



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
MÉXICO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ-CÓRDOBA

SECRETARIA DE LA REFORMA AGRARIA

MANUAL DEL PARTICIPANTE



MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DEL NOPAL

Elaborado por:
ING. JUAN RIOS RAMOS
BIOL. VERONICA QUINTANA M.

DICIEMBRE, 2004



Joven Emprendedor Rural

Fondo de Tierras e Instalación Del Joven Emprendedor Rural

MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DE NOPAL

DATOS DE IDENTIFICACION DEL CURSO	
Nombre del curso	Manejo general del cultivo del nopal
Elaborado por	Ing. Juan Ríos Ramos Biol. Verónica Quintana Miranda
Tipo de curso	TEORICO - PRACTICO
Fecha de elaboración	12/21/04
Duración	3 meses
Número de participantes	25
Propósito del curso	Identificar los diferentes métodos que existen para cultivar el nopal y las presentaciones con valor agregado que existen en el mercado con el fin de comercializar el nopal en sus modalidades de tuna, verdura y forraje.
Objetivo general del curso	Al término del curso el joven emprendedor será capaz de aplicar las técnicas de cultivo de nopal de verdura en condiciones controladas y a cielo abierto, así como obtener tuna y nopal forrajero para su autoconsumo y comercialización.
Contenido del curso	Características generales del nopal. Requerimientos agro climáticos para el cultivo del nopal. Manejo del cultivo. Sanidad vegetal. Importancia económica. Métodos de propagación. Tipos de explotación. Comercialización. Mercado.
Perfil del instructor	Persona comprometida con el desarrollo humano y social en el medio rural y que se identifique con la impartición de cursos de formación y capacitación; Profesional en el ramo agrícola, con experiencia en capacitación de personal.
Perfil de los participantes	Jóvenes y adultos interesados en iniciar su propia empresa y arraigarse en su lugar de residencia, que estén relacionados directamente con el campo como medio de subsistencia.
Requerimientos del lugar de impartición	Que cuente con el área adecuada para poder instalar el proyecto escuela, incluyendo agua, tierra, personal para trabajos, caminos vecinales y todo lo que facilite la impartición del curso, como por ejemplo un salón de clases o disposición de algún participante para poder impartir el curso en su domicilio en caso de no contar con aula.

MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DE NOPAL

DATOS DE IDENTIFICACION DEL CURSO	
Mobiliario	<ul style="list-style-type: none"> • Rotafolios • Pizarrón
Equipo	<p>Construcción del micro túnel 40 m2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Varilla corrugada 3/8 pulgada (6) • PVC hidráulico (tubos 1 ½") • Un tinaco de plástico de 450 lts. • Plástico calibre 600 con filtro para rayos UV • Cintilla para riego x goteo. • Filtro ray bird 1 ½ " • Llave de paso de 1 ½". • Material vegetativo • Poliducto anaranjado (2 rollo) • Rafia (2 kg.) • Abono orgánico • Fertilizante • Insecticida • Fungicida • Mochila aspersora • Zapapicos • Palas rectas • Guantes • Carretillas
Material didáctico	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografías (micro túnel, plantaciones cielo abierto). • Trípticos. • Muestras del material vegetativo.

ÍNDICE

Presentación
Objetivo general
Introducción

Tema 1. Características generales del nopal y su cultivo.

Tema 2. Producción de tuna y forraje a cielo abierto.

**Tema 3. Producción de Nopal en condiciones controladas
(Micro Túnel)**

Conclusiones del curso

Bibliografía

Anexos

Plagas y enfermedades

Evaluaciones

PRESENTACIÓN

Con motivo de la regularización de núcleos agrarios en el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Solares Urbanos (PROCEDE) la Secretaría de la Reforma Agraria identificó que uno de cada dos ejidatarios y comuneros supera los 50 años de edad y el 29% de ellos supera los 65 años.

Los jóvenes en el campo tienen un nivel promedio de educación mayor que sus progenitores, con mayor interés y deseos de superación asociados a su etapa de vida, sin embargo enfrentan restricciones para incorporarse a actividades productivas, participar en la toma de decisiones, así como para disponer de medios y recursos para acceder a la tierra y desarrollar proyectos productivos.

Con base en lo anterior, la Secretaría de la Reforma Agraria inició la operación del Programa denominado “**Fondo de Tierras e instalación del Joven Emprendedor Rural**”, el cual tiene como propósito renovar generacionalmente el campo, limitar la migración rural y frenar la fragmentación de la tierra, con la incorporación de los jóvenes a las actividades productivas vinculadas a la tierra, para contribuir a que el sector rural mexicano incremente su productividad a través del fortalecimiento de capital humano con la adopción de nuevas tecnologías.

En una primera etapa el Programa “**Fondo de Tierras e instalación del Joven Emprendedor Rural**” desarrollará capacitación técnica y administrativa para el desarrollo de proyectos-escuela, que permitan la incorporación a la actividad económica de aproximadamente 4,600 hombres y mujeres de entre 18 y 39 años, mediante el emprendimiento de sus propios proyectos productivos en los estados de Sonora, Sinaloa, San Luis Potosí, Guanajuato, Michoacán, Aguascalientes, Guerrero y Oaxaca.

Con un esquema participativo los Comités de Jóvenes Emprendedores han interactuado con el equipo de investigadores, académicos, profesionales y técnicos del Colegio de Postgraduados para que a partir de la identificación de oportunidades y diagnósticos de vocacionalidad productiva micro-regional, se diseñaran proyectos productivos, se formularan planes de negocios y proyectos de inversión rural mediante la reproducción de conocimientos y destrezas a través de un programa de capacitación.

Una vez que la capacitación permite a los jóvenes diseñar el plan de negocios y proyecto productivo correspondiente, podrán solicitar ante el Fondo de Tierras un crédito para arrendamiento o adquisición de tierras asociado al proyecto productivo respectivo, cuidando que el proyecto productivo se encuentre integrado en cadena mediante proyectos escuela, a efecto de darle sustentabilidad, escala económica y retener el valor agregado en los núcleos agrarios participantes.

La capacitación técnica comprende la enseñanza de habilidades tecnológicas para construir, desarrollar el proyecto escuela, el intercambio de experiencias exitosas con otros productores dedicados a proyectos similares, complementada con los conocimientos aportados por la capacitación administrativa que incluye la reproducción de capacidades administrativas, en organización para el trabajo, conocimientos de comercialización y desarrollo de capacidades de gestión, entre otros, que les permitan a los jóvenes emprendedores rurales la instalación de proyectos-escuela.

OBJETIVO GENERAL

Al término del curso el joven emprendedor será capaz de aplicar las técnicas de cultivo de nopal de verdura en condiciones controladas y a cielo abierto, así como obtener tuna, y nopal forrajero para su autoconsumo y comercialización.

INTRODUCCIÓN

El Nopal es endémico de América y existen 258 especies reconocidas, 100 de las cuáles se encuentran en México, quien cuenta con una superficie aproximada de 10,000 Ha. de plantaciones especializadas en Nopal para consumo humano. Así mismo, el nopal puede ser un cultivo alternativo para zonas que están teniendo problemas por bajos rendimientos debido al empobrecimiento paulatino de los suelos, o en lugares donde hay deficiencia de agua para los cultivos tradicionales, siendo este el caso de diversos Estados de la Republica Mexicana.

