otra región cactífera con predominio de las citadas especies y es también digna de especial mención la zona cactífera con predominio de las citadas especies y es también digna de especial mención la zona cactífera comprendida entre los Estados de Querétaro e Hidalgo, con predominio de *Myrtillocactus geometrizans* Mat. Las regiones mencionadas dentro de su individualidad propia, se compenetran unas en otras presentando fugares de transición entre las diversas especies.

Las cactáceas pueden estimarse como una familia de reciente diferenciación filogenética, teniendo en cuenta; la carencia de fósiles, la gran variabilidad de las especies, la distribución localizada de otras muchas y la gran cantidad de formas de transición.

Teniendo como base el parecido morfológico, se puede asegurar de manera inconclusa, que las plantas de que se trata derivaron de las *Portulacáceas*, posiblemente de una rama que evolucionó hacia cualidades morfológicas de succulencia; de ella se originaron primitivamente los géneros *Pereskia* y *Pereskiopsis* considerados como los más antiguos y como los antecesores de los grupos actuales.

El conocimiento de evolución de las especies actuales a partir de las formas primitivas, es aún difícil de dilucidar los únicos datos que permiten vislumbrar el problema son los que suministran los estudios de la morfología comparada de las especies y los relativos al desarrollo ontogenético de las que tenemos en la actualidad. La señora Carolina Schmoll basándose en los anteriores estudios, ha realizado un interesante trabajo, aún inédito, en el que se incluye un esquema filogenético de los distintos géneros que constituyen esta familia.

El Dr. Arturo D. Houghton eminente cactólogo quien ha considerado también este problema, toma como base para explicar dicha evolución, la succulencia de las especies y el carácter morfológico de las espinas.

Dice, que en el género *Pereskia* las espinas son semejante a las que poseen las fanerógamas vecinas y que en algunas especie de este género existen transiciones hacia el género *Pereskiaopsis*; en éste, el cojinete de espinas ya posee los caracteres propios de las cactáceas y además, por primera vez, aparecen las glóquidas que en el género *Opuntia* llegan a adquirir su máximo desarrollo en relación con la succulencia agrega que *Pereskia* es casi rudimentaria, que en *Pereskiaopsis* y *Quiabentia* tanto las hojas como los tallos ya son gruesos y carnosos que por completo a lo que respecta a *Nopales*, la succulencia se ha establecido y que en *Opuntia* es donde este carácter adquiere su más amplio desarrollo.

La atrofia y pérdida gradual de las hojas a través de estos géneros es otro factor que desde hace tiempo se invoca para explicar la evolución en *Pereskia* las hojas son laminares y delgadas, semejantes a las de los *Citrus*, en *Pereskiaopsis* el tamaño se reduce y a la vez engruesan, y en *Nopales* y *Opuntia* se reducen aún más y pierden su aspecto de hojas y adquieren una forma cilíndrica

drica o subulada. En relación con esta misma idea puede agregar - la duración variable de las hojas; en *Pereskia* generalmente son - persistentes, en *Pereskiaopsis*, caducas y en *Opuntia* existen sólo - por breve tiempo.

Otro problema difícil de precisar es, en el estado actual de nuestros conocimientos, el lugar en que las cactáceas se originaron y las vías de emigración que siguieron los principales ---- troncos; la Paleobotánica, guía principalmente a través del com-- plicado problema, no vierte luz alguna en este caso.

Los cactólogos sin embargo, teniendo en cuenta principalmente la actual distribución de los géneros y especies, han -- emitido algunas hipótesis acerca de este cautivador asunto.

Algunos opinan que constituyendo las cactáceas una fami-- lia tan bien definida, sólo pueden haber tenido un centro de dis-- tribución y sólo un período evolutivo y que este centro podría es-- tar situado en México, puesto que aquí existen el mayor número de géneros e individuos, pero a esta manera de pensar se objeta que - el hecho de que abunden ciertos géneros de plantas en un lugar, - no permite asegurar que en este sitio se hayan diferenciados, --- puesto que sucede en ocasiones que las plantas que proceden de -- una región determinada alcanzan su máximo desarrollo en otra por-- haber encontrado condiciones ecológicas más favorables. Otros in-- vestigadores suponen que existen dos centros de diversificación; - uno situado en el norte y otro en el sur del continente y se ba-- san que los géneros sudamericanos, son, con excepción de unos --- cuantos distintos a los de América del Norte; en que alcanzan --- unos y otros un desarrollo análogo y en ambas zonas cactológicas - se encuentran materialmente separadas por el Istmo de Panamá cuyo clima impide la progresión de los géneros de un lugar a otro.

Backeberg, quien ha explorado la zona cactológica de América del Sur y que ha estudiado la distribución de las especies - en relación con este asunto, se inclina también por la existencia de dos centros de distribución situados en torno de dos sistemas-fluviales el sistema del Río Colorado y del Río Grande en el Norte, y el sistema de Río de Plata en América del Sur.

Puede considerarse en resumen que el centro primitivo de diferenciación fue el sistema del Golfo de México y del Caribe -- con las Antillas actuales y posiblemente alguna porción ahora sumergida que estuvo unida al continente; muchos géneros primitivos desaparecieron con ella conservándose los restos continentales -- que emigraron siguiendo dos vías, una hacia el Sur, donde evolucionaron constituyendo la propia zona y otra hacia el Norte, en -- donde alcanzaron su mayor desarrollo géneros e individuos.

Así pues las diferencias tan notorias de los dos grandes-regiones cactíferos de América, se pueden explicar teniendo en -- cuenta que hubo un largo período de evolución independiente para cada una de ellas. (Helia Bravo).

4.2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS CACTACEAS: Las --- cactáceas según ya se ha indicado son plantas Xerófitas, suculentas y resistentes a la sequía; su forma y estructura tan peculiares, son el resultado de la adaptación a los desiertos, en donde las lluvias son escasas y el clima caliente y seco.

El agua es indispensable para la vida de las plantas y -- cuando disminuye, sobreviene alteraciones fisiológicas que les -- puede ocasionar la muerte. Las plantas desérticas, sin embargo, -- han podido adaptarse a la escasez del agua gracias a determinadas modificaciones estructurales, pues según dice Weaver y Clements, --



las condiciones del medio afectan al metabolismo celular y son las responsables de los cambios en la forma, en las dimensiones y en la estructura de los órganos.

Debido a los cambios metabólicos y estructurales que las cactáceas y otras xerófitas experimentan en relación con la aridez, resulta el tipo de adaptación que en Ecología se denomina SUCULENCIA y que se caracteriza por el exagerado desarrollo de los elementos parenquimatosos, que permanecen distendidos y turgentes. Estas modificaciones se han podido explicar teniendo en cuenta que la reducción de la cantidad de agua en la célula, abajo de cierto límite, determina la conversión de los polisacáridos con débil capacidad de inhibición, en pentosanas que al combinarse con sustancias nitrógenadas, forman compuestos irreversibles que adquieren gran capacidad de hidratación. El profesor Ochoterena, ha demostrado la presencia de ácidos orgánicos muy abundantes en estas plantas, originan compuestos higroscópicos, que también contribuyen al almacenamiento de agua.

El agua así captada puede almacenarse mediante adaptaciones correlativas que impiden la evaporación, tales como la reducción de la superficie y las modificaciones de los tegumentos.

Entre los cambios más frecuentes a que da lugar la succulencia en las cactáceas, hay que señalar:

10. Aquellos que permitan reducir la superficie de la evaporación, como son: La adquisición de formas especiales; globosas para los tallos y escamosas o cilíndricas para las hojas y la reducción o ausencia de estas últimas.

20. Los que impiden la evaporación del agua en los tejidos, como son: el aumento en el espesor de la cutícula y de la membrana celulósica de las células epidérmicas, la formación de

capas cerosas, la situación de estomas hundidos y el desarrollo de excrecencias pilosas.

3o. Los que favorecen la retención del agua, entre los que se pueden señalar: la elaboración de mucílagos y de otros productos higroscópicos y la diferenciación de parénquimas acufieras tanto en el tallo, como en la raíz.

4o. Los que permiten aumentar o reducir en volumen en relación con la absorción periódica del agua, entre los que se pueden citar la presencia de surcos y costillas en los tallos y la formación, en la raíz, de un sistema especial de absorción, en la época de las lluvias.

5o. Las modificaciones en la anatomía de los órganos de acuerdo con las leyes de correlación, como es, por ejemplo, la diferenciación de un parénquima clorofiliano en el tallo debido a la falta de hojas en estas plantas. (Helia Bravo).

4.3.- TAXONOMIA DEL GENERO OPUNTIA: Las cactáceas son plantas xerófitas, muy resistentes a la sequía y adaptadas a vivir en zonas desérticas o con poca precipitación pluvial, presentandose su anatomía de almacenamiento de agua por lo que son plantas suculentas.

El género que interesa a este estudio es el OPUNTIA, el cual comprende dos sub-géneros que son CYLINDROPUNTIA Y PLATYOPUNTIA.

En el sub-género Cylindropuntia, las pencas son de forma cilíndrica, y se llama vulgarmente "Choyas" a las especies de tallo más o menos grueso, a las ramas delgada "tasajos" o "tasajillos", a las que llevan espinas muy largas "Alfilerillos", a las que tienen sus ramificaciones un tanto desordenadas "Chirriocillos", a las especies rastreras y espinosas de los Estados del Centro se les llama "Abrojos" y a las especies arborecentes "Cardenches".

El sub-género Platyopuntia se caracteriza porque sus pencas son aplanadas y en el se consideran los verdaderos nopales. Los frutos se les denomina vulgarmente "Tunas" cuando son dulces y "Xoconoxtles", cuando tienen un sabor ácido.

De las 258 especies que comprenden este sub-género 100 se hallan representadas en México.

4.4.- MORFOLOGIA EXTERNA Y ANATOMIA DEL NOPAL: Puede decirse, que tanto la elección de buenos métodos de siembra y cultivo, como la obtención de variedades mejoradas con cualidades comerciales o industriales especiales y el combate de plagas y enfermedades, deben basarse en un conocimiento lo más perfecto posible de la morfología externa y anatomía de la planta.

4.4.1.- RAIZ: Pertenecce a la del tipo pivotante, de eje primario corto. Las raíces secundarias son abundantes y filamentosas, las que se extienden ampliamente en el terreno y colocan a la planta en situaciones de resistir los vientos; además al extender se aportan mayor cantidad de agua y elementos nutritivos.

Cuando se planta el nopal en hileras las raicillas de -- una planta que se extienden hasta 10 metros o más longitudinalmente, se anastomosan con las de las plantas adyacentes, cubriendo el espacio entre ambas. Durante la temporada de lluvias, las raicillas secundarias absorben el agua, y al final de dicha temporada todo este sistema de absorción degenera y muere para renacer al año siguiente.

4.4.2.- TALLO: Cuando las plantas se reproducen por semillas se forman un talluelo que poco a poco se va engrosando; --- cuando la propagación se hace por medios vegetativos, o sea empleando pencas, éstas con el tiempo van sufriendo transformaciones en su aspecto y constitución hasta quedar propiamente cilíndricas, con un diámetro considerable cuyo aspecto es muy diferente a la penca que le dió origen.

Las pencas son fracciones de tallo con características especiales que las hacen diferentes a la de los tallos comunes y corrientes, cuando son muy tiernas se presentan en ellas pequeñas hojas modificadas llamadas bractees; estos tallos además contienen gran cantidad de clorofila por lo que reciben el nombre de cladiodios y por la abundancia considerable de agua que conservan en sus tejidos que les permiten vivir en épocas de larga sequía, reciben el nombre de tallos crasos; además, generalmente están cubiertos de agujones o espinas grandes, así como de pequeñas espinitas denominadas ahuetes o glóquidas y que son hojas modificadas y que por lo tanto no desempeñan ninguna función co-

mo tales, pues la fotosíntesis, respiración y transpiración, se efectúan en las raquetas; asimismo, los tallos están poblados de gran cantidad de yemas vegetativas y florales, de las cuales posteriormente brotan raíces, nuevos tallos o flores.

4.4.3.- FLOR: Las yemas florales nacen en las areolas --- del borde superior de las pencas, aunque también brotan en las --- areolas del limbo, hacia el extremo apical. Empieza siendo unas --- carnosidades rudimentarias, con ahuetes y espinillas en sus pro--- pias areolas que siguen la distribución quincuncal, cada areola --- de las pencas produce una sola yema floral, por lo que las flores resultan ser solitarias.

Las flores contienen bastantes estambres insertos sobre --- la superficie cóncava del receptáculo y sus filamentos son casi --- siempre libres y enteramente oblongos, las antenas producen gran--- cantidad de polen y éste madura antes que los óvulos.

A pesar de que las flores carecen de olor, su color común--- mente amarillo, dorado o rosado, la abundancia de polen y la pre--- sencia de néctares atraen a numerosos insectos preferentemente --- heminópteros, dípteros y lepidópteros que efectúan la fecunda--- ción.

La floración se hace en diversas épocas del año, en unas--- especies, durante los meses de Marzo, Abril y Mayo, en otras en --- Agosto y Septiembre; muchas tienen una sola temporada de flora--- ción al año, en tanto que otras poseen dos o más.

