

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**FACULTAD DE AGRICULTURA**



**MANEJO DEL CULTIVO DEL NOPAL (OPUNTIA SP.)**  
**EN MEXICO**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

FITOTECNISTA

PRESENTA

FRANCISCO JAVIER NUÑEZ CASILLAS

LAS AGUJAS, MPIO. ZAPOPAN, JAL., 1985



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Junio 15, 1984.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_

FRANCISCO JAVIER NUÑEZ CASILLAS

titulada,

"LA PROBLEMÁTICA DEL CULTIVO DEL NOPAL (*Opuntia* sp)."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA

ASESOR.

ING. J. JESUS RODRIGUEZ BATISTA.

ASESOR.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Junio 15, 1961.

C. PROFESORES

- ING. SALVADOR FELIX FERRERA, Director.
- ING. J. GUERRERO GARCIA, Asesor.
- ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL, Asesor.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

**"LA PROBLEMÁTICA DEL CULTIVO DEL NOCAL (Gomilla sp)."**

presentado por el PASANTE FRANCISCO JAVIER BUÑET CASTELLAS han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

PIENSA Y TRAJAJA  
EL SECRETARIO.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

Al contestar este oficio sirva en clar fecha y número

hlg.

MANEJO DEL CULTIVO DEL NOPAL  
(*Opuntia* sp) EN MEXICO

## DEDICATORIAS

A mis padres Rafael y Ma. de los Angeles forjadores de un ser en el cual pusieron todo su amor y esperanza, a ellos me debo. Gracias.

A Martha, juntos vemos hoy realizados -- nuestros más grandes anhelos.

A mis hermanos Ruben, Alejandra y muy especialmente a José Luis compañero de toda la vida.

Al Sr. Juan Manuel Vela Briones por su -4 ayuda desinteresada.

A los Sres..Ing. Salvador Mena Mungula  
Ing. Antonio Sandoval Madrigal  
Ing. J. Jesús Rodríguez Batista  
por sus consejos para la elaboración de esta tesis.

A mi Universidad

A mi Escuela

A mis Maestros

A mis Compañeros.

A Dios Infinito y todo -  
poderoso.

## CONTENIDO

PAG

	PAG
RESUMEN	
I.- IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL NOPAL	1
II.- OBJETIVOS	3
III.- TAXONOMIA Y MORFOLOGIA DE LAS PLANTAS	
1.- Características taxonómicas del genero C	4
2.- Características morfológicas del genero O	5
IV.- MANEJO Y PLANTACION DE ESTE CULTIVO	
1.- Selección del material vegetativo	8
2.- Preparación del terreno	9
3.- Plantación.	10
a) Epoca de plantación	10
b) Formas de propagación	10
c) Plantación	15
4.- Fertilización	17
5.- Labores de cultivo	19
6.- Cosecha	21
V.- PLAGAS Y ENFERMEDADES	23
VI.- PRODUCTOS INDUSTRIALES	29
VII.- EL NOPAL EN MEXICO	34
1.- Explotación del nopal en México	34
2.- Estudio económico del cultivo.	36

VIII.- CONCLUSIONES

51

IX.- BIBLIOGRAFIA

53



## RESUMEN

El nopal es una cactacea del género *Opuntia*. xerofita, que acarrea grandes beneficios al campesino; con rendimiento promedio de 5 a 8 toneladas de penca por semana, - si el cultivo se trabaja bien.

Las variedades para la producción de penca tierna son: Tlacenopal y nopal pelón; mientras que las variedades de doble propósito y las mas comunes en su explotación son: castilla duraznillo, cardona, tapon y blanca.

El material reproductivo tiene que proceder de -- plantas con un mínimo de 2 años de edad y que sean sanos y sin plagas después del corte se ponen a asolear durante 15-días para que la planta cicatrice del corte. La mejor época de siembra se hace de abril a mayo para que la penca alcance a enraizar y aprovechar el temporal de lluvias y --- aguante el frío de invierno; este cambia según la región; - el trazo de la huerta se hace según las necesidades de producción y varían desde 50 cm. hasta 3-4 m. entre planta, y de 1.5 a 3-4 metros entre líneas, si es para forraje o para fruta y nopal tierno; la orientación se debe hacer de norte a sur para que el sol alcance a iluminar todo el año y el día.

La fertilización se debe hacer de norte a sur para que el sol alcance a iluminar todo el año y el día.

La fertilización se puede hacer usando estiércol y complementando con abono químico como sulfato de amonio y superfosfato de calcio triple, se aplica cuando empieza el temporal para evitar daños a las plantas.

La plantación de las pencas se hace enterrando ya sea el tercio inferior de la penca o acostándola, usando de preferencia pencas de 2 a 3 hojas; el cultivo se debe mantener cuando menos al pie del nopal, limpio de hierbas y el terreno suelto, esto para evitar las plagas y enfermedades.

Para que el nopal crezca bien, hay que cortar el primer año los primeros brotes y se dejan las pencas ya desarrolladas y altas, el cultivo no se deja crecer mas de -- 1.6 m. de altura para facilitar los cortes, se debe cortar las pencas mas escondidas y las dañadas para mantener el -- cultivo sano los nopalitas se cortan cuando alcanzan un largo de 10 a 15 centímetros así no se harán fibrosos.

Las plagas mas comunes son: picudo barrenador, picudo de las espinas, gusano blanco, chinche gris, chinche roja, gusano cebrá etc., conviene controlar las plagas en cuanto aparezcan para no retrasar ni contagiar el cultivo.

El nopal industrializado con altas tecnologías es de gran importancia para el campesino y en especial para la economía del país ya que se puede exportar gran cantidad de

productos a otros países.

Del nopal se obtienen productos como: encurtidos, vinagre, azúcares, queso de tuna, mieles diversas, aguardiente, pigmentos grana, aceite, etc.

El nopal reporta una gran utilidad económica por su amplio rango de distribución y a lo fácil de su cultivo y adaptabilidad, generando fuentes de trabajo en el agro Mexicano y una buena obtención de recursos económicos ya que llega a reeditar ingresos mayores a los 250.000.00 pesos -- anuales según precios de 1984. El cultivo del nopal empieza a persivir ingresos en el 4o. año, llegando al punto de equilibrio en el 6o. año de acuerdo al estudio económico -- presentado en este trabajo y realizado en Ojuelos Jalisco.

## IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL NOPAL

El nopal planta xerophita, símbolo de nuestra mexicanidad cuya utilización data desde mucho antes de la conquista es de gran utilidad y tiene pocas exigencias de cultivo, amplio rango de distribución, fácil adaptabilidad y rápido crecimiento.

Hasta épocas recientes el nopal era motivo que -- alegraba el paisaje campestre, subestimando su gran importancia que tiene en la hoy urgente producción de alimentos. A la fecha todavía no se a dado la importancia a su cultivo en forma preferente ya que presenta eficientes servicios en los suelos erosionados y pobres de las zonas áridas y semi-áridas; además su cultivo debidamente tecnificado puede -- ser muy importante para la economía de los agricultores temporales de todo el país, ya que redituan beneficios apreciables cuando se cultiva a comparación de maíz o algún --- otro cultivo básico.

La erosión ya sea eólica, hidrólica o causada por la gravedad, es muy silenciosa y casi no se aprecia por el ojo humano; sin embargo estas fuerzas naturales van barriendo el suelo y mermando la posible y precaria explotación en beneficio del hombre.

Este problema se puede agigantar hasta dejar tierras inútiles, por lo cual el agro mexicano se desgasta en

más de un millón de personas al año, para emigrar a las --- grandes ciudades donde sufre de hambre y desocupación. La realidad del campo Mexicano, por triste que sea revelarlo, - es clara: el campesino temporalero no abandona la tierra -- por negligencia, es el campo quien lo expulsa, y es aquí -- donde el nopal juega un papel importante para contener el - implacable avance de la erosión y la constante emigración - de campesinos carentes de fe por la insuficiente producción agrícola y por el tiempo perdido en espera de lluvias que - no lleguen.