El nopal es una cactácea endémica del Continente Americano que se desarrolló en regiones áridas y semiáridas de nuestro país.

En general, a las cactáceas en México se les conoce desde hace mucho tiempo, fueron tan importantes que encontramos representaciones de numerosas especies en códices prehispánicos, monumentos, pinturas y cerámicas. Entre las culturas desarrolladas en nuestro país, el nopal se utilizó en celebraciones religiosas, en la curación de enfermedades, influyó en forma determinante en la fundación de poblaciones, como producto alimenticio y como planta de ornato. Incluso en la actualidad se observa a una especie del género *Opuntia* en nuestro escudo nacional.

Los "nopales" pertenecen al género llamado *Opuntia*. Estas plantas fueron utilizadas desde épocas prehispánicas, el nopal se inserta como elemento de desarrollo intrínscico al pueblo y cultura de México desde tiempos inmemoriales. Su propio y antiguo nombre es Tenochtitlán, que significa fruta de piedra (porque está compuesto de Tetl, que es piedra, y de Nochtli, fruta); los aztecas, que fueron los que más lo emplearon, le dieron el nombre de "Nochtli" o "Nopalli" que es la fruta, llamada tuna. El árbol (cardo), que lleva esta fruta Nochtli, se llama entre los indígenas mexicanos nopal. y lo utilizaron como sustrato para cultivar un insecto del género *Dactylopius* spp conocido como "Cochinilla de nopal" o "Grana", del cuál extraían un vistoso tinte para teñir textiles.

Dentro de la historia de México, una imagen ligada a su desarrollo, la constituye el nopal, elemento fundamental para la mitología histórica en la fundación de la cuna de la civilización azteca y su capital, Tenochtitlán.

MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DE NOPAL



Existen evidencias del nopal utilizado en nuestro territorio que datan de hace 7,000 años en semillas, cáscaras de tuna y fibras de pencas de nopal fosilizadas, encontradas en excavaciones realizadas en Tehuacan, Puebla.

La familia de las cactáceas se originó en el Continente Americano y la mayoría de sus integrantes son nativos de México. Muchos son los beneficios que el nopal puede ofrecer, consideremos entonces, el compromiso que tenemos en la conservación y aprovechamiento de esta planta.

TEMA 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL NOPAL Y SU CULTIVO

OBJETIVO PARTICULAR

Al finalizar el tema, los jóvenes emprendedores, serán capaces de identificar las características generales del nopal con el fin de utilizarlas como herramienta en el desarrollo de este curso y en el cultivo y aprovechamiento de esta planta.

INTRODUCCIÓN

El nopal, al igual que casi todas las cactáceas, es una planta que no tiene hojas, aún cuando en su etapa de juventud contiene algunas. Lo que vemos del nopal son sus tallos que tienen forma de raquetas, botánicamente llamadas cladodios o pencas. Estas pencas están llenas de agua que se encuentra retenida en un entramado de carbohidratos llamados mucílagos; si se corta a la mitad una penca no sale agua sino una sustancia pegajosa conocida como baba del nopal.

Otra característica de esta planta es que tiene espinas en sus pencas, el tipo y la cantidad de espinas en los nopales es muy variable y mucho va a depender de las condiciones del medio en que viva. Los nopales, tienen unas estructuras a partir de las cuales desarrollan más pencas, raíces o flores llamadas areolas, características de las cactáceas. Los frutos de esta planta son conocidos como tunas.

TAXONOMÍA

El nopal pertenece a la familia *Cactaceae* comúnmente conocidas como cactáceas o cactus. Las cactáceas son plantas que caracterizan los paisajes mexicanos, se distribuyen principalmente en las zonas áridas aunque una gran diversidad de especies se encuentran en las zonas tropicales, subtropicales y templadas. En México encontramos el mayor número de géneros y especies de toda América, vale la pena mencionar que de las 1600 especies que forman esta familia, en México habitan 1088.

En México se le llama nopal a varias especies del género "*Opuntia*" de la familia "Cactaceae". En el libro Cactáceas de México de Helia Bravo (1978) para los nopales presentan 2 géneros *Opuntia* y



Nopalea.

El género *Opuntia* en México presenta 5 subgéneros, 17 series y 104 especies. El género *Nopalea* presenta 10 especies de las cuáles la "*Nopalea Cochenillifera*" se utiliza como Nopal Verdura.

En resumen de las 104 especies de *Opuntia* y 10 de *Nopalea* se utilizan para forraje 15 especies, 5 para fruta y 3 para Verdura (2 de *Opuntia* y una de *Nopalea*.)



TAXONOMIA	
Reino	Vegetal
SubReino	Embryophita
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledonea
Subclase	Dialipetalas
Orden	Opuntiales
Familia	Cactaceae
Subfamilia	Opuntioideae
Tribu	Opuntiae
Genero	Opuntia

DESCRIPCIÓN FÍSICA

Opuntia Ficus Indica: Casi no tiene espinas. Es un vegetal arborescente de 3 a 5 mts. de alto, su tronco es leñoso y mide entre 20 y 50 cm. de diámetro.



Forma artículos oblongos (Pencas o Cladodios) de 30 a 60 cm. de largo x 20 a 40 cm. de ancho y de 2 a 3 cm. de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas mas o menos numerosas, amarillas y produce flores de 7 a 10 cm de largo, su fruto es oval de 5 a 10 cm. de largo x 4 a 8 cm. de diámetro y su color puede ser amarillo, anaranjado, rojo o purpúreo con abundante pulpa carnosa y dulce.

CLADODIOS

Los cladodios (pencas) transforman la luz en energía química a través de la fotosíntesis, están recubiertos por una cutícula del tipo lipídica, interrumpida por la presencia de los estomas mismos que permanecen cerrados durante el día.

La cutícula del cladodio evita la deshidratación provocada por las altas temperaturas del verano. La hidratación normal del cladodio alcanza hasta un 95% de agua en peso.

Las pencas y tallos tienen espinas. El sistema radicular es profundo; no obstante, dependiendo de la humedad ambiental, pueden desarrollar raíces laterales superficiales.

LONGEVIDAD

La longevidad promedio de las plantaciones de nopal es de 5 a 7 años, alcanzando algunas veces hasta 10 años con buenos rendimientos; en terrenos apropiados con ph Neutro y con prácticas constantes de cultivo, sin problema de plagas el Nopal puede llegar a vivir hasta 80 años alcanzando de 80 a 90 t/ ha/año. Las plantaciones comerciales de explotaciones intensivas, pueden durar 3 años.

Cabe resaltar que la parte comestible del nopal son los rebrotes tiernos, mismos que pueden ser aprovechados desde los 8 ó 10 días de haber brotado.