4.4.4.- FRUTO: Recibe el nombre de tuna su maduración co--- mienza en los meses de Juni y Julio. El fruto ya maduro es una ha--- ya unilocular, polispérmica, carnosos; su color varía desde el ---

blanco hasta los diversos matices del amarillo, anaranjado, rojo y café. El pericarpio es correoso, con numerosos ahuetes distribuidos al tresbolillo. La pulpa es carnosa y está formada por los funículos largos y engrosados de las semillas, que contienen jugos azucarados de sabor agradable.

4.4.5.- SEMILLA: Es pequeña, pues su longitud varía entre 0.5 mm. y 0.5 cm., es ovoide, arriñonada; la envoltura exterior es amarillenta, café o negra, casi siempre muy dura, brillante o mate; el embrión ocupa casi la totalidad del grano y es plano encorvado y a veces dispuesto en espiral.

## V.- ECOLOGIA DEL NOPAL

5.1.- FISIOGRAFIA: En México las poblaciones silvestres encuentran las condiciones propicias para su establecimiento en cualquier tipo de topografía.

En cuanto a la altitud puede decirse que existen especies cuyos rangos altitudinales son amplios, a diferencia de otras especies que tienen rangos más estrechos. Algunas especies de nopal se desarrollan muy cerca del nivel del mar como *Opuntia Stricta* y otras como *Opuntia Streptacantha* (cardón) crecen sin dificultad en altitudes hasta 2,700 mts., sobre el nivel del mar.

5.2.- CLIMA: En general, y otras cactáceas crecen bien en lugares donde las temperaturas medias anuales se aproximan a los 23°C. Un dato interesante es que las especies del género *Opuntia* pueden soportar temperaturas extremas de 10 y 50°C mínima y máxima respectivamente.

Bravo Hollins (1978) dice que "por lo que se refiere a humedad aunque las cactáceas son inmunes a los largos períodos de sequía, necesitan de las lluvias anuales para reponer el agua que pierden sus tejidos. Las especies de *Opuntia* (nopales) son de las más afectadas ya que en las condiciones de aguda sequía sus tallos se adelgazan arrugan y hasta pueden desprenderse del tronco".

Las poblaciones silvestres se distribuyen principalmente en las zonas con precipitación media anual de 150 ó más mm., en climas semiseco estepario, con lluvias en verano (BSW) semisecos-

o esteparios con lluvias escasas en casi todas las estaciones -- del año (BSX) y en climas desérticos con lluvias en verano, en cualquier época del año y en invierno (BWv, BWx, BWs).

Con respecto a los factores bióticos cabe mencionar que es poca la información ecológica y disponible sobre como afecta la competencia, la predación y la dispersión en las distintas especies de *Opuntia* a diferencia de los casos de polinización y -- parasitismo.

5.3.- COMPETENCIA: En las poblaciones silvestres de nopal se distribuyen en condiciones de aridez es posible que se -- presente el tipo de competencia por nutrientes con otras espe--- cies y entre si. Esta se debe principalmente por la escasa dispo-- nibilidad de nutrientes y agua en estas regiones.

Podría considerarse entonces que a nivel de suelo (rai-- ces) ocurre este tipo de relación, mientras que en la parte ae-- rea de las plantas esta sería irrelevante por el amplio espacio-- disponible en la mayor parte de los habitats.

5.4.- PREDACION Y PARASITISMO: Estos dos factores son -- muy importantes y en la mayoría de los casos limitantes en el -- crecimiento de practicamente todas las especies de nopal (*Opun-- tia* spp).

5.5.- POLINIZACION: Según Beutelspacher (1971) *Opuntia* -- tormentosa y *Opuntia* robusta poseen polinización cruzada gracias a la actividad de algunas abejas del género *Megachile* (*Megachili-- dae*) y en menor proporción por *Apis Mellipera* (abeja común).

El hecho de que los nopales tengan polinización cruzada-- representa, desde el punto de vista evolutivo, una significativa ventaja porque permite un grado máximo de adaptación a las condi



ciones ambientales en las que se desarrollan.

5.6.- DISPERSION: Es obvio que en el nopal el tipo de dispersión prevaleciente es el endozocoria, es decir por animales -- (principalmente las aves), las cuales ingieren los frutos como -- alimento; como las semillas llevan cubierta dura (testa), éstas -- pasan a través de los tractos digestivos sin ser dañadas y de esa forma viajan distancias variables antes de ser excretadas. Es de pensar entonces que la amplia distribución geográfica de los nopales en México esta relacionada con la facultad de transportación de las semillas de los frutos por las aves a largas distancias, -- además de la influencia humana ejercida en la distribución de algunas especies más o menos domesticadas.

## VI.- ALGUNAS ESPECIES DE NOPAL COMUNES EN

## MEXICO.

6.1.- NOPAL CARDON: (*Opuntia Streptocantha*), nopal corpulento, arborecente de 5 m. de altura, con tronco de más de 65 -- cm. de diámetro; ramoso, artículos obovados u orbiculares de 25- a 30 cm. de largo y de color verde oscuro; areolas pequeñas y -- muy cercanas entre si, espinas numerosas, grandes, flores amarillas hasta anaranjandas; fruto succulento y con menos semillas -- que las demás especies el fruto de esta especie es la denominada vulgarmente "tuna cardona".

a) Distribución.- Zona árida del Altiplano (Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, Aguascalientes, Zacatecas, Valle de México, Puebla y Caxaca).

6.2.- NOPAL CAMUESCO: (*Opuntia Robusta*), es un nopal no muy corpulento, su altura máxima es de 2.3 metros su tronco no es muy definido; artículos obovados hasta orbiculares de 25 a 40 cm. de largo; color verde glauco; areolas sin espinas pequeñas - ovadas de 3 a 4 mm. de largo con muchas glóquidas o ahuates. Flores amarillas de unos 7 cm. de largo; frutos semiglobosos de 10- cm. de largo. El fruto es muy apreciable, pues es el más grande de las variedades cultivadas del nopal. La maduración es muy precoz (a principios de Mayo) siendo en esta época cuando tiene demanda al no existir otras especies en el mercado.

a) Distribución.- Hidalgo, Querétaro y Zacatecas.

6.3.- NOPAL CRINADO (*Opuntia Piliifera*), planta arborecente, alcanza hasta 5 metros de altura con tronco bien definido areolas numerosas circulares, espinas de 3 a 9; flores de co-

lor rojo, es utilizado para consumo directo así como sus pencas - en la alimentación del ganado.

a) Distribución.- Estados de Puebla y Oaxaca.

6.4.- NOPAL DURAZNILLO: (*Opuntia Leucotriebea*). Su altura varía de 3 a 5 mts. con una gran copa, sus pencas son de amari-llento "bracea" o se ramifica mucho y llega adquirir gran desarrollo por la cantidad de artículos y renuevos. El fruto de este nopal es una tuna muy diferente de las comunmente conocidas, su pulpa es fragante y aromática y no queda desprendida de la cascara - al llegar a su madurez.

a) Distribución.- (San Luis Potosí, Zacatecas, Durango);- donde alcanza su máxima densidad, también existe en Guanajuato, - Querétaro e Hidalgo.

6.5.- NOPAL MANSO (*Opuntia Megacantha*), nopal erecto y arboreo de 4 metros de altura; tronco cilíndrico; flores amarillas- fruto color amarillo muy jugoso y rico en azucares; no se extrae- ningún sub-producto de esta tuna pero su consumo como fruta alcan- za grandes volúmenes, siendo una de las más apreciadas.

a) Distribución.- San Luis Potosí, Aguascalientes, Guana- juato y Zacatecas.

6.6.- NOPAL DE SAN GABRIEL: *Opuntia Tormentosa*, planta ar- bustica de 3 metros de altura; tallo de 10 a 30 cm. ramas abundan- tes; areolas pequeñas. Espinas ausentes; flores anaranjadas; fru- to seco, semilla de 4 mm de ancho. Este nopal desde el pasado se- usa para el cultivo de la cochinilla.

a) Distribución.- San Luis Potosí, Puebla, Oaxaca.

6.7.- NOPAL RASTRERO: (*Opuntia Rastrera*), artículos redondos hasta obovados espinas blancas con base oscura; flores amarillas; fruto purpura ácido obovado. Esta planta es utilizada únicamente en la alimentación del ganado, en épocas de sequía.

a) Distribución.- San Luis Potosí y Zacatecas.

6.8.- NOPAL DE CASTILLA (*Opuntia Ficus Indica*), planta alta de 3 metros de altura; tallo leñoso; artículos oblongos que forman una copa; espinas ausentes; pequeñas glóquidas; flores de 7 cm. de largo es de las más usadas como nopalito tierno.

a) Distribución.- Altiplano Mexicano, Estados de México y Puebla.

## VII.- ASPECTOS TECNICOS DEL CULTIVO DEL NOPAL

7.1.- SUELO: Por lo que se refiere a las condiciones edáficas, las distintas especies de nopales se desarrollan bien en la mayoría de los suelos existentes en el país. Sin embargo, para plantaciones, la experiencia ha demostrado que los mejores rendimientos se obtienen en suelos de origen ígneo o en suelos calcáreos (dependiendo de la especie) pero con textura arenosa, profundidad media y con un pH de preferencia neutro o bien ligeramente alcalino.

Las nopaleras establecidas en terrenos consolidados, van enriqueciendolos paulatinamente con sus desechos, transformando los terrenos a mejores, aparte de que los defiende contra la erosión pluvial y eólica.

El nopal alcanza producciones elevadas en suelos ricos en materias nutritivas, abonados y regados, pero aún en los terrenos pobres de la mesa central produce buenos rendimientos.

7.2.- ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO: Una vez localizado el terreno en donde se va a llevar a cabo el establecimiento de la plantación, es necesario eliminar la maleza; arbustos y árboles existentes, con el objetivo de evitar la competencia de nutrientes y luminosidad con la planta de nopal; así como acondicionar el terreno de acuerdo con la pendiente, si es ligera pasando una niveladora, si la pendiente es arriba del 20% mediante la construcción de terrazas, bordos, o curvas de nivel. Cuando se presenta el caso de suelos rocosos o de tepetate, lo más recomendable es la formación de terrazas individuales de un diámetro de 50 centímetros.

Los bordos deben llevar una altura de 30 cm. aproximadamente y pueden formarse con bordeadora de tracción mecánica o con arado de vertedera de tracción animal.

Así mismo es de vital importancia circular el terreno - donde se estableciera la huerta, con el objeto de impedir que durante los primeros meses sean dañados por el ganado.

7.3.- PREPARACION DEL TERRENO: En terrenos planos, para intemperisar la capa inferior del suelo y eliminar nematodos y plagas del suelo es necesario llevar a cabo un barbecho de 30 - cm. de profundidad y realizar los pasos de rastra que sean necesarios.

En el caso de terrenos con pendiente fuerte, no debera-removerse el suelo para evitar la erosión además de que en ocasiones por su compactación y pedregosidad no permiten la preparación previa en ellos la plantación ha de hacerse depositando las pencas en las hoquedades y endaduras naturales o en cepas - hechas a proposito ya que las pencas tienen la facultad de emitir raíces y penetrar aún en suelos no removidos.

7.4.- SELECCION DE LA VARIEDAD: Este aspecto es muy importante, ya que en ocasiones, las variedades se comportan en forma diferente cuando son plantadas en lugares con distintas - características de suelo y clima al hacer la selección se tendrá en cuenta el proposito que brinda cada variedad, tal es el caso del proposito de nopalito se recomiendan las variedades de pocas espinas, poca fibra de sabor agradable (poco ácidos) ejemplos:

NOPAL CARDON.....	Opuntia	Streptacantha.
NOPAL TAPON.....	Opuntia	Robusta.
NCPAL DURAZNILLO.....	Opuntia	Leucotrecha.
NCPAL MANSO.....	Opuntia	Megacantha.
NOPAL CCMUN.....	Opuntia	Ficus Indica.
NOPAL CA2.....	"	" "
NOPAL SELECCION L4 y L5.....	"	" "

TLACCNOPAL.....

NOPAL SELECCION V 1.....

Para aprovechar el fruto, se debe tomar en cuenta la finalidad que se piensa dar a los frutos es decir, si se piensa industrializar buscandose para ello variedades que sus frutos contengan suficientes azucares, coloides y pectinas con bajo contenido de agua, en caso de que los frutos se piensen aprovechar para consumo fresco debe atenderse especialmente la época de cosecha y tratar de seleccionar aquellas variedades con buen rendimiento y calidad del fruto así como la resistencia a plagas y enfermedades, resistencia del transporte esto y que sean precoz y tardías ejemplos:

NOPAL CARDON.....Opuntia Streptacantha

NOPAL TAPON.....Opuntia Robusta

NOPAL MEMELO.....Opuntia Bipticantha

NOPAL MANSO.....Opuntia Megacantha

Para el consumo del ganado se tienen seleccionadas con altos rendimientos de producción y palatividad de especies pecuarias

NOPAL RASTRERO.....Opuntia Rastrero

NOPAL CUIJO.....Opuntia Cantabrigrensis

NOPAL DURAZNILLO.....Opuntia Leucotrechia

NOPAL DOYOTILLO.....Opuntia Azurea

7.5.- METODOS DE PROPAGACION: El nopal puede propagarse mediante dos métodos:

7.5.1.- MULTIPLICACION ASEXUAL: (pencas y fracciones), este tipo de propagación es el mas recomendable, debido a que la propagación es más sencilla y mediante este tipo se lograra mantener-

las características de la variedad escogida como madre.