## OBJETIVOS

El principal objetivo es revisar la bibliografía relacionada con el manejo de las plantaciones de nopal en México y divulgar los beneficios que se obtienen de éste.

Plantear una alternativa económica para el aprovechamiento de suelos áridos y semiáridos cultivando nopal y conocer el rendimiento económico de este cultivo.

## TAXONOMIA Y MORFOLOGIA DE LA PLANTA

### Características taxonómicas del genero Opuntia

En cuanto a la clasificación botánica (Salgado, - 1983) el nopal pertenece a la familia de las Cactáceas, al género Opuntia y consta de varias especies. Y está formado por 2 subgéneros:

Cylindropuntia.- Que comprende a las Opuntias de forma cilíndrica como los pitayos.

Plantyopuntia.- Que comprende aquellas Opuntias de forma aplanada como los nopales; todos los nopales son xerófitas debido a que son plantas suculentas, resistentes a las sequías y tener una morfología característica.

Becerra (1975) hace una clasificación botánica de las Cactaceas de la siguiente manera: Pertenece a la tribu Opuntia de la familia de las Cactaceas, orden Cactales y está compuesto por dos subgéneros: Cylindropuntia y Plantyopuntia; dentro de las cuales se incluyen 250 especies.

De acuerdo con Swingle (1946) citado por Domínguez (1976) dice que esta familia comprende unos cien géneros y cien especies o más, casi exclusivas del continente Americano y particularmente abundantes en México y Centro-América, solo un género, Rhipsalis, es nativo del antiguo

continente comprendiendo plantas parásitas en los tropicos-  
de Asia y Africa.

Según Laurence citado por Domínguez (1976) la familia de las Cactáceas comprende tres subfamilias: Pereskio-  
deae, Opuntioideae y Cereodeae; la primera con hojas planas-  
algo carnosas, espinas y flores en panículas con un solo gé-  
nero. Pereskia: el segundo son suculentas, con tallos usual-  
mente aplanados y articulados, con hojas pequeñas y caducas,  
areolas glóquideas y flores rotifloras: y el último son--  
suculentas, hojas reducidas a escamas, diminutas areolas --  
sin glóquidas, flores en embulo o cloteriformes.

#### Características morfológicas del género Opuntia.

De las especies productoras de tuna ya probadas -  
y adaptadas en México Salgado (1983) menciona las siguien-  
tes:

Opuntia amycleae (blanca)

O. megacantha (amarilla)

O. streptacantha (cardona).

O. ficus-indica (castilla)

O. robusta (tapona)

O. byptiacantha (memelo). Y las variedades de doble propo-  
sito que son los siguientes:

O. streptacantha



O. leucotricha

O. chrysacantha

O. robusta

O. megacantha

O. lucens

Las variedades mas comerciales en el mercado por sus características son las siguientes:

Opuntia amycleae tenore.- Salgado (1983) dice que en sus dos tipos redonda y alargada, es de mucha adaptabilidad en el mercado, sabor agradable, cascara delgada, dura - de 5 a 8 dias sin descomponerse y de poca semilla. Becerra (1975) expone que el fruto está formado de afuera hacia dentro de los siguientes tejidos: corticales, axiales, carpelos, funículos y estructuras papilares, estos dos formando la pulpa del fruto. Bravo (1978) menciona que es arbustiva, articulados oblongos hasta elépticos, de 30 a 40 cm de largo agudas, rojas, areolas pequeñas de 1 a 4 espinas rígidas.

Opuntia megacantha.- Salgado (1983) dice que es de color amarillo apastillado, cáscara gruesa, que no desprende fácilmente, espinas burdas. en sabor y dulzura, compiten con la blanca, tuna de forma alargada, dura de 5-8 días sin descomponerse. Sosa (1964) expone que es difícil separarla taxonómicamente de la blanca, pero durante la fructificación el tamaño y el color del fruto las hace por demás dis-

tinguibles; estas especies han estado bajo la influencia -- del hombre desde tiempos antiguos no habiéndoseles encontrado en forma silvestre.

Opuntia ficus-indica. - Salgado (1983) dice que -- son plantas hasta de 5 m. de altura, articulados oblongos - u espátulados de 30 a 50 cm. de largo, areolas diminutas, - con pelusa blanca, sin espinas, dura de 3-4 días en descomponerse.

Domínguez (1976) dice que tiene glóquidas amari--llas, flores amarillas de 7.5 cm. de diámetro, ovario de 5-cm. de largo fruto rojo, es una de las principales Cactá--ceas introducidas a Europa.

Opuntia robusta. - Sosa (1964) dice que son plantas de dos o más metros de altura, flores estructuralmente hermafroditas pero fisiológicamente unisexuales, ovarios sin o con pocos sacos embrionarios estigmas poco ramificados y anteras normales.

En nopales para forraje Salgado (1983) dice que - en las zonas áridas y semiáridas de todo el país constitu--yen 95 millones de hectáreas con un potencial bueno para incrementar la población de nopal; se tiene estimado que cuan--do menos un 10% de esta superficie está en condiciones ven--tajosas para cultivar nopal que sirve como forraje disponi--ble para alimentar el ganado.

## MANEJO Y PLANTACION DE ESTE CULTIVO.

### Selección del material vegetativo.

Para propagar este cultivo se requiere obtener el material vegetativo que reúna los requerimientos ecológicos de uso múltiple para el establecimiento de la huerta. Salgado, (1983) dice que las pencas seleccionadas para producción debe de ser raquetas enteras para obtener plantas vigorosas y frutos al tercer año; estas plantas serán recias y adultas cuyas pencas se cortan un poco abajo de la coyuntura de la raqueta inferior para que la cicatrización sea más rápida. Para seleccionar un material Barrientos, explica - que se debe tomar en cuenta ciertas características productivas como son las siguientes: a) que las pencas maduras - tengan medidas específicas como un estandar son de 40 cm. - de largo por 25 cm. de ancho y de 1 a 2 cm. de espesor. b) - que las pencas para su comercialización o brotes nuevos, al momento de estar sazones adquieran buenas dimensiones, por- lo que es bueno en cuanto a rendimiento.

También se debe tomar en cuenta la adaptabilidad y de la importancia comercial de las variedades; entre las variedades recomendadas por el estado de México son: amí-#-cleae, magacantha, ficus-indica y otras; las variedades re- comendadas por el INIA en Tecamachalco Puebla son las si- - guientes: COPEÑA T Hc. 2, 3 y 5 con buenas características - morfológicas y de mercado.

### Preparación del terreno

El terreno donde se hará la plantación siempre debe prepararse anticipadamente, para lo cual se tomará como base la pendiente del terreno, ya que no puede ser igual la inversión en la preparación de un terreno plano, que la de un terreno inclinado, por lo que Salgado (1983) propone 3 sistemas: a) con tractor agrícola.- en suelos profundos y planos se puede usar tractor para barbechar, cruzar y rastrear, después con el arado de discos voltear la tierra hacia un lado formándose una zanja profunda que con solo medir 2,3 o 4 M. sobre el surco: 2,3 o 4 m. por línea se formarán módulos de diferentes producciones por hectárea:

b) Con tractor bulldozer.- en suelos ligeramente inclinados y cuando el agricultor posee recursos económicos puede usar bulldozer y hacer terrazas con una amplitud de 3 o 4 m. y trazar con el ripper una sola hilera a la mitad de las terrazas, a efecto de tener cada hilera a una equidistancia de 3 o 4 m. formándose así módulos de diferentes producciones.

c) Con cepas hechas a mano.- este sistema se usa en terrenos inclinados y tepetatosos, donde la maquinaria no puede entrar a trabajar, por lo que las hileras se deberán trazar en sentido contrario al escurrimiento de las aguas broncas, pero siguiendo una cota de nivel para que las líneas queden en un mismo plano en relación a la pendiente-

la equidistancia entre hileras y cepas será de 3 o 4 m. for mándose módulos de diferentes densidades por hectáreas; ya trazada la plantación se procede a hacer las cepas, procurando darles 60 cm. por lado.