VALOR NUTRIMENTAL DEL NOPAL

A continuación se presenta una tabla que muestra el valor nutritivo del nopal fresco en 100grs.de peso neto:

CONCEPTO	CONTENIDO
Porcion Comestible	78.00
Energía (Kcal)	27.00
Proteína (gr.)	1.70
Grasas (gr.)	0.30
Carbohidratos (gr.)	5.60
Calcio (mg.)	93.00
Hierro (mg.)	1.60
Tiamina (mg.)	0.03
Riboflavina (mg.)	0.06
Niacina (mg.)	0.03
Ascórbico (mg.)	8.00
Retinol (mcg/eq)	41.00

REQUERIMIENTOS AGRO – CLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DEL NOPAL

Suelo

Suelos de origen calcáreo, textura franca, franco arcilloso arenosa, arena franca, franco arenoso, profundidad de 10- 15 cm., Ph 6.5 – 8.5.

Los mejores suelos para las plantaciones de nopal son los de origen ígneo o calcáreo con textura arenosa, profundidad media y con un Ph neutro o de preferencia alcalino.

El suelo deberá tener buena fertilidad natural y al menos 30 cm de profundidad para garantizar un buen vigor de las plantas.

Agua

Aunque el cultivo de nopal es tolerante a la falta de agua, si se pretende establecer una plantación de nopal para la producción de verdura deberá ser accesible y cercano a una fuente de agua, con el fin de proporcionarle el manejo adecuado a la plantación, y obtener mejores rendimientos. Si el cultivo es para forraje y fruto, la producción depende de la cantidad y calidad del riego.

Condiciones climáticas

En cuanto a las condiciones climáticas requeridas para su desarrollo, es necesaria una temperatura media anual de 16-28° C; una precipitación pluvial media anual de 150-1800 mm., la altitud tiene un margen de 800- 1800 msnm. En general, los rangos mencionados se refieren a condiciones óptimas de desarrollo del nopal, sin embargo el nopal prolifera, fuera de estas características.

Variables topográficas

El nopal para verdura se presenta desde el nivel del mar hasta los 2.600 m de altura. Su distribución natural es en laderas, terrenos planos y valles. Las plantaciones mas grandes se encuentran en laderas al sur de la ciudad de México y norte del estado de Morelos, el cultivo requiere de áreas con exposiciones soleadas durante la mayor parte del día.

Otras consideraciones

De preferencia la plantación se debe establecer cerca de una cortina rompevientos, ya sea una cerca, pared o hilera de árboles, ya que si en la región existen vientos fuertes pueden romper el plástico o mover los almácigos.

Una vez establecido el nopal, se adapta a condiciones o áreas disturbadas, aunque requieren de labores y cuidados para lograr buenos resultados en cuanto a rendimientos de verdura y duración de la plantación.

MANEJO DEL CULTIVO

Labranza primaria

Después de limpiar el terreno de arbustos, hierbas o restos de cosechas anteriores se procede a la preparación del terreno, labor que se realiza en la mayoría de las regiones con tractor y arado; posteriormente se dan uno o dos pasos de rastra. Cuando las condiciones del terreno no permiten el uso de maquinaria o no se dispone de ella, la preparación se hace con implemento de tiro animal. En terrenos muy quebrados la preparación incluye el paso de un roto cultivador que deja el suelo mullido. En todos los casos, la preparación del suelo tiene como objetivo dejar el suelo “suelto” de manera que permita el buen desarrollo radicular en las primeras etapas del cultivo.

Trazado



El trazado de la hilera de plantas para la plantación tradicional o al trazado de camas en la plantación intensiva, se realiza con el apoyo de una cinta de medir, cordel y estacas, se trata de que en la plantación se coloquen las pencas con orientación norte-sur (las caras de la penca hacia este y oeste), pues se ha demostrado que con esta orientación se obtiene mayor desarrollo radicular y menor daño por quemaduras del sol.

Barbecho

Para el establecimiento de las plantaciones, el terreno se debe preparar y barbechar a una profundidad de 25 a 30 cm, con el objeto de remover la capa inferior del suelo y eliminar las plagas y nemátodos que atacan este cultivo. Se debe pasar una rastra con el fin de acondicionar la capa arable, nivelar el terreno para evitar que se encharque el agua o que se reseque en las partes bajas y altas respectivamente.

Densidad

La densidad de plantas es de 40 mil raquetas o pencas por hectárea distribuidas a una distancia de 30 cm contados de centro a centro de cada penca. La distancia entre surco y surco debe ser de 80 cm. Al mes o a los dos meses de efectuada la plantación, se debe aplicar una capa de estiércol de ganado bovino de un espesor de 3 a 5 cm, sobre la hilera de plantas.

En casi todos los lugares o regiones donde se produce nopal de verdura, se planta haciendo un hoyo con una pequeña azada, se coloca la planta o penca en posición perpendicular y se cubre con tierra hasta un tercio o un medio de la penca (10/ 15 cm)

Orientación

La orientación, como ya se mencionó, es muy importante ya que así existe un mejor enraizamiento y menos quemaduras del sol.

Cuidados

Todos los años se deben realizar podas de formación para que las calles no se cierren y las plantas no crezcan demasiado altas. Los productores en la época de mayor producción, cortan las pencas terminales con lo que detienen la producción y acumulan reservas para el otoño y el invierno, época en la que se recuperan los precios.

Con las densidades que se utilizan, no es posible cultivar con tractor o implementos de tiro animal, por lo que cuando se realiza la limpieza de la maleza, se utiliza el azadón o una pequeña azada.

Algunos productores utilizan herbicidas, cuidando de no aplicarlos sobre las plantas de nopal. Se recomienda aplicarlo de día, ya que los estomas están cerrados y la absorción del nopal es menor. Algunos productores informan que aplicando estiércol cada año controlan la maleza pues la aplicación masiva de estiércol fresco la quema.

Como prevención a las heladas se recomienda utilizar un micro túnel, que es una estructura de arcos de varilla de una altura de 1.5 m colocada cada 2 m, sobre los que se pone una cubierta de polietileno, con lo que se evitan los daños por heladas y se puede seguir produciendo en invierno, época en la que el nopal se vende a un precio más alto. En la época de lluvias, se deben realizar labores de limpieza y de barbecho, para evitar la proliferación de plagas y enfermedades y eliminar la hierba.

MANEJO DE AGUA/RIEGO

Debido a que el nopal es un cultivo tolerante a la sequía, los riegos son casi nulos, pero en caso de que se necesite (por sequía muy prolongada), se debe aplicar una lámina de riego de 10 cm.

El agua es un recurso que permite la brotación, en los meses de mayor sequía (octubre - mayo)

Nutrición del cultivo

La fertilización en la agricultura se define como la acción de hacer fértil o prolífico el suelo. Para el caso del nopal tunero, los resultados de las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias -INIFAP- en el campo experimental de Tecamachalco, Puebla., indican que es recomendable la aplicación de abonos orgánicos y fertilizantes químicos debido a la respuesta positiva que de ello se observa.

Para suelos tepetatosos y poco profundos, el INIFAP sugiere utilizar 5 ton/ha de estiércol vacuno, que equivale a 8 kg por cepa. Una vez iniciadas las lluvias se sugiere agregar 100 g de sulfato de amonio por cepa. Al segundo año se aplicarán 100 g del mismo sulfato y al iniciar la etapa de fructificación en adelante, cada tercer año, incorporar cantidades semejantes de estiércol adicionando 50 g de superfosfato de calcio simple a cada cepa. También se puede

utilizar urea y superfosfato de calcio triple en cantidades equivalentes en suelos no calizos o con pH cercano al neutro. Los abonos deben incorporarse al inicio de las lluvias y deben distribuirse alrededor de la planta cubriéndolos con una capa pequeña de suelo.