La propagación vegetativa requiere de desarrollar diferentes prácticas tales como:

a) SELECCION DEL MATERIAL VEGETATIVO: Se elige una o varias nopaleras establecidas en el suelo más semejante posible al sitio donde se piensa formar el nuevo plantio, se seleccionara -- aquellas pencas mayores de seis meses hasta las de tres años de edad que no presenten daño alguno, que esten enteramente sanas -- esencialmente libre de la pudrición negra, mancha café, daños por insectos (principalmente el gusano de cabeza roja y gusano cebra) malformaciones y otras enfermedades o afecciones.

El trabajo de campo en la poda lo debe realizar un experto, insertando la hoja de un cuchillo bien afilado entre la base de la penca, en la parte que se une a la otra, procurando que la herida sea del menor diámetro posible, a fin de disminuir el riesgo de enfermedades o cualquier otro daño buscando además acelerar la cicatrización de las heridas.

b) TRATAMIENTO DE PENCAS COMPLETAS Y FRACCIONES DE PENCAS

Es recomendable hacer las podas para la obtención del material de propagación 20 días antes de realizar la plantación, se deberán aplicar fungicidas en el corte a fin de que cicatrizen, evitando daños por pudriciones. Durante el período de corte y --- plantación, las pencas deberán permanecer en la sombra para disminuir la perdida de humedad aunque esto es necesario que suceda y las plantas adquieran lo que comurmente se llama "achicalamiento" que es una deshidratación natural, cuando esto ocurre las posibilidades de que la planta no tenga problemas al momento de plantaciones altas.



Se propone la plantación de fracción de pencas en aquellos casos que se encuentren en lugares alejados de siembra y con escaso material de propagación a fin de evitar grandes costos de transportación. Para desarrollar esta práctica se recomienda; seleccionar las pencas en el huerto madre después de aplicar el tratamiento que se le da a las pencas completas deberán dejarse diez días bajo la sombra, luego de transcurrido este tiempo se obtendrán las fracciones a partir de la penca. Los cortes se harán tomando en consideraciones el tamaño de las pencas, los cortes de las pencas deberán tratarse con pasta bordelesa y dejarlos a la sombra durante una semana. Después de transcurrido los siete días se recomienda la construcción de un almácigo a fin de obtener el suficiente material de propagación. Las medidas más comunes para los almácigos es un ancho de 1 a 1.25 mts. de largo variable según lo extenso de la operación con espacios intermedios.

La mezcla del suelo para el almácigo comprende tres partes iguales de arena, tierra y estiércol.

Las fracciones deberán cubrirse con la mezcla pero sin taparlas totalmente, después de depositarlas en el medio de propagación, deberán aplicarse riegos ligeros cada 7 días hasta que se inicie el enraizamiento; cuando los brotes alcancen una altura de 10 a 12 cm. se cubrirán completamente las fracciones para que terminen de enraizar.

Los nuevos brotes permanecerán en el almácigo unos seis meses y después de transcurrido este tiempo estarán listos para ser implantados en el terreno definitivo.

c) EPOCA DE PLANTACION: La época más adecuada para realizar la plantación es en los meses de Febrero, Marzo y Abril un po

co antes de que inicie el período de lluvias. Plantando en estos meses las pencas emiten sus primeros renuevos en la siguiente -- primavera y alcanzan un buen desarrollo durante el verano y otoño lo cual permite en algunas variedades la fructuación al si--- guiente año.

Cuando por falta de humedad en el suelo no sea posible -- realizar la plantación en el período señalado, se recomienda rea-- lizarla en Agosto y Septiembre. El nopal plantado en esos meses-- no alcanza a emitir brotes para desarrollar la planta pero en -- cambio aumenta el sistema radicular y acumula reservas que apro-- vechara en la siguiente primavera para la emisión de nuevos bro-- tes. Sin embargo, si la humedad residual es poca, se corre el -- riesgo de que la planta sufra por sequía en los primeros meses -- del proximo año.

d) METODOS DE PLANTACION: Se pueden seguir dos métodos -- uno mediante la siembra de pencas completas y el otro mediante -- la siembra de plantas obtenidas de fracciones de pencas.

e) PLANTACION DE PENCAS COMPLETAS: Este método se utili-- za cuando existe suficiente material de propagación y cuando la-- distancia que separa al huerto no es grande, de tal manera que -- los costos de transportación no sean elevados. La siembra se -- realiza colocando las dos terceras partes de la penca dentro de la tierra.

En los casos en que se pretenda establecer la planta--- ción en terrenos con índice elevados de erosión o pérdidas tota-- les de los horizontes superficiales se recomienda realizar la -- plantación en cepas profundas y de 60 X 60 cms. de lado. Duran-- te el diseño de la plantación los señalamientos de la localiza--

ción de cada una de las capas deberán observar la posición central de las mismas. Estas deberán construirse con una anticipación previa a la plantación con el objeto de ayudar a la intemperización de sus capas y exponer a la acción de los factores ambientales los organismos patógenos que pudieran estar localizados en el suelo; - las cepas deberán llenarse con una mezcla compuesta de dos terceras partes de estiércol bien descompuesto y una tercera capa de tierra.

En aquellos terrenos en los que la superficie presenta --- cantidad suficiente como para sostener la vida de las plantas, se construyen bordos o camellones, los que posteriormente podrán utilizarse para la colocación de las pencas. La colocación de las --- mismas deberán hacerse en la parte alta del camellón y cubriendo --- la misma en dos terceras partes. La distancia entre bordos y plantas, como se ha señalado estara supeditada a las condiciones de --- desarrollo de la especie, riqueza de los suelos y topografía del --- terreno.

La densidad de la población de plantas por Ha. se desglosa ra más adelante según sea cada proposito; Tuna, Verdura, Forraje.

#### 7.5.2.- MULTIPLICACION SEXUAL: (por semilla).

La propagación por semilla en los nopales es poco conocida y es más compleja que la propagación vegetativa. En forma resumida los pasos principales del proceso son los siguientes:

- a) Germinación de la semilla.
- b) Establecimiento de las plantas.
- c) Crecimiento de las plantas hasta alcanzar el tamaño y --- madurez deseados debido a la escasa importancia que tiene la propa --- gación comercial del nopal solamente se darán algunas recomendacio --- nes sobre su cultivo.

a) GERMINACION: Si no se tiene charolas o camas de siembra con temperaturas controladas, serán los meses de Marzo y Abril los más adecuados para sembrar.

Si se cuenta con el sistema antes mencionado el proceso -- puede realizarse a lo largo de todo el año (la temperatura optima de germinación recomendada es de 22 a 29°C.

Se deberá desinfectar las semillas antes de la siembra, -- mezclando con ellas un fungicida en polvo (Manzate 200), en un metro cuadrado de superficie deben germinarse unas 10,000 semillas.

La siembra debe hacerse esparciendo la semilla con cuidado y en forma homogénea sobre la superficie del suelo.

Deben utilizarse charolas de 6 cm. de profundidad con pequeños agujeros al fondo que sirva como drenaje.

La mezcla del suelo recomendada estará compuesta de siete partes de turba fina de musgo (tierra de hojas), dos partes de tierra ligera y una parte de arena tamizada (de 0.5 a 1 mm. de diámetro); esta mezcla deberá esterilizarse previamente con calor.

Después de esparcir las semillas, estas se presionarán lentamente contra el suelo con ayuda de una tabla plana. Se cubren -- las semillas con arena de río lavada de 1 mm. de diámetro, formando una capa fina de 1 a 1.5 mm. de espesor.

Se humedece el suelo, tratando de mantener constantes la -- humedad durante todo el período de germinación. El riego se puede hacer introduciendo las charolas hasta la mitad de su altura en un recipiente que contenga agua tibia, finalizando el riego en el momento que se observe humedad en la superficie del suelo.

La germinación se lleva a cabo en un período que varía entre cinco y quince días.

b) ESTABLECIMIENTO DE LAS PLANTULAS: Se aplicarán fungicidas (Coplemex 200) cada ocho días, para evitar la proliferación de hongos que ocasionarían pudriciones en las plantulas.

Cada diez días deberá darse un riego cuya agua lleve disuelto fertilizante de fórmula 10-20-30 con microelementos (quelatos de Fe, Zn, Cu, Mg) a una dosis de 2 gr. por litro.

Cuando las plántulas crezcan aproximadamente a 2.5 cm. de altura deberán transplantarse en charolas más profundas (15 cm.) y con suelo menos turboso y más nutritivo, plantandolas a una distancia de 5 cm. entre si.

Una vez instaladas en su nueva ubicación, los pequeños nopales requieren de una ligera humedad constante en el suelo así como abonados quinquenales junto con los riegos.

Se aplicarán fungicidas periódicamente para combate de plagas, principalmente para los microorganismos que atacan las raíces.

c) CRECIMIENTO: Cuando las plántulas empiezan a tocarse entre si, es el momento de realizar un nuevo trasplante (a macetas de unos 15 cm. de diámetro).

Durante el invierno, estas plantas no deberán estar sometidas a temperaturas frías menores de 8°C.

En un período de ocho a catorce meses según las especies, se podrán obtener plantas de 20 a 40 cms. de altura y estarán listas para llevarse al campo de cultivo.

La reproducción por semilla en el nopal es el método menos utilizado en México, lo anterior se debe principalmente a las limitaciones técnicas y económicas que a continuación mencionamos.

1.- Desconocimiento de métodos rápidos y eficientes para su reproducción sexual.

2.- La semilla es cara y escasa.

3.- Se requieren de instalaciones especiales (invernadero y vivero) para las etapas de germinación y de establecimiento de las plantulas.

4.- Es necesario dar un mane o especial en cuanto al sustrato (suelo), riego, temperatura, humedad controlada, fertilización y pesticidas para un buen desarrollo de las fases mencionadas.

5.- Altos costos por manejo durante las etapas de germinación, trasplante y crecimiento de las plantulas.

Como conclusiones hay que señalar que en los nopales la reproducción sexual (por semilla) se encuentra bien justificada en la investigación, pero en la actualidad no es costeable para fines comerciales por las razones antes mencionadas.

7.6.- CONTROL DE MALEZAS: El nopal es una planta rustica, resistente a multiples condiciones sin embargo, esta expuesta como cualquier otro cultivo a la competencia de la luz, agua y nutrientes por las malézas.

Dentro de las labores culturales adecuadas para un mejor desarrollo y producción de cualquier proposito que se explote (TUNA, VERDURA, FORRAJE) se recomienda mantener libre de arbustos y malézas el cultivo, ya sea mecánica, manual o química.

COMPARACION DEL CONTROL QUIMICO DE LAS MALEZAS Y DEL CONTROL MECANICO DE LAS MALEZAS

MECANICO	QUIMICO
1.- Cambios indeseables del suelo.	1.- No cambia la condición del suelo.
2.- A destiempo, ya que se hace sobre la maleza crecida.	2.- A tiempo antes de que salga la maleza.

## MECANICO

- 3.- Suprime toda la maleza.
- 4.- No mata semillas y debe repetirse.
- 5.- No puede efectuarse sobre el cultivo.
- 6.- No exige cuidados ni conocimientos.

## QUIMICO

- 3.- Algunas especies resisten y se convierten en problema.
- 4.- Mata semilla y tiene acción residual.
- 5.- Mata a la maleza sobre la hilera del cultivo.
- 6.- Exige de conocimientos.

En la práctica el control químico de las malezas en el nopal no ha sido motivo de experimentos locales para determinar su buen manejo, esto ha provocado perdidas económicas al dañar huertas en producción por la acción toxica de los herbicidas.

Los factores que afectan al control de las malezas con productos químicos son básicamente: LA SELECCION, LA APLICAciON Y EL MEDIO AMBIENTE.

a) SELECCION.- Requieren conocer las especies especificas que infectan el cultivo.

El primer paso para lograr un buen control es identificar debidamente las malezas que causan problemas ya que ningún herbicida es capaz de controlar todas las especies. No se conoce ningún herbicida selectivo en este cultivo, se han manejado de preferencia (con exito) , los desecantes del tipo de Paraquat nombre comercial Paraquat o Gramoxone es decir de 1 lt en 150 lts de agua.

El modo de aplicación más común es por medio de una bomba de mochila o montada en un tractor, denominandose terrestre y se recomienda en el caso de usar el producto antes menos

cionado adaptar en la boquilla (de preferencia TIYET 8004) una campana protectora de lamina galvanizada remachado de plástico o de ho a de lata para hacer la aplicación dirigida hacia la maleza de preferencia al iniciar esta su estado vegetativo de planta para poder tener una cobertura más amplia.

La acción fitotóxica de este tipo de herbicida consiste en interrumpir el flujo de electrones en la fotosíntesis, bloqueando el proceso. No es transportado de la raíz al tallo, pero si lo es cuando se aplica a la hoja determina una rápida desecación del follaje. Como herbicida se usa en una metodología de control que incluye secar la maleza y enterrarla con los residuos de la cosecha o bien dejarla, ya sea sobre la tierra como capa protectora.

El daño que causa este producto actua por igual en el cultivo que en la maleza, por eso la importancia de proteger al nopal al momento de hacer la aplicación con la campana protectora evitando al máximo el acarreo por el viento de las gotas finas del abanico de aspersión.

Otro tipo de herbicidas llamados pre-emergentes han sido utilizados con algunos problemas en suelos arcillosos del tipo 2, 4, D Amina nombre comercial Esteron 47 aplicado en el inicio de período de lluvias, se observo que por el efectos del magnetismo del producto se ha fijado a las raíces del nopal y ha sido transportado por sus tejidos causando la muerte, a la planta, con sintomas de una deshidratación y desprendimiento de las raquetas.