Hernández (1978) ha observado que aunque el nopal desarrolla en muchos tipos de suelos, para la producción comercial del fruto se obtienen mayores rendimientos cuando - el suelo es profundo y bien drenado, que contenga humedad - en el período de crecimiento del fruto, sin que llegue a saturación ya que tal condición provoca caída y rajadura del - fruto.

#### Plantación.

##### Epoca de plantación

Salgado (1983) dice que la época más adecuada para la plantación, es cuando no hay lluvias o sea antes de - que inicie el temporal según la región donde se establezca - la plantación. Algunos investigadores de Ojuelos Jalisco - sugieren que se puede hacer durante los meses de agosto a - septiembre aunque se puede correr el riesgo que sufra la se - quía de los primeros meses del año siguiente.

#### Formas de Propagación.

La reproducción sexual por semilla.- En esta la - planta tarda más tiempo en iniciar su producción y además -

resulta heterogénea en todas sus características por ser polinización cruzada; con la siguiente metodología recomendada por Domínguez (1976): la semilla se debe de tratar con semesan y se entierra superficialmente en una caja conteniendo mantillo y migajón arenoso; la siembra se hace en hileras de 20 cms. de distancia y con un espacio de 5 cm. entre semilla, humedeciendo la tierra se cubre con una manta gruesa empapada con agua, que se quita cuando el agua es abundante o empieza a germinar la semilla, o sea a los 12-15 días después de la siembra, cuando las plantulas tengan unos 15 cms. de altura se pasan al vivero donde continuarán su desarrollo. Hernández (1982) dice que es necesario darle a la semilla un lavado para quitarles los fragmentos de la pulpa después del cual se ponen a secar a la sombra, en algunas variedades es difícil este tipo de reproducción como la variedad O. robusta ya que los receptáculos florales caen.

Rodríguez (1982) citando a varios autores expone que la apomixis es definida como una forma de sustitución del proceso reproductivo sexual, donde no están implicadas la segregación genética y la recombinación, también se menciona el desarrollo del endospermo en O. aurantica no depende de la fecundación; este pudiera ser posible también en O. amycleae, aunque no se encuentran publicaciones de este fenómeno de agamosperma la semilla es el agente de reproducción pero el embrión es formado por algún proceso duran-

te la meiosis y las singamia; se encuentran diferentes formas de producción de embriones como: embriones adventicios, saco embrionario deiploide o huevos partenogénicos, aposporia y diplosporia.

La reproducción ~~a~~sexual o vegetativa.- Salgado --- (1983) dice que resulta muy ventajosa debido a que se conserva las características fenológicas de la planta madre o variedad; en esta reproducción las plantas producen más rápidamente. La propagación puede hacerse por los siguientes métodos que expone Domínguez (1976) teniendo la ventaja de saber que se tendrá nuevo material con las mismas características del material madre:

1. Por brazos.
2. Formación de dos pencas
3. Con una penca.
4. Por fracciones mínimas.
  - a) Dejando enraizar una penca entera
  - b) Fraccionando la penca sin enraizar
5. Por cladodios o pencas jóvenes.

En los métodos 1, 2 y 3 dichas pencas deben ser seleccionadas tratando de no maltratarlas, éstas se deberán cortar en la base de la misma, para después ser tratada con pasta bordales (1: 1: 10 sulfato de cobre, cal, agua) dicha cantidad alcanza para tratar buen número de cladodios o pen

cas para después dejarlas en la sombra durante 15-20 días.

En un experimento efectuado por Barrientos (1975) reporta que las fracciones de las pencas conteniendo únicamente una areola se deshidrataron rápidamente y no enraizaron, en las otras fracciones brotó raíz pero en forma tardía con marcada tendencia en los cortes transversales de la parte superior de la penca; por el contrario, las pencas -- completas mostraron un enraizamiento rápido que inició a los 6 meses.

Una vez enraizada la penca se procedió a efectuar cortes conteniendo las partes enraizadas, algunas de ellas no contenían areola, posteriormente estas pequeñas partes -- fueron colocadas en botes aceiteros de un litro, con tierra preparada con H<sub>2</sub>O y arena, estableciéndolo en viveros para su futuro tratamiento y crecimiento. Después de 11 días empezaron a emitir brotes precisamente en la localización de la areola o en los bordes del corte, en otras el brote fue emitido en la parte inferior dando la impresión de que salía de la parte radicular; después de la emisión de las yemas éstos desarrollaron rápidamente a tal grado que a los 81 días después de colocar las pencas para su enraizamiento se tenían brotes de 17 cm. de altura, el tamaño de estos -- brotes equivale a plantas obtenidas por semillas a los 8 meses García citado por Domínguez (1976) siguió el método de fracciones mínimas sin dejar enraizar la penca completa y --



su procedimiento es el siguiente:

- Seleccionar las pencas sanas libres de daños -- por insectos o malformaciones de mayores de seis meses.

- Dejar secar un poco las pencas seleccionadas -- bajo una sombra por 10 o 15 días.

- Enseguida se procede a fraccionar las pencas -- dependiendo del tamaño se puede partir de 6 a 8 partes.

- Obtenidos los pedazos de una penca se procede -- a tratarlos con algún fungicida comercial o pasta boracales, se deja secar por 4-5 días para después efectuar la siembra en un almacigo previamente preparado.

De este modo la multiplicación es posible obtener después de 6 meses de cultivo de 8 a 12 plantas por penca, con nuevos brotes de 4 a 5 meses de edad y con suficiente natalz.

Para el método de pencas jóvenes se puede producir una planta de nopal a partir de cladodeos jóvenes con una edad que oscila entre 30 y 40 días a partir de la emergencia de brotes vegetativos de cladodio mdduro; según Pí-- mienta (1984) y SAIMEX (1981) estos cladodios se desprenden de la planta manualmente o por corte cuidando quitarlos sin

causar heridas debe ser llevado inmediatamente a un almacén, con una posición vertical y acomodados en forma de hileras con una distancia entre plantas de 10 y 15 cm. entre hileras. Después evitará que reciba agua por un período de 8 días ya que en caso contrario se puede presentar problemas con pudrición: al cabo de 12 meses estos cladodios desarrollan un sistema radicular y brotes aéreos que les permiten ser transportados a condiciones de campo, las ventajas de este método son:

- La propagación de estos brotes tiernos es más simple ya que requiere de menos cuidados.

- De la planta madre se obtiene un mayor número de plantas en un período más corto de tiempo.

- Los brotes aéreos en el cladodio joven son siempre vegetativos.

#### Plantación.

Como ya se indica, en toda explotación comercial, estando el terreno preparado se plantan las raquetas a 2, 3 o 4 m. de distancia entre planta al pie del lomo de los surcos o en las cepas con lo que se conseguirá formar módulos de diferentes producciones. Cuando se desea obtener material para producción se aconseja plantar dos mil pencas o más por hectárea colocándolas a 80 cm. o 1 m. entre pencas-

y a 4 o 5 m. entre líneas; lo mismo al establecer una huerta de nopal para verdura se recomienda la variedad Italiana cuya plantación se podrá hacer con una densidad de 40,000 plantas por ha. o sea de 25 a 30 cm. entre pencas y de .8 a 1 m. entre líneas, Salgado (1983), con esta misma variedad se recomienda hacer plantaciones con una densidad de 80,000 plantas por ha.