En el caso del Estado de México, la fertilización la realizan durante los primeros tres años con 8-10 kg de abono por planta y 100-150 g de fertilizante, utilizando la mayoría de las veces urea; la aplicación de abono orgánico la hacen cada tres años. En Zacatecas la aplicación de abonos orgánicos se hace en cantidades mayores, colocando el contenido de una carretilla por planta, aunque esta aplicación está en función de la disponibilidad del producto y de los recursos con los que cuenten los productores. En el campo de los fertilizantes químicos hacen aplicaciones de sulfato de amonio y superfosfato de calcio una vez al año. En Jalisco aplican gallinaza en razón de 6 kg por planta.

Fertilización orgánica

En la producción de nopalito se utilizan grandes cantidades de abono. En las plantaciones tradicionales, se cubren las calles con abono de 10 a 15 cm (generalmente bovino) cada dos o tres años, y muchos productores aplican abono químico, de una a tres veces por año, usualmente utilizan urea o sulfato de amonio. En el sistema intensivo, la aplicación de abono se lleva a cabo cada año. Los niveles de estiércol por hectárea varían de 100 a 200 toneladas, aplicándose de 100 a 200 kg de Nitrógeno y de 80 a 100 kg de Fósforo por hectárea.

PODAS

Es muy importante realizar las podas en el cultivo con la finalidad de dar a la planta una buena forma para facilitar su manejo; se recomiendan 4 tipos de podas, a saber:

Poda de formación.

Permite a la planta tener una forma mas conveniente para un mejor manejo, eliminando las pencas que se encuentran juntas, las mal orientadas, las que están hacia abajo etc.

Poda de sanidad.

Consiste en eliminar pencas en mal estado, es decir, con malformaciones y aquellas dañadas por plagas y enfermedades.

Poda de rejuvenecimiento.

Llevada a cabo en plantaciones con edades de 10 a 15 años, cortando las plantas viejas y dejando exclusivamente los 40 a 45 centímetros inferiores del tronco. Otra alternativa sustituir la plantación vieja por material vegetativo nuevo.

Poda de estimulación de renuevos.

Realizada principalmente en plantaciones a cielo abierto, donde el productor deja que la planta se llene de renuevos y en el momento de que el nopalito tiene el mejor precio de mercado se empiezan a cortar todas las pencas quedando únicamente aquellas en las que se espera obtener brotes, después de 20 días se obtiene una gran cantidad de brotes (8 a 15 nopalitos por pencas).

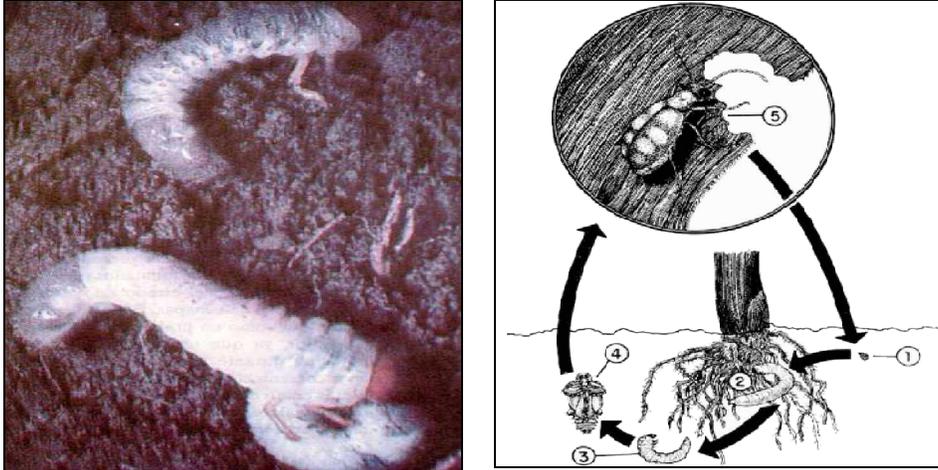
SANIDAD VEGETAL

Plagas

El cultivo no presenta ninguna plaga de importancia económica sin embargo, se señalarán las principales: **Cochinilla** (*Dactylopius coccus costa*), constituye una plaga benéfica o perjudicial, dependiendo del objetivo trazado. Si dicho objetivo es la producción de fruta, la cochinilla incide en la producción de tunas, por lo tanto debe ser tratada como tal. Por esta razón no se recomienda tener plantaciones duales o mixtas, ya que el beneficio de la una, será en perjuicio de la otra.

Un factor muy importante para la coccidocultura, es determinar el tipo de depredadores que inciden sobre la cochinilla, en razón, de que la reducción de las colonias de la cochinilla puede ser altamente significativa sin que se tenga una explicación adecuada, es necesario entonces vigilar las poblaciones de plagas que limitan la explotación del *Dactyliopus coccus costa*.

La **mosca de la fruta** (*Ceratitis capitata*), su infestación causa los mismos efectos que en otros frutales. El **gusano de la tierra** es una larva que se alimenta de las plantas de tuna tiernas y jóvenes causando deformaciones y perforaciones en las mismas, se controla previniendo su ataque mediante aplicaciones de aldrin al momento de la plantación. **Gusano cogollero**, es una larva de color verde claro que mide hasta 3 cm. de longitud, tiene como hábito alimenticio las paletas tiernas y jóvenes, provocando la deformación de estas, se le controla con aplicaciones de tamarón. El **gusano minador** (*Graciliriadeae*), es una larva pequeña, roja rosada, que vive debajo de la epidermis de las paletas terminales formando galerías.



ENFERMEDADES

Las enfermedades que se presentan en las huertas de nopal verdulero, por lo general se deben al mal manejo en el corte y al traslado de la penca a plantar; al nulo mantenimiento de limpieza de maleza en las huertas, que ocasionan alta humedad en las pencas de las plantas; a encharcamientos de agua de lluvia que destruyen las raíces de la planta y a problemas de virosis, porque no se tiene la precaución de seleccionar las plantas donadoras de las pencas que van a formar las nuevas plantaciones.

Roya.

Enfermedad cuyo agente causal es el hongo *Aecidium* sp. que ataca a las paletas y los frutos, forma una pústula redonda de color amarillo-naranja que sobresale de la superficie de la paleta, que luego se seca dejando un gran hueco a veces a un lado de la paleta o en ambas caras. Lo más eficiente y económico para su control es la quema y entierro de las paletas afectadas.

Pudrición de la raíz.

Incide en plantas que tienen más de cuatro años, el agente causal parece ser un complejo hongo y/o bacteria no identificados, que destruyen la raíz por pudrición, la cual puede llegar hasta el tallo. El síntoma más evidente es la plasmólisis o marchitez (arrugamiento) de las paletas, el control se realiza mediante la limpia o eliminación

de las partes afectadas (podridas) y luego se aplica ceniza y finalmente cubriendo la planta con tierra buena.