El uso de este tipo de agroquímicos se sugiere, sean sometidos a un pequeño lote de experimentación con el fin de evi-



tar costosos errores.

b) FACTORES AMBIENTALES: Estos afectan el rendimiento de los herbicidas, no pueden controlarse pero el conocimiento de -- las mismas puede usarse para tomar decisiones correctas e interpretar los resultados obtenidos.

7.7.- PLAGAS: Por ser de mucha importancia el combate de las plagas en las plantaciones del nopal, a continuación se hace una breve reseña de los insectos y de las características de los daños que causan en la planta.

Picudo de las espinas.- Los adultos de este coleóptero -- se parecen a la mosca casera y miden de 3 a 4 mm. de largo. Emergen en la primavera, durante los meses de marzo y abril, son de color oscuro con una mancha dorsal en forma de cruz. Las hembras depositan sus huevos en la base de las espinas haciéndoles un pequeño agujero, y entre mayo y junio nacen las larvas que inmediatamente empiezan a dañar las pencas, dando lugar a escurrimientos blancos como lágrimas de parafina. Esta plaga también -- ataca los frutos. Se recomienda cortar las raquetas dañadas y -- destruirlas.

Grana o Cochinilla.- Es una plaga que durante el invierno tiene poca actividad, pero que tan pronto comienza la primavera, o sea que aumenta la temperatura, se reproduce atacando por igual las pencas y los frutos. Se caracteriza por su aspecto de pequeñas motitas de algodón que, al ser aplastadas, muestran un color rojo intenso en su interior. Si el ataque de la plaga es -- severo puede originar que el fruto se caiga.

Gusano Blanco.- Es de color blanco cristal que mide de 2 a 3 cm. de largo. Aparece durante los meses de julio y agosto. -- Estos gusanos viven en colonias de 25 a 30 animales, por lo que--

su ataque a las pencas es muy severo. Hacen agujeros en las raquetas formando galerías que penetran hasta la médula de las plantas destruyendo los tejidos leñosos. Expulsan sus excrementos a través de un agujero, los cuales, al caer en el suelo, forman pequeños cúmulos que comunmente se conocen con el nombre de montoncitos de arroz. El ataque de esta plaga puede ser tan serio que puede originar la caída de los brazos y hasta la muerte de las plantas. Cuando se detecta la aparición de esta plaga se puede controlar químicamente, o bien, si ya se encuentra dentro de la penca se abre la galería, se sacan todas las larvas que forman la colonia y se deja orear la galería abierta.

Gusano Cebra.- Este gusano proviene de una mariposa que pone sus huevecillos en las pencas. La larva se desarrolla dentro de la planta formando un abultamiento con aspecto de tumor. Alcanza de 4 a 6 cm. de longitud y su cuerpo es de color negro azulado con franjas blancas en cada segmento, lo que da origen a su nombre.

Esta plaga aparece generalmente en los meses de noviembre y febrero. Al poner sus huevos la hembra ataca las raquetas superiores del nopal formando galerías. Puede controlarse mecánicamente cortando un lado del tumor.

Araña Roja.- Esta plaga es un ácaro de color rojo que vive sobre las pencas en colonias numerosas. Se alimenta chupando la savia de las plantas y sus daños se caracterizan por la formación de manchas con apariencia de quemaduras si el ataque es leve pero si es intenso la raqueta se torna de color leñoso o café. Si no se controla a tiempo esta plaga puede acabar con la nopalera.

**Chinche Café.**— Es un insecto que tiene un color café rojizo, de un cm. de longitud, que forma colonias numerosas. Tienen un pico muy largo con el que chupa la savia. Las pencas adquieren una coloración café oscura y si el ataque es muy intenso la planta muere.

**Gusano Cabeza Roja.**— Alcanza hasta 1 cm. de longitud. Ataca al nopal en la unión de las raquetas y puede tirarlas. Su excremento se parece al del gusano blanco, sólo que lo produce en cantidades menores dado que no forma colonias. El excremento tiene la apariencia de pequeñas virutas de madera.

**Mayate Café.**— Este mayate constituye una plaga del nopal que ataca de preferencia a los brotes tiernos cuando no tiene otra cosa que comer, lo que sucede cuando se alarga mucho la época de sequía.

**Trips.**— Esta plaga no se nota a simple vista porque es muy pequeña. Su daño se distingue porque las tunas, cuando van creciendo y antes de madurar, se ven totalmente roñosas.

**Caracoles.**— Estos animales se arrastran por las plantas para llegar a los brotes tiernos atacándolos, lo que impide que se formen nuevas raquetas.

**PLAGAS DEL NOPAL, CARACTERISTICAS DEL ATAQUE Y SU CONTROL QUIMICO**

NOMBRE DE LA PLAGA	DAÑOS Y SUS CARACTERISTICAS	PRODUCTOS A USAR	DOSIS X HA.	EPOCA DE APLIC.	OBSERVACIONES
GUSANO CEBRA	Las raquetas mues tran tumor.	Supracid 40	1 - 1.5 lt.	febrero y marzo	Fumige la huer ta cuando vea orificios en las raquetas.
ARAÑA ROJA	Raquetas como que madas con fuego o viejas.	Akar 338	.5 - 1 lt.	Entrada la primavera.	Cuando observe secamiento en las raquetas.
GRANA O COCHINILLA	Aparece como moti tas de algodón.	Malathion 50%	.5 - .75 lt.	Al hacer más ca lor.	Cuando este pe queña hacer el ataque.
CHINCHE CAFE	Pudre la tuna.	Polvo humectante Sevin 80	.5 - 1.1 k.	Antes de la ma duración	Procure asper jar 25 días an tes de la cose cha.
TRIPS	La tuna se pone roñosa.	Supracid 40	.3 - .4 lt.	En Verano	Antes de madura o cuando esta ma dura.
GUSANO BLANCO CRISTAL	En el suelo se ven virutitas de excremento.	Supracid 40	1 - 1.5 lt.	En Verano	Presenta agujeros en las raquetas.
GUSANO CABEZA ROJA	En los entre-nudos.	Supracid 40	1 - 1.5 lt.	Al aparecer	Entre nudos de 2 raquetas.
PICUDO DE LA ESPINA	Aparece como la grimas de parafina.	Paration Etilico 50.	.5 - .75 lt.	Entrando la primavera.	Perforación de las raquetas en las espinas
MAYATE CAFE	Atacan los brotes tiernos.	Supracid 40	1 - 1.5 lt.	Marzo y Abril	Brotos tiernos mordidos.
CARACOLES	Atacan los brotes tiernos.	Cebos envenenados.		Al inicio de las aguas.	Se ven los brotes tiernos mordidos y una cauda de agua en ellos.
PAJAROS	Atacan los brotes tiernos.	Folidol en sol. E-605	De 1 a 2 c.c. X lt. de agua.	Cuando aparez can.	Cuando escasea el alimento atacan los brotes tiernos.

#### 7.8.- ENFERMEDADES:

**Putrición negra.**- Se presenta en las pencas y la causa es un hongo; teniendo como vectores varios insectos, los cuales le proporcionan la entrada a las pencas, cuando el organismo ha penetrado, produce una mancha negrusca que se va agrandando hasta propagarse por toda la penca, pudiendo continuar con las adyacentes.

**Mancha Café.**- Es posible que se trate de una enfermedad bacteriana. Empieza por una pigmentación café alrededor de las aréolas, invadiendo los tejidos adyacentes hasta que la penca queda totalmente coloreada, interrumpiéndose así la función clorofiliana y, por consiguiente, al producción de frutos y renuevos.

**Carcoma de la Penca.**- Empieza en la región apical de los renuevos, resecañándose las aréolas. Al detenerse el crecimiento de esta enfermedad en una zona definida, como la parte adyacente sigue creciendo, al llegar a la madurez, la penca presenta el aspecto dentado o raído que se conoce como carcoma; se cree que se debe a la carencia de Manganeso y Boro.

**ENGROSAMIENTO DE LOS CLADODIOS.**- Se presenta en la mayoría de los casos, en la producción de "tuna" se cree que es provocada por un virus no identificado, la planta deja de producir fruto y además contamina a toda la huerta.

**NOTA: NO EXISTEN INVESTIGACIONES PARA EL CONTROL DE ESTAS ENFERMEDADES.**

### 7.9.- PODAS.

7.9.1.- PODAS DE FORMACION: Esta práctica tiene como objeto la eliminación de aquellas pencas que no se localizan en la posición o ángulo adecuado para formar la estructura predeterminada a la planta y se facilite su cosecha, para lo cual se recomienda darles las siguientes formas:

- a) Circular.
- b) Orejas de conejo.
- c) Raqueta coronada.

Se cortarán aquellos artículos que se encuentren muy juntos y en la base del tallo. Una vez iniciado el proceso de producción deberá combinarse tanto la poda de formación como la de producción para finalmente, sólo dejar esta última.

7.9.2.- PODA DE RPRODUCCION: Se lleva a cabo eliminando las pencas que tuvieron producción de tuna en la cosecha pasada y de estas sólo se dejarán las que por su coloración interesan para obtener nuevos brotes para el siguiente año. En esta poda se deben dejar los brotes de una edad de un año (de preferencia las orientadas Norte a Sur), ya que en estos se presentara la proxima producción; sin embargo, también se tendra que eliminar los que por su coloración no sea deseable (muy altas o en mala posición). Se debe ra cortar todos aquellos cladiodjos que presentan sintomas de enfermedades o deformaciones causadas por plagas.

Con el fin de facilitar la cosecha, la altura de las plantas no debe ser mayor de 1.80 m. La época para realizar esta práctica es un poco antes de que inicie la floración y se debe hacer en el período de Diciembre a Enero. Sin embargo, en donde se tienen condiciones ambientales en el que el invierno son tan drásticas en cuanto a la humedad y bajas temperaturas, los productores acostumbra a podar inmediatamente después de la cosecha o sea en los meses de Septiembre y Octubre, fertilizando con productos ni-

trogenados con el fin de inducir a una brotación de nopalitos principalmente que se cosechan en el período de Diciembre a Abril.

7.9.3.- MANEJO DEL MATERIAL DE PODA: En el momento de realizar la selección y poda del material de propagación, será indispensable su almacenamiento y esto presentara problemas a medida -- que la cantidad se incremente.

Se resolvió el problema del almacenamiento construyendo -- una estructura de madera que permite manejar gran cantidad de pencas en un espacio relativamente corto, facilitando así su manejo -- y conservación en condiciones adecuadas.

Una de las prácticas que mayores problemas han causado en el establecimiento de plantíos de nopal ha sido el mal manejo que se le da a la planta durante el traslado, sobre todo en aquellas -- variedades que poseen grandes espinas con el fin de evitar heridas o magulladuras en las plantas, se presenta como alternativa la utilización de las estructuras que se fabrican para el almacenamiento se pueden utilizar además algunos aislantes o separadores, tales -- como paja, con los cuales se puede formar una capa de altura suficiente que permita el contacto de material de propagación.

## VIII.- CULTIVO Y APROVECHAMIENTO DEL NOPAL COMO FORRAJE.

En las zonas aridas y semiaridas predominan el tipo de vegetación graminoidea y arbustiva, esta no es factible de aprovechamiento para la alimentación humana en forma directa, en cambio su transformación por rumiantes convierte la energía orgánica disponible en productos de alto valor para su consumo directo del hombre.

### 8.1.- LAS PRINCIPALES ESPECIES DE OPUNTIA UTILIZADAS COMO FORRAJE SON:

OPUNTIA STREPTOCANTHA.....	Nopal cardón.
OPUNTIA LEUCOTRICHA.....	Nopal duraznillo.
OPUNTIA LINDHEMEN.....	Nopal cuijo.
OPUNTIA RASTRERA.....	Nopal rastrero.
OPUNTIA MICRODASYS.....	Nopal cegador.
OPUNTIA PILIFERA.....	Nopal crinado.
OPUNTIA MAXIMA.....	Nopal pelón.
OPUNTIA ROBUSTA.....	Nopal camueso.

### 8.2.- ASPECTOS TECNICOS PARA LA EXPLOTACION FORRAJERA:

La selección de las variedades antes mencionadas se hace en base a la precocidad, resistencia a sequías prolongadas, a las plagas y enfermedades y el tonelaje de producción.

Se ha encontrado que los rendimientos de forra e verde son similares cuando se depositan las pencas sobre la superficie del suelo, que cuando se entierran parcialmente para establecer las plantaciones; puesto que el primer método es más económico se considera ventajoso su empleo.

La ordenación de un plantío con este fin es un dato que se



maneja según la disponibilidad de material vegetativo, calidad de los suelos, precipitación, etc. estudios de diferentes densidades de nopal en terrenos tepetatosos de temporal varían de 5,000 a 80,000 plantas por Ha. obteniendo un rendimiento de (27 Ton.) y (67 Ton.) respectivamente.

En cuanto al ameno de las plantaciones de nopal para forraje, es conveniente establecer plantaciones con alta densidad (80,000 plantas/Ha.) lo cual se consigue en surcos de 0.5 m. con plantas a 0.25 cm. esto puede realizarse en forma de setos dejando espacio para el tránsito de vehículos durante el corte; por otra parte, el esquema propuesto da indicaciones para su empleo como seto vivo para detener la erosión, en los terrenos erosionados la aplicación de estiércol se considera conveniente máxime que se piensa utilizar al nopal para alimentar ganado que a su vez producira estiércol. El corte debera efectuarse en forma trimestral de acuerdo a las condiciones de crecimiento regional.