Salgado (1983) recomienda, después del tercer año en el mes de septiembre, hacer una poda ligera en las raquetas superiores para forzar a la planta a hechar numerosos brotes, los que en el mes de diciembre estarán buenos para mandarse al mercado que es la época de mayor demanda y de mejor precio. Cruz (1982) recomienda que al hacerse la plantación, la cepa debe llenarse con un tercio de mezcla de tierra que contenga 7 a 10 kg. de estiércol bien podrido, se sienta la planta en la cepa y se cubre con otro 1/3 de la cepa con la tierra sola y el resto, que es otro 1/3 de la cepa se llena con otra mezcla de la tierra que contenga otra cantidad igual de estiércol al final, se deja un cajete alrededor de la planta para captación de agua.

Cuando las heladas son frecuentes donde se va establecer la plantación se debe tomar en cuenta la orientación en que se planten las pencas procurando que el canto de la raqueta quede orientado un poco al noroeste, que es la dirección en que soplan los vientos generalmente en tiem

pos de heladas en toda plantación el sol debe pegar en ambas caras de la penca, porque se ha observado que la mayor fructificación se presenta por el lado mas soleado de las plantas.

Domínguez (1976) dice que el trazo de una huerta de nopal se hace de acuerdo a los fines que se persigan, a la variedad que se vaya emplear y a la densidad de población mas recomendable; pero siempre dejando calles perpendiculares a las hileras lo suficientemente anchas para efectuar libremente labores culturales, control de plagas y enfermedades y una cosecha adecuada. La penca debe plantarse en forma longitudinal al surco donde se planta y de esa manera formar líneas con las pencas que se siembren a 25 cm. una de otra de esa manera se puede caminar perfectamente entre surcos aún después de haber producido nuevas pencas ya que estos brotes nuevos crecerán por lo general, en posición similar a la penca que inicialmente se siembra.

#### Fertilización

En base a la fertilización se tiene poco consumo y experiencias al respecto a manera de información se puede decir lo siguiente: Salgado (1983) dice que en la aplicación de fertilizantes se hace la observación que en el primer año no se aplica fertilizante químico sino que solo gallinaza o estiércol; pero a partir del segundo año de edad se recomienda en el caso del nopal para furta fertilizando-

con 400 g por planta aplicando dos veces por año de una fórmula completa o rica en potasio y así aumentar paulatinamente cada año hasta llegar a 1000 g. por planta.

edad en años	fórmula	época aplicación	cantidad grs.
2	17-17-17	mayo-septiembre	400
3	17-17-17	mayo-septiembre	600
4	17-17-17	mayo-septiembre	800
5	17-17-17	mayo-septiembre	1000

El fertilizante se aplica cuando se rastrilla el cajete, alrededor de la planta o sea en la zona de goteo, - aquí mismo se incorpora al suelo todas las malas hierbas recién cortadas, se hace notar que cuando la plantación tiene por objeto la producción de forraje aplicar la fórmula - - - 60-40-00 para fomentar el crecimiento de penna.

Hernández (1978) dice que las raíces se entrecruzan cuando las plantas tienen distancias de 4 m. entre ellas, por lo tanto para la aplicación de fertilizantes debe hacerse al voleo entre hileras; las aplicaciones de estiércol al suelo deberán de hacerse conforme vaya desarrollando el sistema radicular del nopal, con el fin de que haya mejor distribución y por lo tanto mejor aprovechamiento de los nutrientes y humedad del suelo.

*Labores de cultivo.*

Después de establecer la huerta, cada año se debe hacer las siguientes labores:

- a) Aflojar la tierra de los cajetes.
- b) controlar las malas hiervas.
- c) Aplicar insecticidas 1 o 2 veces al año.
- d) Podas al huerto.

a).- Para aflojar la tierra de los cajetes se recomienda hacerse con azadón y con el cuidado debido para no dañar el pie de las plantas y las raíces.

b).- Para el control de malas hierbas se puede -- usar azadón o bien con un paso de rastra, los discos no deben penetrar a más de 10 cm. del suelo para evitar dañar las raíces. El número de limpiezas puede variar de 2 a 3 por año dependiendo de la zona tipo de suelo y la cantidad de lluvia; falta mucho por investigar en el control de malas hierbas a base de herbicida selectivo para este tipo de cultivo.

c).- La aplicación de insecticidas se puede hacer 1 o 2 veces por año dependiendo del tipo de plagas y el grado de infestación.

d).- Existen varios tipos de podas al año según -

Salgado (1983) y Castañeda (1984) y son:

- Podas de formación.- Esta es para eliminar las pencas que se encuentran muy juntas y se escogen las que -- por su colocación, vigor y sanidad vayan conformando la estructura de la planta de forma tal que de acuerdo al manejo se facilita la cosecha, para lo cual se recomienda darles -- las siguientes formas: circular, orejas de conejo, raqueta coronada.

- Podas de producción.- La fructificación se presenta en un 90% en pencas de un año de edad, aquí la poda -- consiste en eliminar raquetas que tuvieron producción de tu na en la cosecha pasada y de éstas se dejan las que por su colocación sean de interés para obtener brotes para el siguiente año.

No es recomendable dejar todas las pencas de un año de edad pues si así fuera, se tendría una sobre producción de fruto pequeño de muy baja calidad, por esta razón -- se recomienda dejar un número de pencas de acuerdo al vigor de las plantas; las pencas por eliminar son aquellas enfermas o deformes, además por medio de esta poda se deben mantener a las pencas a una altura no mayor de 1.60 m. la cual facilitará la cosecha.

- Podas para material de nuevas plantaciones.- En

plantas de 8 a 10 años de edad es comun observar que las --  
 pencas nuevas tiendan a desarrollar hacia arriba y los la--  
 dos por lo que se procura cortarles las ramas que tienden a  
 hacerse rastreras y a las que rebasen una altura de 1.60 m.  
 si las ramas se hacen rastreras y no se cortan se cierran --  
 los andadores o pasillos, además de rebasar la altura indi--  
 cada se dificultará la cosecha.

#### Cosecha.

Se empieza a cosechar cuando las dos terceras par--  
 tes están de color, Pimienta (1984) recomienda que esta la--  
 bor se haga con cuchillo de preferencia o a mano, se clasi--  
 fica de acuerdo a su tamaño en la, 2a y 3a para el consumo--  
 nacional y se empaca en cajas de madera de 35 a 40 Kg.

Durante el primer año la cosecha es nula, ya que--  
 las plantas solo consiguen arraigarse; en este tiempo se de--  
 be procurar reponer las plantas que no prendieron.

En el segundo año también es una etapa de creci--  
 miento y no se deberán podar las plantas, se deben dejar --  
 que desarrolle libremente. En el tercer año Salgado (1983)  
 reporta que la planta producirá de 1 a 2 kilos de tuna por--  
 planta; algunas personas reportan de diferentes partes del--  
 país una producción por hectárea de hasta 8 toneladas por --  
 ha. y así aumentar paulatinamente en el cuarto y quinto año  
 hasta una producción de 15 a 20 toneladas según reporta Cas



tañeda (1984). En la producción de nopalitas para alimentación humana esta siendo aceptados en el mercado brotes de 10 a 15 cm. de longitud. Salgado (1983) recomienda que se corten del quinto año en adelante sin que afecten las plantas, se calcula que cada planta se puede obtener hasta 3 kg. anuales; Domínguez (1976) reporta que semanalmente se puede cortar al ras de la penca inferior solo aquellas que han alcanzado los 10 a 15 cm., el corte puede hacerse con un cuchillo o bien torciendo el brote, pero procurando no dañar la planta, la producción puede ser de 5 a 8 toneladas por hectárea durante el año.

En la producción de forraje reportes presentados por Sisnando citado por Domínguez (1976) indica que hay un incremento en la producción de nopal para forraje de acuerdo con el tiempo y con la densidad; a los tres años con --- 2,000 plantas por hectárea se han producido 150 toneladas de forraje, con 3,333 plantas 200 toneladas con 5,000 plantas. En la actualidad dentro de los programas de mejora--- miento del nopal se prueban densidades altas con buenos resultados preliminares; en la región deberá cosecharse el ma terial que se vaya a dar al ganado, procurando que las pencas tengan una mayor edad de seis meses, ya que las de menor edad producen diarrea al ganado.