Cercosporosis.

Causada por un hongo del género *Cercospora*, que forma colonias redondeadas y convexas de color gris, de entre 0,5 a 2,0 cm. de diámetro, a manera de costras, sobre la epidermis de las paletas en plantaciones jóvenes y enfermas.

Lancha

(*Phytophthora cactarum*), este hongo produce la enfermedad conocida como **Podredumbre húmeda**, ataca a la tuna cuando tiene una vía de ingreso que puede ser una herida o una semilla que no ha sido cicatrizada, los daños que causa ésta enfermedad no son mayores, su control efectivo se realiza utilizando fitosanitarios con base de cobre.

Mancha plateada.

Causada por los hongos de los géneros *Phytophthora* y *Micosphaerella*, ocasionan un resquebrajamiento de la epidermis de las paletas y manchas necróticas grandes. **La bacteriosis** es una enfermedad causada por bacteria del género *Pseudomona*, produce pudrición en las paletas, el control de esta enfermedad se efectúa mediante pulverizaciones con estreptomycin mezclado con un producto con base de cobre, la época más oportuna de aplicación es al año.

Podredumbre apical.

Es una enfermedad ocasionada por bacterias del género *Erwinia*, que producen la muerte total de las paletas, se inicia en el ápice y desciende progresivamente hasta su inserción con el tallo, para prevenir esta enfermedad es necesario seleccionar y evaluar el terreno (descartar los salitrosos), así como tomar en consideración la calidad del agua, evitar aquellas aguas con alto contenido de sales o metales.

DEFICIENCIAS Y ALTERACIONES

Debido a su alto grado de rusticidad el cultivo no presenta alteraciones graves. Tal vez la más importante es aquella causada por falta de agua. Al ser un cultivo de bajos requerimientos, esto no significa que no los tenga, si no se cubren sus necesidades básicas, la planta fructificará tunas pequeñísimas y muy espinosas.

Una de las características del grado de domesticación de la especie es justamente la cantidad y tamaño de espinas en las hojas y frutos. Una variedad o selección bien trabajada y tratada no presentará espinas duras y exageradas.

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Al presentarse los primeros síntomas de enfermedades y plagas en la plantación; sobre todo en las fechas en las que hacen su aparición algunas especies de insectos y virus, es necesaria la aplicación de sulfato de cobre tribásico y folidol o paratión, mediante la mochila aspersora con lo que se da el inmediato control a la situación, utilizando la dosis recomendada por el producto químico a aplicar.

Ejemplos:

La siguiente tabla muestra algunos ejemplos de las plagas que afectan a los cultivos de nopal, los daños que ocasionan y sus posibles tratamientos o controles.

Gallina ciega	Clase: Insecta	Orden: Coleoptera	Familia: Melolonthidae	Género y especie: <i>Phyllophaga spp</i>
Importancia	Es una de las plagas más destructivas del nopal. Son las larvas de diversas especies de escarabajos			
Descripción:	<p>Esta plaga tiene una mayor distribución e importancia en el país. Los huevecillos son puestos en suelos húmedos cerca de las raíces de la planta y la incubación dura aproximadamente 15 días. Las larvas tienden a enrollarse, son de color blanco a crema semitransparente, con la cabeza café o rojiza, con mandíbulas fuertes y patas torácicas bien desarrolladas; miden de 5 a 7 mm de largo.</p> <p>La gallina ciega pasa por tres instares larvarios, los dos primeros se alimentan de materia orgánica y de raíces tiernas durante 45 días; el tercer instar dura de 45 a 60 días y en este período es cuando la plaga causa mayor daño a la planta en su sistema radicular.</p> <p>Después de la cosecha las larvas se internan más profundamente en el suelo donde la prepupa forma una celda en el suelo. El desarrollo de la pupa tiene una duración de 15 a 21 días. Los insectos adultos son conocidos como "mayates de junio" y son escarabajos de color café que varían de amarillento a rojizo o grisáceo.</p>			
Daños:	Es una de las plagas más destructivas del nopal. El principal daño lo ocasionan las larvas al destruir las raíces, lo que trae como consecuencia un mal desarrollo de la planta, marchitamiento y su posible muerte. Estos daños pueden concentrarse en ciertos sectores dentro del terreno.			
Control	<p>Control biológico: la avispa <i>Campsomeris dorsata</i> parasita las larvas de la gallina ciega. Asimismo hay bacterias como <i>Bacillus papilliae</i> y <i>B. lentimorbus</i> que reducen la población de larvas de a plaga cuando son aplicados al suelo.</p> <p>Control químico: es de tipo preventivo y consiste en una primera aplicación de insecticidas al suelo. En infestaciones tardías se efectúa una segunda aplicación.</p> <p>Criterios: Cuando el terreno ha presentado infestaciones severas en años anteriores, el control químico preventivo al suelo es obligado.</p> <p>Muestreos: Para detectar la presencia de larvas de la gallina ciega, se toman 10 muestras representativa del suelo por cada hectárea de superficie de hasta 30 cm de profundidad con aprox. 5 Kg. de peso, será tamizado contabilizando las larvas existentes.</p> <p>Recomendaciones: El umbral económico para esta plaga quedaría establecido al encontrar un número de cuatro larvas grandes en un determinado sitio de la hectárea.</p>			

MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DE NOPAL



Grana Cochinilla	<i>Dactylopius indicus</i>
Efecto	<i>Dactylopius indicus</i> Green. Durante el invierno, esta plaga tiene poca actividad, cuando la temperatura comienza a ascender, inicia la actividad y la reproducción de esta plaga se hace notable, caracterizándose por su aspecto de pequeñas motitas de algodón, que al ser aplastadas, muestran una coloración rojo intenso en su interior;
daños	Ataca por igual a las pencas y a los frutos si el ataque a la planta es severo, puede originar que el fruto se caiga antes o después de que madure.
Control	Se puede controlar con Gusatión M o Folidol a razón de 1.0 a 1.5 cm ³ por litro de agua; la aplicación debe ser dirigida a las partes de las pencas o frutos que tengan esta plaga y no es necesario hacer la aplicación a toda la planta ni a todas las plantas en una huerta. La época de aplicación debe ser al momento de observar la grana o cochinilla en las pencas o frutos.



Picudo de las espinas	<i>Cilindrocopturos biradiatus</i>
descripcion	Aparece como adulto en abril y mayo, se distingue por que tiene una mancha dorsal en forma de cruz. Los huevecillos son depositados por las hembras en la base de las espinas.
daños	Los daños que produce no son de consideración, producen cintas de secreción que pronto se endurecen.
Control	Para su control se recomienda destruir totalmente las pencas afectadas; también puede controlarse químicamente.

IMPORTANCIA ECONÓMICA

Usos:

En México, el nopal tiene varios usos: desde el alimenticio hasta la manufactura de diversos productos en la medicina y cosmética, entre otros que se producen para el mercado nacional e internacional

Alimenticio

Uno de los usos más comunes del nopal es la de fruto y verdura. El consumo como verdura se ha extendido cada vez más, éste se ha incrementado buscando disfrutar sus ventajas nutricionales, se presentan como nopalitos en salmuera, nopalitos en escabeche, mermeladas, dulces, licores, etc

Fruta.