El rendimiento del nopal es variable dependiendo de los factores como: Densidad de población, Suelo, Clima, Precipitación pluvial, método de cultivo, variedad embeleds, edad de la plantación pero en terminos generales la variedad oscila entre 100 y 400 toneladas por Ha. anualmente.

8.3.- ASPECTOS NUTRICIONALES: El porcentaje de proteína cruda varía de 2.78% en la Opuntia Rastrera hasta 8.84% en la Opuntia Stenopetala, en lo que se respecta a grasa cruda Opuntia Lucens se reporta solamente 0.57%, mientras que en Opuntia Leucotricha es de 2.66% y en cuanto al contenido de fibras en Opuntia Lucens es de 2.57% contra 18.88% en Opuntia Streptocantha.

a) DIGESTIBILIDAD DEL NOPAL: Este concepto se refiere a-

la cantidad o porcentaje de alimento que aprovecha un animal. El conocimiento de la digestibilidad de un producto es importante porque no es proporcional al contenido de nutrientes y por tanto no se puede predecir con el análisis químico.

NUTRIMENTOS DIGESTIBLES DEL NOPAL  
(OPUNTIA CHRYSACANTHA)

PROTEINA	FIBRA	EXTRACTO ETEREO	E.L.N.*	T.N.D.**
0.39	0.84	0.20	8.56	10.09

\* Extracto libre de nitrógeno.

\*\* Total de nitrógeno disponible.

PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD DEL NOPAL (OPUNTIA FIGUS INDICA) ----  
REPORTADA POR VARIOS AUTORES.

ESPECIE	MATERIA	PROTEINA	GRASA	FIBRA	E.L.N.
	ORGANICA	CRUDA	CRUDA		
BOVINOS	69.00	12.00	71.00	37.00	80.00
BOVINOS	71.00	55.00	70.00	46.00	78.00
OVINOS	64.00	56.00	74.00	13.00	76.00
OVINOS	68.60	68.00	31.00	53.20	73.80

Analizando los problemas con que se encuentran la ganadería para su desarrollo en esta zona de temporal encontramos que -- las principales limitantes en el área son el agua y por consiguiente el forraje.

En épocas de sequía el pastizal se acaba, el agua escasea, por lo que las condiciones para la ganadería resulta bastante difíciles.

El nopal como recurso forrajero del ganadero de zonas áridas durante la sequía ofrece características ventajosas para su utilización al convertirse en una fuente disponible de agua para los animales en época de secas.

Las desventajas más notables, son su competencia con el pastizal por agua y nutrientes, su escaso valor proteico, bajo valor energético. En la temporada de secas, la proteína es el principal nutriente limitante en el agostadero por lo que el uso de nopal como recurso forrajero, obliga a la suplementación de proteína.

Experiencias en la zona tipo realizadas por el Centro de Investigaciones Pecuarias, reportan la factibilidad de mantener, el peso vivo de vacas sin cría al pie alimentándolas con nopal ensilado con gallinaza, rastrojo de maíz y melaza o con nopal verde picado suplementándolo con los mismos sub-productos a nivel de comedero, vacas y vaquillas lactantes son el grupo de animales de un hato que más padecen las inclinaciones de las sequías, por sus mayores exigencias nutritivas, no se cuenta con la información reportada que permita estimar, su comportamiento cuando se alimentan con el tipo de raciones antes descritas.

Estudios económicos realizados con el empleo del nopal como forraje indican su incostabilidad cuando no se dispone del recurso en forma local a nivel de predio y cuando su procesamiento implica el chamuscado previo y picado manual.

De lo anterior se deduce que la utilización eficiente del nopal como recurso, forrajero para el ganado en épocas de sequía -

debera estar basado en la inclusion de una fuente de proteina que subsane su deficiencia nutritiva y en la mecanizacion de su procesamiento.

COMPOSICIONES PORCENTUALES Y ANALISIS PROXIMAL DE ENSILAJE DE —  
NOPAL, RASTROJO Y MELAZA

	%	KG.	
NOPAL VERDE PICA	60	16	
DO.			
GALLINAZA.	20	4	
RASTROJO DE MAIZ	15	3	
MELAZA.	5	1	
	<hr/>	<hr/>	
	100 %	24Kg.	= 250 gr. diario de peso - en bovinos de 300 Kgs.
MATERIA SECA	38		
MATERIA ORGANICA	68		
PROTEINA CRUDA	11		
PIBRA CRUDA	18		
CENIZAS	32		

8.4.- NIVELES DE CONSUMO DEL NOPAL POR EL GANADO: Para lograr el mantenimiento o ganancia de peso en bovinos, es necesario agregar ingredientes de emergencia (rastrojo, melaza y gallinaza) o de buena calidad como alfalfa y sorgo, la suplementación proteínica determinara según su composición porcentual la cantidad de - Kgs. de nopal consumidos diariamente pero como promedio oscila entre los 16 y 117.0 Kgs.

8.5.- METODOS PARA SUMINISTRAR EL NOPAL AL GANADO: Las principales limitantes para alimentar al ganado con nopal son la presencia de espinas, este problema se resuelve mediante técnicas sencillas como:

1.- Amontonar hierbas secas alrededor de la planta y se le prende fuego lo que trae consigo que muera la planta. Este método ya no es recomendado.

2.- Cortar varias pencas y chamuscarlas por ambos lados sobre un fuego de hierbas y luego picarlas antes de darlas al ganado.

3.- La acción en calderas es un método utilizado en los Estados Unidos, pero no se emplea en México por el costo que implica.

8.6.- PICADO DE LAS PENCAS Y MEZCLADO CON EL FORRAJE DE EMERGENCIA (RASTROJO, MELAZA, GALLINAZA). El ganado que no ha sido alimentado anteriormente con nopal debe inducirse gradualmente a su consumo, considerando además las siguientes indicaciones.

1.- Previamente desespinadas con una picadora manual (de preferencia) o manualmente.

2.- La preparación del ensilaje se realiza en capas, colocandose una de rastrojo más gallinaza una de nopal picado, seguida por una de melaza, y así sucesivamente. Este sencillo procedimiento (comercial) permite la conservación del forraje ensilado que aunque mantiene su identidad en estratos en ningún momento manifiesta características organolísticas indeseables de putrefacción.

La conservación del nopal se logra mediante el ensilaje y una vez establecido el proceso de fermentación se logra la ---

acidificación del medio (pH 4.4). Además los valores se elevan has  
ta 10.1% en base seca en el silo aquí estudiado y al E. Mble es -  
de 1.5 Mo Kgs.

UTILIZACION DEL NOPAL COMO RECURSO

FORRAJERO EN DIVERSAS PARTES DEL MUNDO.

PAIS	VARIETADES UTILIZADAS.	RENDIMIENTOS TON/HA.	PROPOSITO DE UTILIZARLO	TIPO DE EXPLOTACION	ESPECIE PECUARIA	DOSIS KGS. O SUMINISTRADA	EPOCA DE UTILIZACION	OBSERVACIONES GENERALES
AFRICA DEL SUR (REGION ARIDA).	SIN ESPINAS FICUS-INDICA		FORRAJE.	"TECNIFICADA" EN -- CURVAS DE NIVEL Y - PASTOREO DIRECTO.	OVINA.	5 KG. DE NOPAL, 1 KG. DE ALFALFA DURANTE -- 525 DIAS.	SEQUIA.	SE HAN REALIZADO INVESTIGACIONES DE MEJORAMIENTO DE LAS ESPECIES CULTI- VADAS. (RESISTENTES A COCHINILLA).
MADAGASCAR (REGION SEMIDE- SERTICA).	SIN ESPINAS FICUS INDICA		CONTROLAR LA ERO SION Y DARLO VER DE.		BOVINAS.		SEQUIA.	PLANTACIONES DESTRUIDAS POR EL GUSA NO BLANCO DACTILOPLUS TORMENTOSA.
AFRICA DEL NORTE	SIN ESPINAS FICUS-INDICA	10-15 TON/HA. ANUAL EN CONDI CIONES ADVERSAS	FORRAJE.		BOVINAS.	7.8 KG. DE NOPAL, --- 2.5 KG. DE OLIAGINO-- SAS.*	SEQUIA.	*DOSIS PARA PRODUCIR 1 KG. DE CARNE SE EFECTUARON REVISION DE LITERATU- RA DE DIVERSOS TEMAS DEL NOPAL.
ARGELIA	SIN ESPINAS FICUS-INDICA	50-60 TON/HA. 100-300 TON/HA. 50-200 TON/HA.	FORRAJE CONTROLAR LA ERO SION Y FRUTOS - PARA LA POBLA--- CION.		OVINAS Y BOVINAS		SEQUIA.	CONSIDERAN EL CONTENIDO DE AGUA EN- EL NOPAL (80-90 %) COMO OBSTACULO - PARA FORRAJE.
TUNEZ	SIN ESPINAS	10-30 TON/HA. 80-100 TON/HA.	FORRAJE.	TECNIFICADA.	BORREGAS, **BOVINOS DE LECHE	4.5 KG.*		SE HACE NECESARIO SUPLEMENTAR CON - OTRO FORRAJE QUE PROPORCIONE PROTEI NA: LOS ANIMALES CON 2 O 3 MESES DE ALIMENTARSE CON NOPAL MUEREN.
ESPAÑA (REGION ARIDA)		100 TON/HA. - COMO MEDIA ANUAL.	FORRAJE	TECNIFICADA.	CAPRINOS Y BUEYES- BOVINOS DE LECHE	35 KG. NOPAL Y 3 KG. PAJA 6 KG. DE NOPAL X C/100 - KG. DE PESO VIVO.	SEQUIA. SEQUIA.	*NO SOLO CONSERVA SU PESO VIVO SINO QUE MEJORAN LA CALIDAD DE SU LANA.
ITALIA		60-65 TON/HA.	FORRAJE.		OVINOS Y CAPRINOS BOVINOS.	6 KG. DE NOPAL 25-35 KG. NOPAL	SEQUIA.	
INDIA		46.9-91.9 TON/HA. A LOS DOS AÑOS Y MEDIO.						DESPUES DEL PRIMER CORTE, LA PRO DUCCION SE INCREMENTA.
ARGENTINA (ZONAS ARIDAS)	OPUNTIA INER MIS.	100 TON/HA.	FORRAJE	PASTOREO DIRECTO AL - SEGUNDO AÑO DE IMPLAN TADA LA HUERTA.			SEQUIA	REPORTAN POBREZAS EN PROTEINAS - POR LO QUE ES NECESARIO UN COM-- PLEMENTO EN LA DIETA.
BRASIL	FICUS-INDICA Y NOPALEA COCHENILLI FERA.	*258 TON/HA. AL SEGUNDO AÑO. ** 92 TON/HA.	FORRAJE	TECNIFICADA.			SEQUIA	*FERTILIZANDO CON FOSFORO Y MATE RIA ORGANICA. **TESTIGO: REALIZARON INVESTIGA- CIONES.

## IX.- CULTIVO Y APROVECHAMIENTO DEL NOPAL PARA VERDURA

## "NOPALITO"

La utilización del nopal en la alimentación humana ha sido una de las principales formas de consumo de los productos generados por estas plantas. La cocina mexicana, dentro de sus comidas típicas incluye los nopalitos como uno de sus platillos más característicos.

En México la producción de verdura a partir del nopal se encuentra en el Centro del país, destacando como los mayores productores las localidades de Milpa Alta, Distrito Federal, Sn. Martín de las piramides, Estado de México y el Estado de Puebla, entre otros.

La importancia que tiene la producción lograda en estos lugares y el impacto económico que se observa en los ingresos de los productores, han sido algunos de los factores que generaron la inquietud de tratar dentro del presente trabajo.

9.1.- VARIEDADES UTILIZADAS CON EL PROPOSITO DE VERDURA: - Las variedades adecuadas para el establecimiento de huertas de nopalitos son aquellas que presentan características de pencas que carecen de espinas, poca fibra y su sabor no agrio, encontrando varias selecciones que cumplen este proposito:

- 1.- Selección L4.
- 2.- " L5.
- 3.- Tlaconopal (Opuntia Inermis).
- 4.- Copena F - 1
- 5.- Castilla - 2.

9.2.- ASPECTOS TECNICOS PARA LA EXPLOTACION DE VERDURA: Al



gunas de las prácticas del cultivo de nopal encaminadas a la producción de nopalitos.

Esta alternativa de producción se recomienda llevar a cabo en suelos producidos con precipitaciones de 900 a 1000 mm. — (Condiciones de Milpa Alta) o que pueden ser regados y que puedan ser fertilizados (de preferencia con abonos orgánicos) "gallinaza" ya de que estos dos factores dependen un máximo rendimiento y calidad en las pencas que se utiliza como verdura.

La preparación del terreno se recomienda hacerla con un barbecho de 25 a 30 cm de profundidad con el objeto de intemperizar la capa inferior del suelo y eliminar las plagas y nematodos que atacan este cultivo; efectuar los rastreos que sean necesarios para terminar de acondicionar la capa arable.