## PLAGAS Y ENFERMEDADES

### Enfermedades.

El cultivo del nopal pese a su gran rusticidad y resistencia es atacada por plagas y enfermedades que se citarán a continuación: Castañeda (1984), Salgado (1983), Domínguez (1976) y Cruz (1982)

- Pudrición negra.- La pudrición negra es causada por un hongo parecido al Fusarium, en observaciones microscópicas directas puede verse este microorganismo, acompañado de otros hongos de contaminación secundaria. El vector del hongo parece ser un pequeño Estafilínido, no clasificado, que oviposita bajo la epidermis de la penca, abriendo una puerta de entrada al hongo como sucede en la gran mayoría de los casos, se ve una manchita negra, del tamaño de una municion que va aumentando de diámetro sin perder su forma circular; a medida que la mancha crece la pudrición invade los tejidos subyacentes y cuando el diámetro llega a 5-8 cm. la lesión es ya bien visible por el lado opuesto de la penca las medidas de control, los insectos no ovipositan en las plantas vigorosas con pencas de color verde intenso; cuando llegan a hacerlo se saca la pudrición antes de alcanzar las lesiones un diámetro de 3-6 cm. por consiguiente, la primera medida de control consiste en mantener elevado el estado de salud de las plantas; cirugía de pencas, la eliminación de enfermedades es relativamente fácil por este

método, estirpándolas antes de que alcance un diámetro mayor de 5 cm. cuando principie la enfermedad.

- Carmona de la penca.- Esta enfermedad comienza siempre en la región apical de los renuevos, las areolas que en esa región están sumamente próximas se resecan hasta el grado de hacerlas pulverulentas bajo una ligera presión. Al detenerse el crecimiento en una zona definida, como las zonas adyacentes continúan creciendo, al llegar a la madurez presenta la penca el aspecto dentado o roído que conocemos como carmona, en las pencas cercanas al suelo se puede confundir con el daño de roedores.

- Mancha café.- Se manifiesta por una pigmentación de este color que comienza alrededor de las areolas; poco a poco la pigmentación va invadiendo los tejidos adyacentes de la areola conservando una forma toscamente redonda, como la pigmentación café se presenta en varias areolas a la vez la penca acaba por adquirir un color café, interrumpiéndose la función clorofílica y por consiguiente la producción de frutos y renuevos, presentándose con mayor fuerza en las pencas de más de 2 años. Posiblemente se trate de una enfermedad bacteriana transmitida por las raíces del surco en la temporada de lluvias.

Plagas.

Se mencionan las plagas del nopal, algunos hábitos

de vida, formas de control y dosis de insecticidas: Castañeda (1984), Salgado (1983). Domínguez (1976) y Cruz (1982).

- Cochinitilla o grana.- Esta plaga durante el invierno tiene poca actividad, pero con altas temperaturas se inicia su reproducción atacando pencas y frutos; se caracteriza el daño por el aspecto de pequeñas motitas de algodón localizadas en las bases de las espinas, que al ser aplastadas muestran un color rojo púrpura en su interior, el intenso ataque puede causar la caída del fruto.

El control se hace aplicando Parathion metílico - 50 o Malathion 50, cualquiera de los dos, en dosis de 100 a 200 cc. en 100 litros de agua.

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

El control se hace aplicando Parathion metílico - Malathion, con dosis de 100 a 200 cc. por 100 litros de agua. Las larvas se controlan por medio de la poda y destrucción de las pencas afectadas.

- Picudo de las espinas. - Los adultos de este coleoptero se parecen a la mosca casera, en la primavera cuando aparecen son de color obscuro con una mancha en el dorso en forma de cruz, las hembras depositan sus huevos en las bases de las espinas haciendoles un pequeño agujero, en mayo y junio nacen las larvas las cuales empiezan a dañar la penca y fruto dando lugar a escurrimientos blancos como lágrimas de parafina, se recomienda cortar las raquetas dañadas y destruirlas.

- Gusano blanco del nopal. - Las larvas causan el daño recién nacidas, formando colonias de 20 a 30 animales y se protegen con una maya de seda; su ataque es severo, -- pues hacen agujeros en las raquetas formando galerías que penetran hasta la madula de las plantas destruyendo los tejidos leñosos. Expulsan sus excrementos a través del agujero por donde penetraron y al caer al suelo forman montoncillos de arroz.

El ataque de esta plaga se puede evitar cuando la planta tenga nuevos brotes, cuando se detecta la aparición de esta plaga y las larvas aún no se encuentran superficialmente en la penca; el control se hace aplicando Folidol al 2%; Parathion etílico 50: las larvas que ya penetraron en el interior se destruyen las pencas afectadas.

- Gusano cebrá. - El adulto es una mariposa que po

ne sus huevos en las pencas, la larva, cuando se desarrolla dentro de la penca forma un abultamiento que da el aspecto de tumor, su cuerpo es de color negro azulado con franjas blancas en cada segmento, lo que da origen a su nombre, esta plaga puede aparecer en los meses de noviembre y febrero debido a que el ataque es localizado y fácilmente detectado, su control puede ser mecánico, cortando un lado del tumor de las pencas.

- Chinche café.- Es un insecto que tiene un color café rojizo de 1 cm. de longitud, que forma colonias numerosas, tiene un pico muy largo con el que chupa la savia de la planta para alimentarse; el daño se manifiesta con la aparición de manchas circulares de color amarillento, que en ocasiones puede cubrir la mayor parte de la penca y cuando el daño es muy fuerte, la cutícula endurece y se agrieta.

El control se puede hacer aplicando Folidol al 2% o Parathion etílico 50 en dosis de 100 a 200 cc por 100 litros de agua, también se usa el Malathion.

- Gusano cabeza roja.- alcanza un tamaño de 1 cm. de longitud al nopal lo ataca en la unión de las raquetas y puede tirarlas, su excremento se parece al del gusano blanco, pero lo produce en menor cantidad, dado que no forma colonias.

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

- Araña Roja.- Este acaro de color rojo vive sobre las pencas en colonias numerosas.

Chupa la savia de la planta y sus daños cuando es leve forma manchas con apariencia de quemaduras, pero si es intenso la raqueta se pone de color leñoso o café; cuando no se controla a tiempo esta plaga puede acabar con la plantación. Su control se puede realizar aplicando Akar 338 en dosis de .5 a 1 litro en 100 litros de agua.

- Gallina ciega.- Esta larva afecta el sistema radicular de la planta cuando se alimenta de sus raíces, cuando esto sucede presenta síntomas marcados de deshidratación y las pencas se empiezan a arrugar, en las raíces es visi-ble el daño mecánico causado por la plaga, la plaga se pre-senta en las cepas debido al abono orgánico que se usa.

Se puede controlar aplicando en el momento de abonar con materia orgánica, uno de los siguientes granulados; - Díasinon o Difonate granulado en dosis de 20 a 25 gr. por cepa; el heptacloro en polvo se puede usar en dosis de 45 a 55 gr. por cepa.

## PRODUCTOS INDUSTRIALES

La industrialización del nopal ha sido motivo -- de numerosos trabajos que han buscado llevar a un nivel -- más alto la producción, varias de las formas de consumo -- tanto del fruto como de los brotes tiernos.

Las posibilidades de aprovechamiento del jugo de tuna han sido estudiados para la obtención de jugo de tuna enlatado y proteína microbiana, Villareal citado por Becerra (1975) enlató jugo de 4 especies de tuna, encontró que la tuna cardona (O. streptacantha), demostró tener mayores ventajas en cuanto a sus características ya que su pulpa fue la que tuvo mayor contenido de pectinas total, sólidos totales, vitamina C y carotenoides además de su color y sa bor agradables. También Paredes y Rojo (1973) citados por Becerra (1975) estudiaron las características del jugo enlatado de O. atreptacantha encontraron que compite con --- otros jugos desde el punto de vista organoléptico y de nutrientes, por su alto contenido de tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico. La producción de proteína microbiana por fermentación del jugo de tuna es otra alterna tiva para el aprovechamiento de la fruta que se pierde por falta de mercado ó problemas de manejo.