La tuna, es de más aceptación en el mercado mexicano que el nopal, además se exporta a países como EE.UU. y en cantidades menores a Canadá, Japón y a Europa.



Verdura. El nopalito esta ligado a nuestra alimentación desde antes de conquista, se preparan diversos platillos con ellos, desde una ensalada hasta los famosos tacos de chicharrón con nopales, no puede faltar en los tlacoyos, en las sopas o en distintos guisados originarios principalmente del Distrito Federal, como los "romeritos" que se disfrutan en Navidad o en Semana Santa.

Forraje.

En los últimos años, se ha aprovechado en los estados del país considerados como productores de nopal, principalmente en época de estiaje, en las épocas de sequía sirve como alimento principal del ganado, aunque existen explotaciones cuyo objetivo es específicamente producir nopal para alimentar ganado.

Planta industrializada.

En México se procesa el nopalito enlatado en salmuera y en escabeche, y la tuna como licor como dulce.

Yogurt

Como alimento, un grupo de productoras de nopal de Apaseo el Alto se unieron para producir, industrializar y comercializar el nopal.

Industrial:

Substrato.

En el uso de la grana cochinilla otra técnica que se usa desde el México Prehispánico. Hay que tomar en cuenta que esta tinta no se toma directamente del nopal sino del pequeño gusano que

habita en el nopal, que luego de machacarlo es utilizado como tinte.

Producción de grana.

La producción de grana es uno de los principales objetivos de la explotación del nopal.

Elaboración de cosméticos:

Como cremas limpiadoras, cremas humectantes, shampoo, enjuagues, mascarillas, jabones, tintes para el cabello. Actualmente se encuentra en el mercado una gran cantidad de líneas de cosméticos que contienen nopal como principio humectante, debido a sus propiedades mucilaginosas.

En ferretería.

Desde hace tiempo se conocen las propiedades adhesivas del nopal y se ha hecho uso de ellas en aditivos y pinturas. Estudios más recientes proponen la utilización del polvo de nopal para la construcción con el fin de aumentar la dureza de estructuras de concreto, habiéndose logrado resultados sorprendentes con adiciones de 5g de mucílago de nopal liofilizado por cada mil 200 g de materiales secos a utilizar, con lo que se logra una dureza 56% mayor que la del concreto sin mucílago de nopal.

Medicinal:

Planta medicinal.

Se ha comprobado que el consumo de nopalito y de la tuna ácida controla los niveles de azúcar y colesterol en la sangre, se usa también como fibra para mejorar el proceso digestivo. La utilización del nopal con fines medicinales data de la época de los aztecas y actualmente los médicos recomiendan ampliamente su consumo para prevenir o ayudar a controlar enfermedades crónico-degenerativas, como el estreñimiento y los triglicéridos.

En la medicina alternativa se producen: cápsulas, comprimidos y polvos.



Ecológico

Conservador del suelo, frena la desertificación, también impide la erosión del suelo.

El nopal es un excelente medio para combatir la contaminación, al presentar fisiología tipo CAM consume por las noches grandes cantidades de CO₂.

Cerco.

Se usa el nopal espinoso para limitar huertos familiares, este método es muy antiguo y hasta la fecha se sigue utilizando.

MÉTODOS DE PROPAGACIÓN

Selección de la raqueta o planta madre:

La raqueta o planta madre se debe de obtener de huertos o viveros con un buen manejo, lo que garantiza sanidad y calidad en las raquetas, debiendo cumplir con las siguientes cualidades:

- Presencia de buen vigor
- Libre de plagas y enfermedades
- Que no presenten malformaciones físicas
- Edad de 6 meses a 1 año
- El tamaño mínimo de 30cm. de ancho por 20cm de largo
- Presencia de buen grosor y succulencia

Antes de ser plantada la raqueta debe de tratarse para asegurar sanidad en la plantación, desinfectando la raqueta madre con el fin de evitar problemas de pudrición en la producción. El tratamiento se debe llevar a cabo con caldo bordolés al 2%. Este se prepara con dos partes de cal y dos partes de sulfato de cobre tribásico en 100 litros de agua. Las pencas se impregnan del caldo bordolés y se dejan de 15 a 20 días a la sombra con fines de cicatrización y desinfección. Posteriormente se procede a plantar.

Características de la siembra:

La producción del nopalito en plantaciones es muy importante por la superficie que cubre, por el volumen de producción y porque es el sistema que fundamentalmente abastece los mercados nacionales y de exportación. Presenta dos variables, a saber:

Sistema tradicional.



En este sistema se cultiva nopal en hileras con 1 a 1.5 m de separación; las pencas se plantan de 0.25 a 0.5 m y se dejan crecer plantas entre 1 a 1.5 m de altura (se forman macizos de nopal a lo largo de la hilera). Las densidades varían de 15,000 a 20,000 plantas por hectárea, siendo las más comunes las de 17,000 plantas.

Sistema micro túnel.



Este sistema intensivo, se desarrolló en la Universidad Autónoma de Chapingo, en el Estado de México en los años 60's y ha tenido un fuerte desarrollo en la producción de nopal en los meses de invierno.

Consiste en camas de 1.2 a 2m de ancho, con camas entre 1 a 1.5m, el largo varía de 40 a 47m. Las pencas se plantan una junto de otra con una separación de 5cm y las hileras tienen una distancia de 20 a 30 cm entre sí. En este sistema el nopalito se obtiene de los brotes de la primera penca o cuando mucho se dejan crecer una o dos pencas sobre cada planta y así se cosecha. Se coloca plástico sobre la cama durante los meses de invierno con esto se disminuye el riesgo de pérdidas por heladas y se induce la producción para que alcance buen precio.

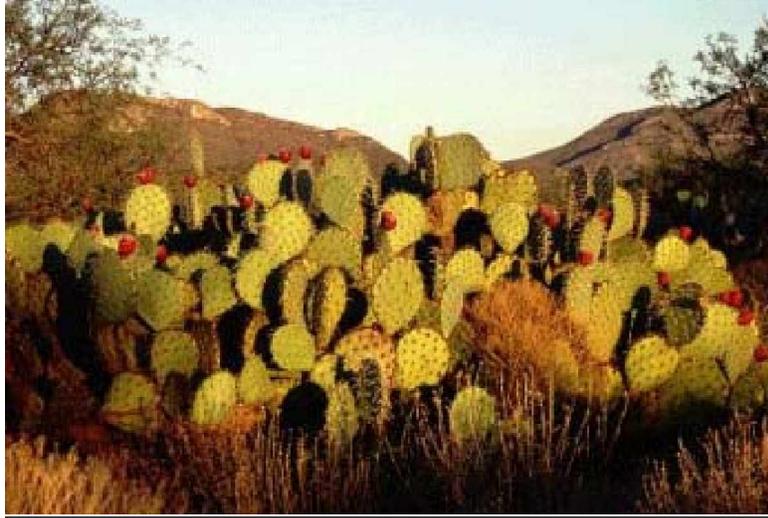
Fechas de siembra.