Nivelar el terreno con el objetivo de evitar que después del riego o una fuerte lluvia se presenten encharcamientos y excesos de humedad en las partes bajas o bien resequedad en las partes altas, ya que el cultivo debe recibir riegos de auxilio en las etapas críticas del desarrollo.

a) EPOCA DE PLANTACION: La época mas adecuada para iniciar la plantación es en abril a mayo poco antes de la temporada de lluvias; esto permite iniciar el corte de nopalitos el mismo año en octubre o noviembre, cuando hay buenos precios. Otra época buena es en la cuaresma, cuando el nopal está en plena producción de brotes.

b) ORDENACION DEL HUERTO: Se pueden realizar dos tipos de explotación; en surcos y mini-invernaderos.

1.- En Surcos: Se recomienda tener una población de 40,000 plantas a una separación de .80 cm. entre surcos y .30 cm. entre plantas se debe enterrar 3/4 partes de la raqueta al momento de plantar.

El nopal responde perfectamente a la fertilización, cuando es química se utiliza la formula 120-100-00 en dos aplicaciones al inicio y al final de la temporada de lluvias cuando se aplican abonos orgánicos las dosis utilizadas son de 80 a 100 toneladas por Hectarea de preferencia estercolado.

En este sistema la poda de formación se hará utilizando el criterio de dejar 8 raquetas por planta las cuales se seleccionaran las que no estorben el acceso por las calles ni se estorben unas con otras, todo el material de poda se comercializara en estado tierno.

2.- Mini-Invernaderos: Este sistema está basado en la sobre población en almacigos de 2 mts. de ancho por el largo deseado la finalidad es de no dejar crecer mas de dos raquetas por planta para poder cortar todo el renuevo que aparezca en las raquetas.

El termino de mini-invernaderos se le da al almacigo por protegerse este con alambón de varilla de 1/8 con cubierta de plástico transparente, el cual evita que el agua se pueda evaporarse o al transpirar la planta protege al brote de las heladas, otra ventaja que brinda este sistema es que un riego mensual de tres litros por metro cuadrado de almacigos, durante los meses de octubre - abril es suficiente:

Para la plantación de nopal para verdura en mini-invernadero se usa mayor cantidad de plantas; se recomienda emplear 55 plantas (pencas) por metro cuadrado de mini-invernadero a distancia de 10 cm. entre pencas y 20 cm. entre filas.

De tal manera tendremos en el trazo de una Ha. con este sistema dejando 2 mts. de ancho del almacigo y 1 mt. de separación para realizar los cuidados y labores de cosecha, una superficie de 6,600 mts<sup>2</sup>. aptos para el cultivo en almacigos y 3,400 para transitar, lo que nos daría un total de 363,000 plantas en una Ha.

La cubierta de polietileno se puede quitar a mediados de abril pues el calor de los mini-invernaderos puede dañarlos en sus brotes tiernos y ya no hay riesgos de heladas. Se colocara nuevamente la cubierta en cuanto se tengan bajas temperaturas (principios de noviembre).

9.3.- LABORES CULTURALES: Pueden considerarse como una práctica cultural la poda de formación. Una vez que la penca plantada ha desarrollado sus sistemas de raíces y entra en actividad, se inicia la brotación de nuevas yemas que darán origen a las pencas superiores sobre estas se desarrollarán los nopalitos que cosecharán para la venta. Se deben seleccionar dos brotes centrales superiores de la penca inicial a fin de facilitar la cosecha y las limpias.

La plantación debe mantenerse limpia de malezas particularmente de la grana, que es la más nociva, el control se realiza con preferencia manual, químicamente ha respondido positivamente Sencor a dosis de 1 lt. en 150 lt. de agua, la desventaja del uso de este herbicida es el costo ya que vale aproximadamente 10,000 pesos lt. y se necesitan 5 a 7 lts. para dejar la superficie bien protegida por el temporal de lluvias.

9.4.- COSECHA Y RENDIMIENTO: El corte de los nopalitos debe hacerse con un cuchillo bien afilado retorciendo el brote para arrancarlo, se vende al mercado en cajas de madera de 20 Kgs. protegida por papel periodico amarrado con hilillo o bien en pacas -- que se forman con un cilindro de un metro de diámetro y una altura de 1.75 mts. en donde se acomodan aproximadamente unos 2,800 nopalitos hasta completar 200 kg. de peso en la forma tradicional de trasladar el nopal a distancias largas.

La producción que puede lograrse con riego, estiércol y fertilizante químico puede ser de 90 toneladas por Ha. durante el año (se han logrado hasta 34 cortes) al mes. En el método de mini invernadero se pueden lograr producciones de 30 Kgs. por metro — cuadrado.

COSTOS DE CULTIVO Y CALENDARIZACION DE TRABAJO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE 1 HA. PARA PRODUCCION DE  
VERDURA; SUPERFICIE 1 HA. DENSIDAD 40,000 PLANTAS/HA.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1. PREPARACION DEL TERRENO.									
a) Barbecho	Maquila	1	\$ 1,700.00	\$ 1,700.00	1,700.00				
b) Rastreo cruzado	"	2	1,200.00	2,400.00	2,400.00				
c) Trazo del surco	"	1	1,300.00	1,300.00	1,300.00				
2. ESTABLECIMIENTO DEL HUERTO									
a) Compra de planta.	Planta	49,000	5.00	200,000.00	200,000.00				
b) Acarreo de planta	Transporte	20,000	27,500.00	27,500.00	27,500.00				
c) Plantación	Jornal	40	500.00	20,000.00		20,000.00			
3. MANTENIMIENTO DEL HUERTO.									
a) Cercado del terreno.									
1. Alambre	Rollos	2	4,000.00	8,000.00	8,000.00				
2. Postes	Postes	80	90.00	7,200.00	7,200.00				
3. Apertura hoyos para sercos	Jornal	17	500.00	8,500.00	8,500.00				
4. Colocación de Alambre.	Jornal	5	500.00	2,500.00	2,500.00				
b) Fertilizante - estiercol	Jornal	50	500.00	25,000.00			25,000.00		
c) Limpias y deshierbes.	Jornal	25	500.00	12,500.00					12,500.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR	TOTAL	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
UNITARIO									
4. MATERIALES.									
a) Agroquímicos									
Folidol, Gramoxone.		40 Lts.	\$ 700.00	\$ 28,000.00					28,000.0
b) Fertilizante									
Estiercol	Camión	5	6,000.00	30,000.00	30,000.00				
c) Carretillas		2	8,000.00	16,000.00	16,000.00				
d) Azadones		2	500.00	1,000.00	1,000.00				
e) Mochilas aspersores		2	5,500.00	11,000.00	11,000.00				
f) Palas		2	500.00	1,000.00	1,000.00				
				\$ 403,600.00	318,100.00	20,000.00	25,000.00	40,500.00	
SUB'TOTAL:				\$ 403,600.00					
20% IMPREVISTOS:				80,720.00					
T O T A L : =				<u>\$ 484,320.00</u>					

## X.- CULTIVO Y APROVECHAMIENTO DEL NOPAL PARA FRUTA

## " TUNA "

Para este propósito se recomienda acondicionar la capa arable con un barbecho y rastreo doble.

10.1.- VARIEDADES: En la selección de las variedades se recomienda elegir aquellos de producción temprana o tardía con altos contenidos de azúcares, porcentaje alto de porción comestible resistencia al acame y al transporte:

- 1.- Burróna.
- 2.- Cristalina.
- 3.- Amarilla de la monteza.
- 4.- Blanca alfafayuca.
- 5.- Blanca de ojuelos.
- 6.- Naranjona.
- 7.- Blanca lisa.
- 8.- Camueza.
- 9.- Chapeada.

10.2.- DENSIDAD: Para una explotación comercial se utiliza de preferencia dos tipos de ordenación a marco real y tresbolillo en el primero con una distancia entre planta e hilera de 2.5 mt. - con una población de 1,250 plantas, en el segundo sistema se hace a 3 y 4 mts. entre plantas y líneas respectivamente obteniendo una densidad de 833 plantas por Ha.

10.3.- EPOCA DE PLANTACION: La más adecuada es cuando no hay lluvias antes del temporal entre los meses de Marzo - Mayo y Agosto y Septiembre aunque se puede correr el riesgo con este último período de que la planta sufra por sequía en los primeros meses del año siguiente.

Un mayor número de cladiodos produjeron fruto cuando estuvieron orientados Norte-Sur hubo mayor número de frutos por planta y por cladiodo y un mayor contenido de sólidos solubles en comparación con la orientación Este-Oeste.

Al hacer la cepa se recomienda llenarse con un tercio de mezcla de tierra que contenga de 7 a 10 Kg. de estiércol bien podrido se sienta sobre la cepa; se cubre con la mezcla hasta  $\frac{3}{4}$  de la raqueta, se ha comentado de que al iniciar una plantación tunera conviene utilizar lo que se conoce como brazos que son dos o tres raquetas sasonas, se ha comprobado en la práctica que el esfuerzo que tiene que hacer la planta al emitir las primeras raíces y darle vigor, resistencia y estímulo a las yemas para su crecimiento es mucho, por lo que se opta por utilizar una sola raqueta.

10.4.- FERTILIZACION: Se recomienda que a partir del segundo año de edad se fertilice con 400 grs. por planta de la fórmula 17-17-17 dos veces por año y aumentar esta cantidad paulatinamente hasta llegar a un Kg. por planta según lo demuestra el cuadro siguiente.

EDAD DE LA PLANTA	FORMULA	EPOCA DE PLANTACION	CANTIDAD DE GRS./PLANTA
2	17-17-17	Mayo y Septiembre	400
3	" "	" "	600
4	" "	" "	800
5	" "	" "	1000

El fertilizante se aplica rastrillando el cajete, alrededor de la planta sobre la zona de goteo, así mismo se incorpora la materia orgánica de las malezas recién cortadas.



Un aspecto importante en el suministro de agua a la planta es la construcción de micro cuencas de captación de humedad, que no es otra cosa que un cajete, dando una pendiente ligera de media luna y como se dejo tiene la finalidad en plantaciones con este proposito de retener toda el agua del temporal y sea mejor aprovechado por la planta.

10.5.- PODAS: Ver capitulo VII. Podas de producción y Formación.

10.6.- LABORES CULTURALES: Ver capítulo VII. Control de malezas.

10.7.- COSECHA, SELECCION Y EMPAQUE: La madurez de la tuna se reconoce por el cambio de coloración que manifiesta en sus terceras partes. La selección se lleva a cabo utilizando guantes y cuchillo, teniendo cuidado que al separar la fruta de la penca no se desprenda del peduculo ya que reduce el periodo de duración entre la fecha de cosecha y consumo al quedar expuesto el fruto al ataque de hongos por la herida que le causa, posteriormente es necesario eliminar los ahuates. En la selección se eliminan las tunas que se encuentren dañadas por plagas y enfermedades, raspaduras y exceso de maduración, clasificando posteriormente en 1a, 2a, 3a calidad dependiendo del tamaño de las mismas.

El empaque para el mercado se realiza en cajas de madera con un peso aproximado de 35 a 45 Kg. las cuales se cubren con papel periódico. Para el mercado internacional se utilizan cajas de cartón o de madera con peso de 10 Kgs. cubriendo cada tuna con papel celofán al cual se le pega una etiqueta con las recomendaciones para su consumo.

COSTOS DE CULTIVO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE 1 HA. PARA PRODUC-

CIÓN DE TUNA; DENSIDAD 1,300 PLANTAS/HA.

67

(PRIMER AÑO)

C O N C E P T O	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO T O T A L
<b>1.- PREPARACION DEL SUELO</b>				
1.1.- Desmonte (Mano de obra)	Jornal	38	\$ 500.00	\$ 19,000.00 *
1.2.- Trazo del Huerto	"	2		1,000.00 *
1.3.- Bordeo (Tractor)	Ha.	1		3,500.00 *
<b>2.- PLANTACION</b>				
2.1.- Adquisición de planta.	Pencas	1300 *	10.00	13,000.00
2.2.- Plantación.	Jornal	10	500.00	5,000.00
<b>3.- C E R C A D O</b>				
3.1.- Compra de Alambre de -- púas calibre 12 1/2. y 34 Kg.	Rollo	2	4,000.00	8,000.00 *
3.2.- Adquisición de Grapas	Kg.	2	133.00	266.00 *
3.3.- Compra de postiería de Madera	Postes	80	90.00	7,200.00
3.4.- Mano de obra (postiería).	Cepa	80	30.00	2,400.00
3.5.- Colocación de postiería		80	15.00	1,200.00
3.5.1. Tendido, Tensado y colo cación de Alambre	Jornal	5	500.00	2,500.00
* OPCIONAL.			<b>SUB TOTAL:</b>	<b>59,066.00</b>

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>4.- FERTILIZACION:</b>				
<b>4.1.- Fertilizante Químico</b> ( Sulfato de Amonio, Superfosfato de calcio simple y cloruro de Potasio).				
	Kg.	120	\$ 5.00	\$ 622.00
<b>4.2.- Fertilizante orgánico</b> ( Estiercol de bovino )				
	Ton.	4.4	1,480.00	6,512.00
<b>4.3.- Transporte de Fertilizante.</b>				
	Viajes	1	400.00	400.00
<b>4.4.- Aplicación de Fertilizante.</b>				
	Jornal	4	500.00	2,000.00
<b>5.- CONTROL DE PLAGAS:</b>				
<b>5.1.- Insecticidas</b>				
5.1.1. Folidol	Litro.	1	611.00	611.00
5.1.2. Volaton	Kilo:	1	120.00	120.00
5.1.3. Sevín	"	1	892.00	892.00
5.2. APLICACION DE INSECTICIDAS:	Jornal	2	500.00	1,000.00
<b>SUB'TOTAL:</b>				<b>\$ 71,223.00</b>
<b>10% DE IMPROVISTOS:</b>				<b>7,122.00</b>
<b>T O T A L :=</b>				<b>\$ 88,345.00</b>

COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL CULTIVO DEL NOPAL TUNERO  
POR HECTAREA ( SEGUNDO AÑO )

69

C O N C E P T O	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO T O T A L
<b>1.- LABORES CULTURALES</b>				
1.1.- Deshierbes	Jornal	5	\$ 500.00	\$ 2,500.00
1.2.- Levantamiento de Bordería	Ha,	1	1,500.00	1,500.00
<b>2.- FERTILIZACION</b>				
2.1.- Fertilizante químico ( 0.118 Kg./planta)	Kg.	120		
2.2.- Fertilizante orgánico ( 4 Kg./planta)	Ton.	4.4		
2.3.- Transporte de Ferti zantes.	Viajes	1	3,000.00	3,000.00
2.4.- Aplicaciones de Ferti zantes,	Jornal	4	500.00	2,000.00
<b>3.- CONTROL DE PLAGAS:</b>				
3.1.- Folidol	Litro	1	611.00	611.00
3.2.- Volaton	Kg.	1	120.00	120.00
3.3.- Aplicación	Jornal	1	500.00	500.00
SUB'TOTAL: .				\$ 10,231.00
10 % DE IMPROVISTOS:				1,023.00
T O T A L :=				\$ 11,254.00

COSTOS DE PRODUCCION DEL CULTIVO DEL NOPAL TUNERO  
AL TERCER AÑO DE SU ESTABLECIMIENTO

70

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
.- LABORES CULTURALES				
.1.- Deshierbes y Podas	Jornal.	15	\$ 500.00	\$ 7,500.00
.- FERTILIZACION				
.1. Fertilizante Químico	Tonelada	1.1	5000.00	5,500.00
.2. Fertilizante Orgánico ( 4 Kg./planta )	"	4.4	1480.00	6,512.00
.3. Transporte de Fertilizante	Viajes	1	3000.00	3,000.00
.4. Fertilización (Aplicación)	Jornal	4	500.00	2,000.00
.- CONTROL DE PLAGAS				
.1 Folidol	Litro	1	611.00	611.00
.2. Volaton	Kg.	1	120.00	120.00
.3 Aplicación /	Jornal	1	500.00	500.00
. COSECHA:				
.1 Mano de Obra	Jornal	25	500.00	12,500.00
.2 Empaque				
.2.1 Adquisición de Cajas de empaque (de 40 Kg.- en promedio).	Rejas	124	74.00	9,176.00
.2.2. Selección de empaque	Jornal	12	500.00	7,000.00
SUB'TOTAL:				54,419.00
10 % DE IMPROVISTOS				5,441.00
T O T A L :=				59,860.00

COSTOS DE NOPAL TUNERO AL CUARTO AÑO.

71

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO T O T A L
1.- DESHIERBES Y PODAS	Jornal	15	\$ 500.00	\$ 7,500.00
Fertilizante Químico	Tonelada	1.1	5000.00	5,500.00
Fertilizante Orgánico	"	4.4	1480.00	6,512.00
Transporte de Fertilizante	Viajes	1	3000.00	3,000.00
Aplic. de Fertilizante	Jornal	4	500.00	2,000.00
Folidol	Litro	1	611.00	611.00
Volaton	Kg.	1	120.00	120.00
Aplicación	Jornal	2	500.00	1,000.00
COSECHA				
Mano de obra	Jornal	50	500.00	25,000.00
Compra rejas (40 Kg.)	Reja	250	75.00	18,750.00
Selección y empaque	Jornal	25	500.00	12,500.00
			SUB'TOTAL: =	82,493.00
			10% IMPREVISTOS: =	8,249.00
			T O T A L: =	90,742.00
				=====

VALOR DE LA PRODUCCION DE NOPAL TUNERO POR HA. A PARTIR DEL 3<sup>ER</sup>.  
AÑO.

AÑO	PRODUCCION POR PLANTA (KG.)	NUMERO DE PLANTAS POR HA.	PRODUCCION KG/HA.	VALOR DE LA PRODUCCION
3 <sup>o</sup>	5	1,300	6,500	130,000
4 <sup>a</sup>	7	1,300	9,100	182,000
5 <sup>a</sup>	25*	1,300	32,500	650,000

\* Del quinto año la producción promedio se considera de 25 Kg. por planta.

La T.R.F. (Tasa de rentabilidad financiera) 41% este por arriba de la tasa de retorno financiero mínimo (30%) en un 11 % diferencia que nos permita prever la bondad del establecimiento de nopal-tunero.

## XI.- CULTIVO DE LA GRANA O COCHINILLA (DACTYLOPIUS COCUS COSTA) DEL NOPAL.

La grana es una de las plagas del nopal de la cual se obtiene un tinte carmín que es utilizado en la industria del vestido, fabricación de cosméticos, pinturas, coloración de alimentos y medicamentos. Su aprovechamiento se remonta al período-Tolteca, o sea alrededor del siglo X de nuestra era y se empleaba para teñir textiles; esculturas, edificios, murales y códices.

La justificación de citar en este trabajo los aspectos generales que se relacionan con la producción de grana en México la encontramos en el hecho de que, a últimas fechas, las anilinas están siendo reemplazadas por otros productos de origen vegetal o animal debido a numerosos casos reportados de alergias producidas por los cosméticos, medicamentos y alimentos en los cuales se emplea este tipo de sustancias.

11.1.- ASPECTOS HISTORICOS DE LA GRANA: En 1620, Felipe III señaló que uno de los más preciosos frutos que se criaban en las indias occidentales lo constituía la cochinilla, mercancía valorada al igual que el oro y la plata. En el período comprendido de 1784 a 1789, Xamiltepec (Mixteca de la costa) produjo 15,852 libras de grana y esto aún cuando en las "Reales Cédulas" se asentaba que los indios se inclinaban poco al trabajo porque no codiciaban bienes, contentándose con poco. En el siglo XVII, en Otumba, Cholula, Tepeaca, Huejotzingo y Tlaxcala, los naturales de estas localidades destruyeron y quemaron los nopales para no ser esclavos de la codicia de los Alcaldes Mayores, que por los beneficios de la compra-venta-



de la grana podían duplicar o triplicar su capital. Dichos problemas fueron causa de la declinación de la industria, que terminó — con la invención de las anilinas. En 1722 el padre Magon "moreteado" y que los indios lo usaban para teñir sus mantas de lana y las cintas para las trenzas de las mujeres (Tlacoyales).

Fray Bernardino de Sahagún preciso en su incomparable historia que los mexicanos llamaban a la grana Nochestli o sangre de tunas, que comprendía a la grana fina o "recia" y la grana "baja" — o mezclada con harina o greda (Tlapalnextli). En 1784 se considera que la mejor era la grana pastre, que se obtenía a base de las hembras que habían tenido crías.

Desde 1777 y con el empleo del microscopio alzate descubrió a este insecto Hemiptero, y junto con los padres Juasco V. Magon y F.J. Clavijero así como Humboldt y Crozco y Berd, logro rescatar los métodos sobre la proporción y uso de la grana.

La cochinilla se vendía en los mercados (Tianquiztli) por determinadas personas, que la colocaban en una especie de cestos — (Chiquipantlacatl) y la compraban fundamentalmente los pintores — (Tlahcuico) que eran catalogados como sabios o filósofos (Tlamatinime) pues la función especial de estos artistas era la aplicación de color negro y rojo.

11.2.— MORFOLOGIA DE LA COCHINILLA: La grana presenta un notable dimorfismo sexual las hembras carecen de alas, son de forma oval, plano convexa y con surcos transversales, miden de 3.3 a 6 mm. de largo por 2.5 a 4.5 de ancho; La región dorsal es convexa y muestra once segmentos espaciados. La región ventral es plana y pueden reconocerse en ellas las regiones correspondientes a la ca-

beza, torax y abdomen por la inserción de los apéndices y por la forma de los segmentos. En su parte anterior están las antenas -- rectas formadas por once segmentos cada una y un par de ojos la boca tiene un pico (proboscis) formado por el lábium, dentro del cual hay cuatro estiletes. El tórax posee tres pares de patas sim ples, formados por tres artejos y una uña. En el margen de los -- segmentos tóraxicos hay dos pares de espiráculos, meso y metatora xico. El abdomen muestra de seis a siete segmentos con la abertura anal en la parte posterior. Todo el cuerpo del insecto está cu bierto por una substancia cerosa de color blanco, que es secretada por pequeñas glandulas. Esta es un mecanismo de defensa contra sus enemigos naturales.

Las hembras adultas viven fijadas en la superficie de los nopales, en los que insertan fuertemente sus estiletes. Se presupone que pueden producir tanto en forma sexual como asexual (Partenogenesis). Los machos tienen la cabeza, torax y abdomen bien -- diferenciados un par de alas mesotoraxicas y dos balancines, carecen de organos bucales. Son de vida muy corta y de tamaño mucho -- más reducido que las hembras. El abdomen termina en dos largos fi lamentos cerosos.

11.3.- CICLO BIOLÓGICO: El período de maduración de D. Cocus después de pasar por los estadios de huevo, ninfa, y adulto -- en condiciones ideales de cultivo, requiere de 90 días (en primavera, verano y otoño) y 45 días en el invierno.

La ovoposición de la hembra dura unos 15 días cada una po ne un promedio de 350 huevecillos y al terminar esta operación el cuerpo del insecto muere. En zonas de condiciones templadas o tibio, con pocas lluvias y suelos pobres pueden presentarse de tres a cuatro generaciones al año.

11.4.- PLANTAS HOSPEDERAS : Prefieren las siguientes.

- \* Nopal de castilla.....(Opuntia Ficus-Indica)
- \* San Gabriel.....(Opuntia Tormentosa)
- \* Nopal manso.....(Opuntia Megacantha).

11.5.- CULTIVO DE LA GRANA: Para el cultivo se ha utilizado nopaleras de dos a tres años, esto debido a que con plantas de estas edades ya se contara con suficiente superficie de cultivo. El material para reproducción (Hembras) se localiza en otoño y este es trasladado al interior de locales a fin de proporcionar condiciones adecuadas de calor y lograr protegerlas de las bajas temperaturas presentes durante el invierno; para ello es conveniente hacer su colecta unida a las pencas que parasitan para lograr mantenerlas durante el tiempo que duran en el almacen.

Llegada la primavera en el período inmediato de ovoposición el cual se presenta durante los meses de Febrero, Marzo y se transportan las hembras proximas a multiplicarse en pequeños nidos de paja o tule amarrados a las pencas y después son colocadas en sus respectivos depositos (Tenates) en los brazos (ramas) de la planta, -- con el objeto de que cuando emerjen las ninfas se distribuyan adecuadamente. Al nacer los hijos, se aferran con la trompa y se alimentan con el riego del nopal; se desprenden a las madres ya muertas con pinceles suaves y después se hace lo mismo con los hijos.

En el termino de tres meses los insectos de la cochinilla -- estarán completamente desarrollados y listos para la cosecha.

11.6.- COSECHA: Las pencas del nopal son cortadas, los insectos cepillados de ellas hacia el interior de bolsas y muertas -- por medio de agua caliente, vapor, calor seco o secamiento al sol.

Luego son eliminadas las impurezas y el producto estara listo para el mercado. Se requieran más o menos 140,00 insectos para hacer -- 1 Kg, de cochinilla la cual contiene un 10% de ácido puro 40% de materia proteica, 10% de grasa, 2% de cera y un 2% de cenizas. La producción de cochinilla varia de 80 a 100 Kg. por Ha.

Los principales países que demandan esta fuente de colorante son: Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Japón y Francia, quienes estan solicitando este material en cantidades del orden de 50 a 100 Toneladas para cada país lo cual resulta muy importante desde el punto de vista economico y social por la cantidad de mano de obra que necesita para la época de cosecha cuando se presentan las cuatro generaciones al año de cuarenta personas.

En el comercio existen 4 presentaciones:

1.- La grana seca y limpia empleada por los artesanos para colorear materias textiles.

2.- Extracto o solución acuosa empleada para la industria alimentaria o farmaceutica.

3.- Carmin que es una laca o aluminio o calcio y aluminio para elaborar pigmentos artisticos.

4.- Acido carminico obtenida por purificación y utilización como indicador y reactivo en tinciones Histologicas.

## XII.- INDUSTRIALIZACION

Dentro de los principales derivados a nivel industrial que pueden obtener de la tuna cuando esta ha rebasado cierto grado de madurez, se encuentran:

**JUGO DE TUNA:** Se le da un cocimiento a la pulpa (sin cascara) hasta que se desbarate el jugo se cuele y enfría,.

**MIEL:** Se cuele y se pone al fuego hasta que espese como miel.

**MERMELADA:** El jugo se somete a un proceso de evaporación y amasado hasta que adquiera una consistencia pastosa.

**QUESO:** Se prepara con la misma pasta pero es sometida a un grado de evaporación más alto \*que en el proceso anterior para luego colocarse en moldes y darles la forma deseada."

**OREJONES:** En tuna que ha madurado se le somete a un proceso de deshidratación; al sol o en una deshidratadora de calor.