Se menciona entre los productos de mayor impor-- tancia la producción de grana por ser una palga en el cul-- tivo y a la vez un poco industrial que los antiguos indlge



nas usaban como colorante textil, no obstante que ha sido desplazada por colorantes sintéticos altamente tóxicos.

La grana es producida por un insecto llamado cochinilla de nombre técnico *Dactylopius coccus*; en un estudio reportado por Salgado (1983) dice que la grana proviene de los cuerpos secos de las hembras adultas de los insectos y la cochinilla se cultiva mejor en el nopal de castilla (*O. ficus-indica*) y en el San Gabriel (*O. tomentosa*) Para el cultivo de grana, los nopales deben plantarse en surcos de 1.2 m. de separación y . 36 de planta, los insectos se propagan cuando las plantas tienen 1.2 m. de altura donde se depositan 150 hembras que ovipositan durante 15 días después de las cuales se retiran las hembras y es a lo que se denomina grana negra. A los 90 días las larvas alcanzan su madurez; que es cuando se aparean y las hembras están listas para ovipositar nuevamente se separan sólo las hembras para seguir su propagación y el resto se seca al sol y es a lo que se llama grana roja.

En un trabajo reportado por Layva (1984) dice que la tuna se puede industrializar y obtener melcocha, loncha, mermelada e incurtidos de tuna. La mermelada entraría en competitividad con un sinnúmero de mermeladas, por lo que se debe tomar en cuenta un estudio de mercado para tener una óptima comercialización.

También reporta que de la tuna se puede obtener azúcares de un 8 a 20%, obtención de colorantes naturales para los alimentos como el rojo 40 que substituye los colorantes artificiales, pectinas que por su poder gelificante se obtienen mayonesas, ácido ascórbico que es un antioxidante, alcohol etílico que es usado en vinaterías se a obtenido brandy de tuna dando resultados de buena calidad.

En el proceso de industrialización de la tuna se sigue la siguiente escala:

Tuna.

lavado (quitar suciedad)

pulpeado (mediante un pulpor se saca pulpa y jugo)

filtración (eliminar pulpa y obtener jugo).

Jugo.

Alcohol etílico.

Precipitación de pectinas

filtración (pectinas).

Carbón activado.

Clasificación (jugo sin pectinas)

filtración (carbón clorificado, alcohol y agua)

jarabe endulzante.

Otros productos que pueden mejorar las condiciones económicas de las familias campesinas, industrializando nopal tenemos:

Nopalitos y tunas en estado fresco  
 nopalitos en vinagre  
 cáscara de tunas cristalizada  
 vinagre  
 queso de tuna mieles diversas  
 nopalitos enlatados  
 extracción de aceite  
 nopal deshidratado y molido para sopa  
 jugo de tuna  
 aguardiente  
 pigmentos  
 producción de grana  
 nopales molidos para forraje.

De las mayores especies distribuidas se encuentran O. ficus indica y O. amycleae los cuales se encuentran distribuidas en varios estados de la república. Sin embargo, Sosa (1974) dice que la explotación mas adecuada se practica en los estados de San Luis Potosí, México e Hidalgo; en muchos lugares de estos estados antes mencionados existe plena conciencia de la explotación de estos vegetales por lo que no es raro encontrar plantaciones de -- mas de 20 has. en las que una buena planeación de la colec

ta, limpieza, empaque y venta de la fruta indica la gran -  
importancia económica de este cultivo.

## EL NOPAL EN MEXICO

### Explotación del nopal en México.

Para los habitantes del campo en especial para las zonas áridas y semiáridas, esta planta ha sido un beneficio porque a pesar de su gran rusticidad y pocas exigencias de cultivo, puede proporcionar a corto plazo 3 cosechas definidas. Becerra (1975), Salgado (1983), Domínguez (1976) dicen que los españoles a su llegada a México sorprendieron por la gran variedad de cactáceas, que empezaron a observar las cualidades del nopal, por lo cual lo llevaron a España y se empezó a propagar en todas las costas del Mediterráneo adaptándose con mayor facilidad a las condiciones ecológicas de Portugal, Italia y todo el norte de África. En América existe y se desarrolla en casi todos los países que lo integran, pero quizás las mayores plantaciones de nopal se encuentran en Chile cerca de Santiago y Viña del Mar, desde tiempos remotos esta cactácea ha sido un factor importante en la economía del campesino.

No obstante la gran utilidad económica que reporta en el nopal su amplio rango de distribución y su fácil cultivo y adaptabilidad, así como su rápido crecimiento, a estas fechas no se le a dado toda la importancia necesaria a su cultivo en forma preferente ya que presta eficientes servicios en los suelos erosionados y pobres, y aún normales de los 95 millones de has. que forman las zonas áridas

y semiáridas del país; es decir un 40% de nuestro territorio, Salgado (1983). Dice que en las zonas áridas y semiáridas de México se encuentran diversas especies de nopales formando una superficie de 2.3 millones de has. de las cuales dependen un gran número de productores que las consumen y comercializan. Según reporta el INIA, a nivel nacional se explota actualmente 6,500 has. de nopal de tuna, con un rendimiento promedio de 6.3 ton/ha. y un valor arriba de 75 millones de pesos se hace resaltar la explotación de esta cactácea para fines frutícolas, como verdura y como forraje para la ganadería; esto es muy importante para la economía de los agricultores temporaleros de las zonas áridas y semiáridas de todo el país, ya que con este cultivo se puede dar un buen aprovechamiento a los suelos que no reditúan beneficios apreciables cultivando maíz.

Sin embargo, la tuna al igual que otras especies frutícolas que se producen en México requiere de una investigación básica integral que permita sentar las bases para mejorar las técnicas de producción, manejo y aprovechamiento. Becerra (1975) considera que la producción de materias primas de calidad tanto en estado fresco como para la industria, se requiere conocer los factores que afectan su producción, los períodos críticos durante el desarrollo del fruto para la mejor aplicación de labores culturales, el tiempo adecuado de cosecha, las técnicas de manejo adecuadas etc. Esto únicamente es posible adquiriendo la in-

formación básica acerca de la fisiología del crecimiento del fruto, se palantea la necesidad de realizar trabajos, especialmente por la carencia de literatura al respecto, como para la economía del campesino y subsecuente del país.

Pero es ahora cuando se ha comenzado a propagar en una forma sistemática y con ayuda de las nuevas técnicas modernas, se lograrán avances en un futuro no lejano. Existen muy pocos datos al respecto puesto que en la bibliografía existente, solo se circunscriben casi exclusivamente a los aspectos botánicos, taxonómicos y sus propiedades como alimento, medicina o droga. La experiencia que existe acerca de este cultivo está en la mente de los agricultores reflejadas en sus parcelas y sólo algunos apuntes de ingenieros agrónomos que han recopilado sus experiencias de campo.

#### Estudio económico del cultivo de nopal.

Este estudio económico se realizó en Ojuelos Jalisco tomando en cuenta una explotación altamente tecnificada, los datos son obtenidos por parte del Sr. Juan Manuel Vela productor de nopal y tuna.

Uno de los principales problemas en el agro nacional y principalmente en el Municipio de Ojuelos del estado de Jalisco es la erosión del suelo y sobre todo de la escasa precipitación pluvial; en esta zona es muy raquíti-

ca lo que nos da a la fecha pérdidas en los cultivos tradicionales como maíz, frijol, trigo y cebada, por lo que es de importancia restaurar los terrenos y darle al suelo y agua el uso adecuado para que remunere esta actividad agrícola y así los campesinos de esta zona obtengan mejores ingresos.