El nopal se debe plantar entre los meses abril y mayo, en algunos casos también se pueden hacer las plantaciones entre octubre y noviembre, después de las lluvias.

PRODUCCIÓN DE NOPAL EN MÉXICO

La importancia que el cultivo de nopal ha tenido se debe principalmente a sus características de tolerar condiciones adversas de clima, suelos (aridez y salinidad) y por tratarse de una especie con bajos requerimientos de agua.

Nopaleras silvestres:



La producción en nopaleras, en su gran mayoría silvestres, se estima en 3 millones de has. Distribuidas en 15 estados del país, en donde son fuente de forraje para ganado lechero. También se usa como abasto para su procesamiento industrial, siendo empacado en salmuera o escabeche por diversas empresas, para mercado de exportación o nacional.

Producción de nopal en huertos familiares y plantaciones.

Este se da para autoconsumo y venta en los mercados de pueblos y ciudades, Apareció en los años cincuenta, debido a que la demanda de nopal creció en forma importante, junto con las ciudades y el incremento poblacional.

Producción de nopal en cielo abierto.

Son prácticas ordinarias, sin técnicas específicas o cubiertas para protección. De este tipo de explotación se puede obtener como producto: tuna (fruto), nopalito (verdura) y forraje. La producción en este tipo de explotación se limita a temporadas óptimas.

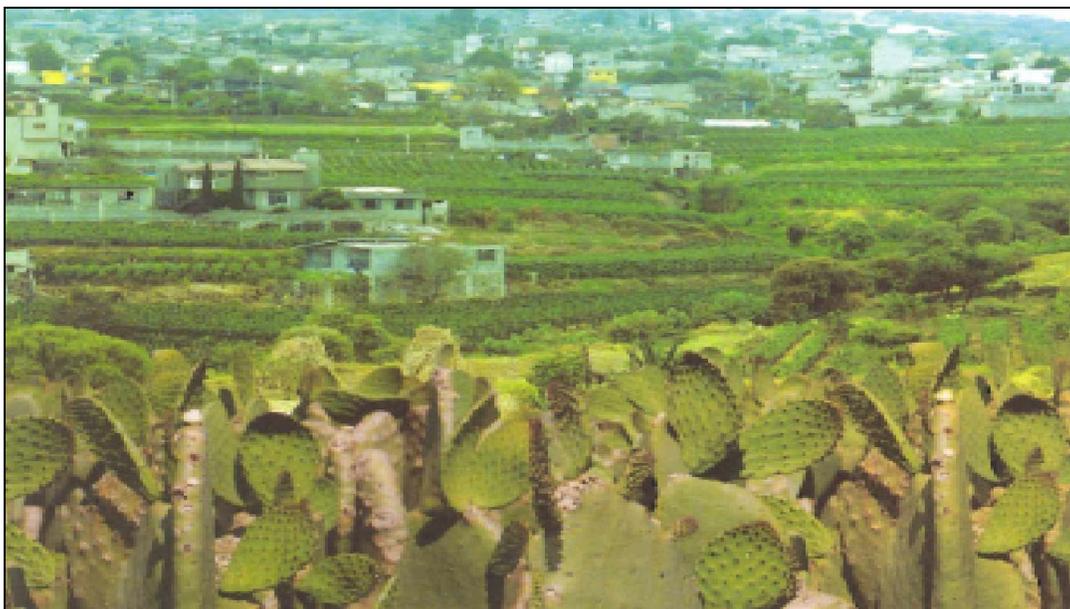
Forraje estratégico.

La idea de utilizar la *Opuntia* para alimentar al ganado no es reciente, en el siglo XIX hubo un abundante comercio de este cactus en las zonas ganaderas de Texas, en los EE.UU., y hoy se utilizan variedades silvestres y cultivadas en Túnez, México y Sudáfrica como forraje de emergencia durante las sequías; Actualmente se promueve al nopal como forraje estratégico para las zonas áridas y semiáridas, como alimento de emergencia y fuente fiable de forraje en las zonas donde llueve poco.

El nopal es un forraje interesante porque transforma el agua en materia seca, o energía digerible con mucha más eficiencia que los pastos y las leguminosas, responden bien a la fertilización, tolera una poda intensa y se puede suministrar al ganado como forraje fresco o ensilarse. Los estudios realizados han demostrado que una hectárea de nopales maduros puede producir hasta 100 toneladas de pencas al año en superficies que reciben poca lluvia.

Producción de nopal en condiciones controladas.

En este tipo de explotación se emplean cubiertas, como la técnica de microtúnel e invernaderos, donde los requerimientos del cultivo son controlados. En este caso la producción es constante durante todo el año, por lo cual el rendimiento es mayor.



En la forma tradicional (como se desarrolla el establecimiento y el manejo de las plantaciones de nopal tunero) los costos de producción son altos; aún cuando los productores de tuna reconocen la importancia que tiene el manejo adecuado de las huertas, sin embargo, la mayoría de ellos manejan sus plantaciones conforme a la experiencia propia, por lo que no existe uniformidad de criterios para aplicar las tecnologías disponibles.

Con base en esta descripción y con la finalidad de aumentar la producción y mejorar la calidad de los frutos, se sugiere a los productores considerar los siguientes aspectos: Alternancia de producción; Manejo de nuevas plantaciones; Mantenimiento de Huertos; Adelanto de Floración y Cosecha.

COMERCIALIZACIÓN

Aspectos económicos.

La competitividad que deben mantener los productos agropecuarios por ubicarse y sostener su lugar preferente dentro del mercado, mucho tiene que ver con el costo de producción comercial. Este es un *Indicador* de su capacidad de competencia. Dentro de la estructura de costos del cultivo de nopalito podemos mencionar los siguientes: Deshierbe, poda, sacado de la poda, fertilización, abonado, combate de plagas y enfermedades mediante pesticidas, riegos, cosecha, empaque, desespinado y limpieza. Aunado a estos conceptos debemos agregar los costos de transporte y distribución que son significativos y marcan diferencias en la demanda del producto para las diversas zonas de producción y sus mercados.

Tuna Mexicana en el mercado.

En nuestro país se cultiva una gran cantidad de variedades de tuna debido a los constantes ensayos y experimentaciones para mejorar su calidad.

MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DE NOPAL

Los productores de las regiones Sur y Centro no dependen al 100% de una sola variedad, algunas huertas producen las burrona, cristalina y rojo pelón, además de las recomendadas para el estado de Puebla, lo que les permite acceder a otro tipo de mercados y ampliar la posibilidad de elección al consumidor.



En Puebla a la variedad Villanueva le denominan "criolla de la región" y también se le conoce como "blanca". Hay una variedad roja denominada "cenicilla" utilizada para los curados de pulque.

En el Estado de México la tuna "roja mexicana" llega a superar los 200 gramos y se exporta a Canadá y Japón, donde compite con la de Zacatecas, de cáscara delgada pero resistente al manejo.

La región centro tiene una gran diversidad de variedades con colores característicos: tunas blancas, amarillas, anaranjadas y rojas.





En el norte de Guanajuato, en las 3 mil hectáreas cultivadas, los productores están tratando de sustituir la tuna blanca por la de color, ya que esta última ha tenido mucho éxito al ser exportada a Estados Unidos y Canadá.