También se obtiene:

- 1.- Tuna en escabeche.
- 2.- Almibar.
- 3.- Tuna cristalizada.
- 4.- Vino blanco
- 5.- Vino tinto.
- 6.- Crema de vino.
- 7.- Colonche.
- 8.- Colorante en polvo.
- 9.- Jarabes.

De la semilla es posible la extracción de aceite comestible, el promedio de aceite que puede obtenerse de la semilla es del 12% el cual es un elevado porcentaje ya que de el -

maíz sólo se obtiene un 4% de la cascara, se puede utilizar como alimento para ganado, como ensilaje.

Los nopalitos en estado tierno se industrializan en varias formas:

- 1.- Nopalitos en escabeche.
- 2.- Nopalitos en salmuera.
- 3.- Enlatados con carne de puerco.
- 4.- Enlatados con frijoles.
- 5.- Enlatados con camarón entero.
- 6.- Enlatados con camarón molido.
- 7.- Deshidratado para sopas.

**CUANDO LAS PENCAS HAN SAZONADO:**

- 1.- Té.
- 2.- Pectinas.

## XIII.- DIAGNOSTICO ACTUAL DE LA ZONA

## TIPO.

En la zona de los Altos, el nopal tunero ha sido para muchas familias la principal fuente de ingresos, ya que se encuentra establecida aproximadamente una superficie de 1.034 Has. de las cuales sólo están en producción activa el 27.84% (288 Has.)- esperando aumentar el próximo ciclo a 341 Has.

Dentro de los problemas a que se enfrentan los propietarios de esas huertas está la falta de asesoría adecuada en la — planación y buen mantenimiento del huerto, así como la comercialización e industrialización .

1.- PLANEACION: La mayoría de los productores al iniciar su plantación seleccionan variedades adaptadas a la zona, resistentes y con buen rendimiento, pero descuidan un aspecto importante (por no tener ninguna ayuda del sector oficial y del particular) el fenómeno de la estacionalidad de la cosecha, los precios oscilan inversamente proporcional a la época de abundancia o escases del producto, alcanzando su precio máximo en los meses de junio (variedades precoces) o en octubre y principios de noviembre (variedades tardías), desendiendo en los meses de julio, agosto y septiembre donde se registran los precios más bajos. Esto obedece a que la producción se presenta en su mayor porcentaje en estos meses, teniendo como consecuencia de ello variaciones en la oferta que ocasionan fluctuaciones en los precios a lo largo de la cosecha.

2.- BUEN RENDIMIENTO: Se acaban de reportar siniestradas 300 Has. de nopal por sequía, el problema en sí fue lo tarde que se inició la plantación fuera de tiempo (octubre) y la planta no alcanza con sus reservas al temporal de lluvias, problemas de este tipo y que parecen sencillos se han presentado en la zona,-

por tener un desconocimiento básico del cultivo.

Pocas huertas reciben la atención que esta necesita para su buen desarrollo, a continuación se describen los principales descuidos.

a) FERTILIZACION.- Esta no se realiza adecuadamente en cantidad y calidad del producto, se utilizan abonos orgánicos -- "Gallinaza" sin estercolar ocasionando con esto plagas al suelo y una lenta y deficiente aprovechamiento por la planta.

b) CONTROL DE MALEZAS.- Al terminar el temporal de lluvias muchas huertas se encuentran fuertemente infestadas de malezas, esta al secarse pone en riesgo a la plantación si ocurriera un incendio; ya se han dado casos en los que se pierden lastimosamente huertas de 3 o 4 años de edad por no llevarse a cabo un efectivo control.

c) PLAGAS Y ENFERMEDADES.- En este aspecto cabe señalar que no se hacen fumigaciones preventivas, se hace cuando se tiene el problema, utilizando productos muchas veces que no son los adecuados para el daño, esto merma la producción.

3.- COMERCIALIZACION.- Los márgenes de comercialización de la tuna son fluctuantes debido a que se rige por la ley de la oferta y la demanda, ya que esta en relación como se acaba de señalar con la estacionalidad de la producción y del intermediario fenómeno y mecanismo que son aprovechados por ir elevando el precio del producto llegando al consumidor con un margen bastante alto de diferencias en el mismo, deduciéndose de ello que la mayor parte de las utilidades se obtienen no en la producción -- sino en la comercialización. Dentro de las deficiencias de este aspecto podemos citar entre otras las siguientes:



a) La deficiencia de distribución que repercute en los bajos ingresos del productor y en los altos precios pagados por el consumidor.

b) La falta de lugares de acopio.

c) la falta de sistemas adecuados de transporte y comunicación.

d) La distancia que existe entre el productor y el consumidor, lo que trae como consecuencia que los intermediarios generen mayor valor al producto.

TIPOS DE COMERCIALIZACION.- Se comercializan una producción anual de tuna de 2,880 Ton. de la siguiente forma:

1.- PRODUCTOR-COMPRADOR-DISTRIBUIDOR. Es el que se desarrolla entre el productor y el comprador-distribuidor, este último compra la producción kileada y cuenta con la infraestructura necesaria para hacer llegar la fruta al consumidor final, adquiriendo grandes ganancias con poco riesgo en este sistema, se distribuye el 65% de la producción.

2.- PRODUCTOR-COMPRADOR EN HUERTA. Es el que se desarrolla entre el productor y el comprador-distribuidor a diferencia del sistema anterior, este último establece con anterioridad a la cosecha un compromiso de compra-venta con el productor, llegando al acuerdo de recoger de la huerta toda la producción por un precio fijado antes del corte y se le conoce como venta "al pie" de la huerta se distribuye el 15% de la producción.

3.- PRODUCTOR-CENTRO DE DISTRIBUCION LOCAL. Es el que se desarrolla entre el productor y el centro de consumo, (mercado) lo realizan los productores que cuentan con medios económicos para efectuar las operaciones del corte, empaque y traslado del producto y que tienen asegurados en los mercados la compra-venta, se distribuye el 10% de la producción.

4.- PRODUCTOR Y CONSUMIDOR FINAL. Es el que se desarrolla entre el productor y el consumidor final se efectua cuando el productor cuenta con los medios económicos para realizar el corte, - empaque traslado y acopio para recepción y venta se distribuyen - el 10% de la producción.

4.- INDUSTRIALIZACION.- En este renglón sólo quiero hacer notar que no es utilizada la producción que ha revazado cierto -- grado de madurez, así como aquella con diferente calidad para fines industriales, el volumen aproximado que se pierde anualmente es de 576 Tons.

Reportes actualizados señalan que en los altos se localizan aproximadamente 3,800 Has. de nopaleras silvestres, se trata en su mayoría de plantas arborecentes, muy viejas que forman en algunos lugares masas densas casi impenetrables, tanto para facilitar la recolección de tuna como para aumentar la producción, la especie que predomina es el nopal "cardon" se calcula una población por Ha. de 200 a 250, plantas con un rendimiento promedio --- anual por planta de 10Kg, teniendo así un volumen de 9,500 Ton. - de tuna, del cual sólo es comercializado un minimo porcentaje --- 10 % esto es debido a que el fruto no es de calidad, sin embargo, es una excelente fuente de materia-prima para la industria alimenticia (Obtención de mermelada, miel, jugo y queso de tuna y extracción de la semilla) y valioso sub-producto en la alimentación del ganado.

El nopal (*Opuntia spp*) es utilizado como forraje de emergencia en la época de sequía, ofreciendolo al ganado chamuscado - "al pie" en el mismo potrero; o desprendiendolo desde su raíz para el mismo fin ocasionando con esto que las superficies cubiertas por nopales silvestres esten siendo diezmados en forma alarmante con la consiguiente perdida de los suelos, que al quedar --

desprovistos de la vegetación original son fácilmente erosionados.

Los ganaderos que utilizan esta fuente de alimentos no saben como complementar de manera económica, práctica y técnica las deficiencias nutricionales que este presenta.

Por último quiero señalar que en la región se encuentran - 5 Has. de nopal con el propósito de verdura, estas plantaciones se encuentran bien atendidas, no tienen problemas de comercialización disponen de agua y abono suficiente como para producir de 350 a -- 400 Tons. al año.

## XIV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por las experiencias y limitados conocimientos que se tienen a la fecha relativos al cultivo, explotación y aprovechamiento del nopal se puede concluir lo siguiente:

1.- Es un cultivo que prospera y conviene en la región de los Altos por la seguridad y garantía, que ofrece con respecto a la inversión que requiere, debido a su resistencia a la sequía y a los cambios de temperatura, así como su gran capacidad de adaptación a las "Tierras Flacas".

2.- El fruto como la penca son importantes fuentes de alimento, barato en función de la producción por Ha. así como por la inversión y costos de mantenimiento de las plantaciones.

3.- No se debe tomar al nopal tunero como una panacea de producción ni cualitativa, ni cuantitativamente; por la superficie plantada y por ende por la producción obtenida, por lo anterior se hace necesario implementar programas tendientes al mejor manejo de las huertas para mejorar la calidad de la tuna.

4.- Una de las formas de combatir el intermediarismo se lograría con la creación de un centro de selección y empaque de tuna con lo cual se abrirían nuevos mercados nacionales no conquistados (Puerto Vallarta, Tepic, Nayarit, Mazátlán Sinaloa, Culiacan Sinaloa, y otros más de la zona Pacifico Norte) así como mercados en el extranjero en donde hay mucha demanda de esta rica fruta por la Unión Americana (Los Angeles, San Francisco, San Diego, California, Tukson, Arizona, San Antonio Texas, Dallas Texas

con esta medida se desplegaría más fácilmente la producción que aumenta año con año de las huertas jóvenes que inician su primera producción comercial.

Existe la viabilidad de que la reciente asociación de productores de tuna de la región se integren en una figura ---- asociativa para obtener todas las prerrogativas que ella implica tanto técnicos como crediticios para mejorar la comercializa----ción, a la tuna silvestre.

El nopal cardón es fuente importante de alimento para - el ganado en tiempo de sequía y suplementado con sub-producto - de la región a bajo costo se favorece a la ganadería de agosta- dero.

No se recomienda en la zona hacer nuevas plantaciones - de nopal con proposito de verdura ya que con las que están ac-- tualmente en producción se abastece la demanda de las principa- les cabeceras municipales.

La zona presenta la ecología favorable para establecer- el cultivo de la grana o cochinilla, favoreciendo con esto la - mano de obra desocupada en el medio rural debido a la gran de-- manda internacional que presenta esta fuente de colorante orgá- nico.

## B I B L I O G R A F I A

- Barragan. Z. M. 1976; Campo Experimental de Zonas Aridas "La Saucedá" Investigación y Resultados.
- Barrientos. P. F. 1968; El Mejoramiento del Nopal (Opuntia spp) En México; sobre el aumento de la producción de alimentos en las zonas aridas. Simposium Internacional: Monterrey N. L.-
- Bravo Hollis. Las Gactáceas en México; segunda edición 1978-Ed. U.N.A.M.
- Carvallo Guillermo. Cultivo del Nopal de Múltiples propósitos (Ca<sub>2</sub>). Ficha técnica 1982. Mix. Produce, S.A. México D.F.
- Castañeda. F. Apuntes del Nopal; Junio 1979. CONAFRUT, Aguascalientes.\*
- Castañeda F. Comunicación personal. Conafrut; 1980, Aguascalientes.
- CIATEJ. 1982. Proyecto de Industrialización, conservación y envasado de nopales para consumo doméstico. Guadalajara, Jal.
- Ciencia Forestal 1977 (Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales) Vol. 2.
- Colección como hacer mejor 1982; El Cultivo del Nopal; año III. Vol. XIII. No. 123. Ed. SEP.
- CONAFRUT. S.A.R.H. 1977. El Cultivo del Nopal. Programa Nacional de la Tuna y el Nopal.
- Davila de León P. J. 1967; Comparación entre la alfalfa achicallada en la alimentación de las vacas lecheras. Tesis Profesional E.S.A. "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila.

- Gaceta Agrícola; 1976-Abril; artículo Cultivo del Nopal.
- Gaceta Agrícola; 1983-Febrero; El Nopal, historico y su gran variedad pag. 5,6.
- Gaceta Agrícola; 1981: Cultivo y aprovechamiento del Nopal en el Edo. de México. (Periódico Agrícola decenal), Diciembre 30. Pag.- 6,7,8. Guadalajara, Jal.
- Gómez Hernández. H. 1982; Industrialización del Nopal para uso - doméstico, Guadalajara, Jal.
- Huitron M. G. 1981; "El nopal como fuente de agua y como recurso forrajero en las zonas aridas y semiaridas. Boletín informativo - No. 15, CIPEJ. Guadalajara, Jal.
- Lozano G. M. 1968 Contribución al estudio de Industrialización - del nopal. Tesis Profesional. "Antonio Narro", Saltillo. Coahuila.
- Maldonado J.R. y Barragan Z.M. 1977; El nopal en México; Revista ciencia forestal del instituto Nacional de investigaciones forestales. Pag. 36, México.
- Maldonado A.L. 1976: El desierto "Ciencia Forestal" Vol. 1,2 --- I.N.I.F.; S.A.G.; México D. F.
- Martínez M. L. 1968. Estudio del nopal rastrero y forrajero y de fruta. Simposium internacional sobre el aumento de la producción de alimentos en zonas aridas. Monterrey, N.L. México.
- Villanueva Fernando; 1980 "Cultivo del Nopal Verdulero" y Cultivo del nopal forrajero y Tunero. Zona Nihuatlan. Proyecto del Instituto Nacional Indigenista.