Para llevar a cabo esta planeación es necesario el financiamiento por parte del banco de crédito rural, ya que a los agricultores no tienen los recursos económicos necesarios. Datos físicos.- se encuentra a una altitud -- sobre el nivel del mar de 2100 metros:

- El clima se encuentra clasificado en esta zona como seco con otoño e invierno seco y templado, con invierno benigno e indefinido, la temperatura media anual es de  $17.8^{\circ}\text{C}$ , presentandose heladas en un promedio de 38 días -- comprendiendo desde el mes de octubre a febrero.

- La precipitación pluvial en promedio es de 500 mm. al año, con temporadas de lluvias en la 2a. quincena de junio a la primera de septiembre, aunque en una forma irregular.

- El tipo de suelo es franco y unas partes arcillosa, con muy buena profundidad que varía entre -- los 30-80 cm.



La distribución de la huerta es la siguiente: no pal plantado en 23 surcos de 4 metros y un callejón de 8 - metros, distancia entra planta de 3 metros. Lo que nos da una cantidad de plantas por hectárea de 736.

Resumen de labores y calendario del mismo

Labores a realizar en el primer año.

Preparación de suelos:

- barbecho (del 10. de septiembre al 30 de noviembre)
- rastra (del 15 de septiembre al 15 de diciembre)
- Cruza (del 30 de septiembre al 10 de Enero)
- Levantamiento de bordos (del 15 de oct. al 15 de Enero)
- pileteo (del 10 de noviembre al 10. de febrero)

Plantación.

- planta (corte del 15 de febrero al 15 de marzo)
- flete (después del corte)
- repartición ( del 15 de febrero al 15 de mayo)
- trasplante ( del 10. de marzo al 31 de Mayo)

Fertilización.

- orgánico (del 10. de marzo al 31 de mayo)
- flete
- maniobras
- repartición
- aplicación
- químico (del 10. de Septiembre al 30 de noviembre)
- abono (fórmula)
- flete y maniobras
- preparación de fórmula
- repartición
- aplicación.

Cultivos.

- escarda (después de la aplicación del abono)
- limpieza ( del 10. de agosto al 31 de agosto)
- pileteo ( después de la escarda)
- insecticidas y fungicidas (durante el mes de julio y agosto)

Labores a realizar en el 2o. año y 3o. año

Fertilización.

- Químico (durante el mes de abril)
- Abono
- flete y maniobras.
- preparación de fórmula
- repartición
- aplicación

Cultivos

- escarda (después de la aplicación del abono)
- pileteo (después de la escarda)
- limpieza (durante el mes de agosto)

2a. Fertilización (del 15 de agosto al 15 de septiembre)

2dos. cultivos

- escarda (después de la aplicación del abono)
- pileteo (en los meses de julio y agosto)
- fungicidas (en el mes de agosto)

Labores a realizar en el 4o. año

Fertilización

- orgánico (del 31 de diciembre al 1o. de marzo)
- químico (del 1o. de febrero al 1o. de marzo)

Cultivos

- escarda (después de la aplicación del químico)
- pileteo (después de la escarda)
- limpieza (durante el mes de agosto)
- corte (del 15 de julio al 30 de septiembre)
- poda de formación (del 15 de septiembre al 15 de oct.)

Labores a realizarse en el 5o. 6o. y 7o. año:

Fertilización química (del 15 de febrero al 15 de marzo)

Cultivos después de la fertilización

Corte (del 15 de julio al 30 de septiembre)

Poda ( del 15 de septiembre al 30 de octubre)

Labores a realizar en el 8o. año:

Fertilización

- químico

- orgánico

Cultivos

poda

corte.

Nota: del 8o. año en adelante son las mismas labores tomando en cuenta al 12o. 16o, etc., o sea cada 4 años -- una fertilización con abono orgánico.

## COSTOS DE PRODUCCION

Labores a realizar en el 1er. año:

## Preparación de suelo

- barbecho	\$ 4,000.00	
- rastra	2,000.00	
- cruza	4,000.00	
- levantamiento de bordos	4,000.00	
- pileteo	3,000.00	\$ 17,000.00

## Plantación

- planta	\$ 14,800.00	
- flete	4,400.00	
- repartición	5,920.00	
- trasplante	3,000.00	\$ 28,160.00

## Orgánico (gallinaza) 7,400 Kg/ha.

- abono	\$ 4,400.00	
- flete y mano de obra	14,800.00	
- repartición	5,000.00	
- aplicación	5,000.00	\$ 29,240.00

## Químico \*1/2 lt/plt) 500 Kg.

- abono	\$ 5,400.00	
- flete y maniobras	2,000.00	
- preparación de fórmula	1,000.00	
- repartición	1,200.00	
- aplicación	2,000.00	\$ 11,600.00

## Cultivos

- escarda	\$ 4,000.00	
- limpieza	2,000.00	
- pileteo	3,000.00	9,000.00
- insecticida y aplicación	4,000.00	\$ 4,000.00
		\$ 99,000.00

Labores a realizar en el 2o. año.

Fertilización

Químico (1/2 Lt/plt)

- abono	\$ 5,400.00	
- flete y maniobras	3,000.00	
- preparación de fórmula	1,000.00	
- Repartición	1,200.00	
- aplicación	2,000.00	\$ 12,600.00

Cultivos

- escarda	\$ 4,000.00	
- limpieza	2,000.00	
- pileteo	3,000.00	\$ 9,000.00

2da. Fertilización

Químico (1 lt/plt)

- abono	10,800.00	
- flete y maniobras	4,000.00	
- preparación de fórmula	2,000.00	
- repartición	2,000.00	
- aplicación	2,000.00	\$ 20,800.00

2dos. cultivos

- escarda	\$ 4,000.00	
- limpieza	2,000.00	
- pileteo	3,000.00	
- insecticida y aplicación	4,000.00	\$ 13,000.00

\$ 55,400.00

Labores a realizar en el 3er. año.

Fertilización

Químico (1 Lt/plt)

- abono	\$ 10,800.00	
- Flete y maniobras	2,000.00	
- preparación de fórmula	2,000.00	
- repartición	2,000.00	
- aplicación	2,000.00	\$ 20,800.00

Cultivos

- escarda	\$ 4,000.00	
- limpieza	2,000.00	
- pileteo	3,000.00	\$ 9,000.00

2da. Fertilización

Químico (2/Lt/plt)

- abono	\$ 21,600.00	
- flete y maniobras	8,000.00	
- preparación de fórmula	4,000.00	
- repartición	3,000.00	
- aplicación	3,000.00	\$ 39,600.00

2dos Cultivos

- escarda	\$ 4,000.00	
- limpieza	2,000.00	
- pileteo	3,000.00	
- insecticida y aplicación	4,000.00	\$ 13,000.00

\$ 82,400.00

Labores a realizar en el 4o. año.

Fertilización

Orgánico (20 L/plt) 14.8 M3/Ha.

- Abono	\$ 8,800.00	
- flete y maniobras	29,600.00	
- repartición	10,000.00	
- aplicación	10,000.00	\$ 58,480.00

Químico (3 L/plt)

- abono	\$ 32,400.00	
- flete y maniobras	6,000.00	
- preparación de fórmula	6,000.00	
- repartición	4,000.00	
- aplicación	4,000.00	\$ 58,400.00

Cultivos

- escarda	\$ 4,000.00	
- limpieza	2,000.00	
- pileteo	3,000.00	\$ 9,000.00

Corte (1/2 caja por planta)

Poda de formación 4,000.00

- mano de obra

\$ 159,480.00



Labores a realizar en el 5o. año.

Fertilización

Químico (3 L/plt)

- abono	\$ 32,400.00	
- flete y maniobras	12,000.00	
- preparación de fórmula	6,000.00	
- repartición	4,000.00	
- aplicación	4,000.00	\$ 58,400.00

Cultivos

- escarda	\$ 4,000.00	
- limpia	2,000.00	
- pileteo	3,000.00	\$ 9,000.00

Core (3/4 caja/planta)

44,400.00

\$ 111,800.00

Labores a realizar en el 6o. año:

Fertilización (como 5o. año)	\$ 58,400.00
Cultivo (como 5o. año)	9,000.00
Corte (1 caja / planta)	59,200.00
	\$ 126,600.00
Labores a realizar en el 7o. año (igual a 6o.)	\$ 126,600.00

Labores a realizar en el 8o. año:

Orgánico (igual 4o. año)	\$ 58,480.00
Químico (igual 4o. año)	9,000.00
Corte (igual 6o. año)	59,200
	\$ 185,080.00

## RESUMEN DE COSTOS

ANO	INGRESOS	EGRESOS	SALDO
1o.	0	99,500.00	99,500.00
2o.	0	54,400.00	153,900.00
3o.	0	82,400.00	236,300.00
4o.	187,290.00	159,480.00	208,490.00
5o.	196,885.00	111,800.00	123,405.00
6o.	375,180.00	126,600.00	
7o.	375,180.00	126,600.00	
8o.	375,180.00	185,080.00	
9o.	375,180.00	126,600.00	
10o.	375,180	126,600.00	
11o.	375,180.00	126,600.00	
12o.	375,180.00	185,080.00	

\*Son estimaciones con precios de principios de 1984.

### Explicación de labores:

- Barbecho.- Se realiza a la vez del trazo de la huerta, con un arado de tres discos reversible dando la mayor profundidad posible y dos entradas sobre cada surco.

- Rastra.- El fin de esta labor es preparar la - cama para la planta, eliminando los terrones que se han -- formado a la hora del barbecho.

- Cruza.- Para esta labor se emplea un arado pa-  
ra abrir un surco en sentido octagonal al barbecho realiza  
do, con el fin de controlar las avenidas de agua sobre las  
calles y conducir las directamente a las cepas cercanas al-  
nopal.

- Levantamiento de bordos.- Es necesario dar dos  
nuevos pasos por el terreno barbechado con el fin de levan-  
tar nuevamente el bordo sobre el cual quedará plantado el-  
nopal.

- Pileteo.- Se planquea piletea el surco abierto  
por el arado de 3 discos manualmente, formando banco en la  
inmediación de donde se plantarán dos pencas o raquetas, +  
con el fin de formarles un charco de agua que alimente la-  
planta.

- Flete.- Es el transporte de la planta de la huerta madre a la huerta hija, después de 30 días de cortada.

- Repartición.- Es la colocación de cada penca o raqueta en el lugar que será trasplantada.

- Trasplante.- Se realiza enterrando la mitad de la penca sobre el bordo formado con anterioridad, cuidando que las caras de las pencas queden orientadas de norte a -- sur.

- Fertilización orgánica.- Se lleva a cabo con todo tipo de abonos o estiércol de origen animal, tomándose en cuenta el siguiente orden; gallenaza, guano de murcielago, estiércol de res, cerdo, cabra y caprinos. Se coloca a 20 cm. mínimo de la planta aguas arriba, dentro de la pileta para que el agua se encargue de acercar los nutrientes a la planta.

- Fertilización química.- Se aplica la fórmula -- 10-10-10 y se incrementa cada año, empezando con 1/2 litro de super fosfato de calcio triple al 50% con nitrato y terminando con 3 litros por planta, la forma de aplicación -- es semejante al orgánico.

- Escarda.- se efectúa con el arado de 3 discos-- en tal forma que le acerque la tierra a la planta, con el -

fin de proporcionar la formación de mayor área radicular, - sepultar los fertilizantes aplicados, aflojar la tierra compacta.

- Limpieza.- Se lleva a cabo por medio de los pasos de rastra necesarias en las calles.

- Insecticidas.- Con el fin de control de insectos, se aplica sobre todo al terreno.

- Corte.- El corte de la tuna se hará según el fin del fruto, si es para consumirlo de inmediato en un plazo no mayor de 5 días, no importa la forma, siempre y cuando no se vaya a transportar a distancias superiores de 100 - Km.

## CONCLUSIONES

1.- El nopal es una de las mejores alternativas en zonas áridas y semiáridas o agricultores temporaleros para sobresalir económicamente.

2.- La planta del nopal tiene 3 utilidades que son fruta, verdura y forraje, por lo que conviene incrementarlo entre el campesinado carente de recursos económicos.

3.- El cultivo del nopal por su rusticidad en sus necesidades nutritivas, tipo de suelo y clima, formas de cultivo etc., es un producto barato en su producción, con buena demanda en el mercado, proporcionando utilidades al campesino.

4.- La bibliografía existente en relación con el cultivo del nopal es escaso o de difícil adquisición, por lo que los beneficios de este cultivo continúan ocultos para muchos campesinos e investigadores en general.

5.- El cultivo del nopal debe ser necesariamente financiado por instituciones crediticias, ya que proporciona ingresos económicos hasta el 40. año y los campesinos no pueden solventarlo.

6.- Después del 60. año la inversión se encuentra en equilibrio y se paga totalmente llegando a permitir

ganancias hasta de 250.000.00 pesos anuales. (según precios de principios de 1984).

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Barrientos P.F. "El mejoramiento del nopal (Opuntia sp) en México" Departamento de Fruticultura U.A.CH.
- 2.- Becerra R.S. 1975. "Eficiencia fotosintética del nopal- (Opuntia sp) en relación con la orientación de -- sus cladodios" Tesis M.C. Colegio de Postgraduados de -- Chapíngo, México.
- 3.- Bravo H.H. 1978 "Las Caetáceas en México" 2a. edición - UNAM México.
- 4.- Boletín divulgativo No. 36, 1978 "El campo experimental Forestal de zonas áridas de la Saucedá, Ramos Arizpe -- Coahuila" 2a. Edición.
- 5.- Castañeda F. 1984 "El cultivo del nopal" Memorias de la Reunión de Productores de la U.N.P.N.T. San. Luis Potosí.
- 6.- Cruz H.P. 1982 "Gula para cultivar nopal tunero en el -- Estado de Puebla" Folleto técnico No. 4 INIA.
- 7.- Domínguez M.M. "Cultivo del nopal de verdura" Tesis Profesional Universidad de Guadalajara.



- 8.- García V.A. 1972 "Cultivo nopal de Verdura" Folleto Colegio de Postgraduados ENA. Chapingo México.
- 9.- Gobierno del estado de México 1979 "Cultivo, explotación y aprovechamiento del nopal en el estado de México"
- 10.- Hernández R.L. 1978 "Distribución del sistema radical del nopal (Opuntia amycleae t) Tesis M.C. Colegio de Postgraduados SARH Chapingo México.
- 11.- Leyva T.R. 1984 "Inustrialización del nopal" Memorias Reunión de Productores del la U.N.P.N.T. San Luis Potosí.
- 12.- Pimienta B.E. 1984. "Avances del nopal en México" Memorias Reunión de Productores de la U.N.P.N.T. San Luis Potosí.
- 13.- Rodríguez B.J.J. 1982 "Caracteres morfológicos del nopal" Tesis M.C. Colegio Postgraduados Chapingo México.
- 14.- Ruiz Oronoz M. 1979 "Botánica" Editorial Eclasa.
- 15.- SAIMEX 1981 "Perspectiva de la utilización del nopal y tuna" Monografía.

- 16.- Salgado H.A. 1983 "El cultivo del nopal una alternativa económica en suelos áridos y semiáridos" Subdirección de operaciones y servicios institucionales SARH.
- 17.- Sánchez S.O. 1979. "La flora del valle de México" --- Editorial Herrera.
- 18.- Sosa Ch. R. 1964 "Microsporogenesis, importancia económica y distribución de tres especies del genero Opuntia" Tesis M.C. Colegio de Postgraduados ENA Chapíngo México.
- 19.- Vela B.J.M. 1984 "Estudio y evaluación del nopal" Reporte técnico SARH.