Principales variedades de tuna mexicana	
Estado productor	Variedad de tuna
Zacatecas	Burrona, Cristalina, Reyna, Rojo Pelón, Rubí Reyna, Torreaja, Amarilla Monteza, Amarillo Huesona, Picochulo y Cardón
Jalisco	Burrona, Cristalina, Rojo Pelón, Torreaja, Amarilla Monteza, Picochulo y Cardón
San Luis Potosí	Gavia, Rojo Pelón, Rubí Reyna, Miquihuana y Cardón
Aguascalientes	Cristalina, Torreaja, Morada, Picochulo y Cardón.
Guanajuato	Reyna, Rojo Pelón y Cardón
Querétaro	Esmeralda y Cardón
Durango	Cardón
Hidalgo	Alfajayucan
México	Alfajayucan
Puebla	Villanueva
Tamaulipas	Miquihuana

Comercialización de nopal de verdura

Las variedades de las que se obtiene nopalito en nopaleras naturales y en huertos familiares son numerosas por lo que sólo mencionaremos las más utilizadas:

Milpa Alta.

Es la variedad más importante a nivel nacional, por la superficie cultivada y por el volumen de su producción que ocurre al mercado. Se clasifica como *Opuntia Ficus Indica* I, se cultiva en esta región en el DF. y en el municipio de Tlanepantla en el estado de Morelos.

De las variedades existentes para la producción de nopal para verdura se encuentran COPENA VI, COPENA VII, COPENA III COPENA IV. La variedad Copena VI tiene como características principales el carecer de espinas, presentar un color verde intenso, ser suculenta, de buen sabor y con poca acidez; ésta se cultiva en los estados de Hidalgo, México, Guanajuato y Baja California. La Copena FI fue seleccionada como variedad forrajera, sin embargo, por producir una gran cantidad de nopalito sin espina, presentar poco mucílago y un color agradable, ha sido cultivada como nopalito en el estado de México, en Tlaxcala, en Puebla y en Baja California.

Blanco y Negro.

Estas variedades se cultivan en los alrededores de Uruapan, Michoacán y además de establecerse en el mercado local, concurren a Guadalajara, Jalisco y de allí es enviada a sitios como Tijuana.

Tamazunchale.

En la sierra del sur de Tamazunchale en SLP, se cultiva esta variedad que es del género *Nopalea*, presenta las pencas alargadas, una cutícula gruesa y pocas espinas.

Existen otras variedades de importancia como son la “Moradilla” del valle de Texcoco, la “Atlixco” de Puebla y la “Polotitlan” que no han sido evaluadas.

MERCADO

El nopal en el extranjero

Los nichos de mercado para el nopalito en el extranjero fundamentalmente se encuentran en la población mexicana que vive en los Estados Unidos y Canadá y en menor grado en Japón y Europa como producto alimenticio exótico. Además los japoneses utilizan la fibra para la fabricación de bocinas de alta fidelidad. Actualmente se exportan alrededor de 4,000 toneladas, de las que 3,500 llegan a Estados Unidos y Canadá y 500 ton. a Europa.

Estados Unidos sigue siendo un nicho de mercado potencial (demanda estimada 82,000 ton.) ya que existen 13 millones de consumidores de origen Mexicano que demandan del producto. Considerando el consumo per per, actualmente sólo se esta cubriendo menos del 6% de la demanda (Flores G. C. 1997).

La exportación del nopalito se hace en diversas formas o presentaciones:

- a) Nopalito fresco con espina
- b) Nopalito desespinado (en cuadritos)
- c) Nopalito en salmuera o en escabeche
- d) Precocido y congelado

La opción de vender en Tijuana, los tallos de esta cactácea, es un alivio para los campesinos que cosechan grandes cantidades, debido a que en la Central de Abastos, en donde los pequeños agricultores venden nopal, el precio por un canasto, que contiene de 250 a 300 nopales, puede ascender a 90 pesos en época de escasez y devaluarse bajando hasta a 3 pesos por canasto en época de abundancia.

En el mercado internacional se pueden encontrar nopalitos principalmente en salmuera y escabeche.

En Estados Unidos se está sembrando nopal principalmente en los estados de Texas y California, y les llega proveniente de Baja California, Distrito Federal, San Luis Potosí, entre otras entidades de México. La demanda se ubica principalmente en la población de los estados del centro; sin embargo, en todo el país se ha incrementado con la promoción de sus propiedades nutricionales.

En la Unión Americana se tiene un potencial consumidor de 20 millones de personas, que si se extrapola el consumo per cápita de nopal en México, el potencial de consumo es de 127 mil ton/año, de las cuales se cubre sólo un 5%.

Estacionalidad

Tanto la oferta como la demanda del nopalito en México se proyectan en base a la región de que se trate, así como a la temporalidad.

La estacionalidad con la que se produce el nopal permite clasificar cuatro meses con oferta baja, tres con oferta media y cinco con oferta alta. La oferta aumenta entre los meses de abril a agosto, tiempo en que se da una caída drástica de precios y la reja llega a comercializarse en el mercado de abastos de Guadalajara hasta en 20 pesos y con la poca producción que se tiene se ha logrado saturar el mercado. por otro lado, en los meses de invierno se dificulta encontrar nopalitos con buena calidad.

Es de suma importancia fortalecer la industrialización de este vegetal para hacerlo disponible en cualquier época del año y en lugares donde no se produce.

Forraje

Las variedades más utilizadas de nopal como forraje difieren de un lugar a otro debido a que tanto la latitud como la altitud determinan las especies que se pueden localizar en plantaciones naturales de un cierto sitio, particularmente en el Estado de Sonora.

- Una de las formas más comunes de aprovechamiento es de consumo directo por el ganado, pero ésta es una forma de explotación destructiva, pues los animales pueden llegar a afectar la planta hasta su raíz, y con esto empezar a generar una desertificación del agostadero.
- Una segunda forma de aprovechamiento del nopal es en ensilados de los cuales se manejan dos tipos, el natural y el compuesto; el primero consiste en cortar el nopal de las plantaciones, chamuscar las espinas si las tiene, cortarlo en pedazos y ponerlo en los comederos junto con otros alimentos como alfalfa.

Otros mercados y usos

Se ha estudiado el desarrollo de diversos productos tanto de nopal como de tuna; dentro de las posibilidades de transformación del fruto se ha trabajado en: jugos de tuna verde pasteurizados, apertizados y concentrados; aceite de semilla de tuna, determinándose una composición similar a otros aceites vegetales comestibles, con un alto contenido de ácido linoleico, siendo una limitante su bajo rendimiento; gels de pulpa de tuna, se obtuvo un producto similar a los de membrillo, guayaba y manzana, de color atractivo y textura firme; tuna congelada; láminas de pulpa de tuna con incorporación de pulpa de membrillo, destinadas principalmente al segmento infantil, como un alimento natural, energético y de consumo inmediato; azúcar líquida de tuna, obteniéndose un producto que podría ser utilizado como un edulcorante alternativo a los tradicionales.

Se han iniciado los estudios de obtención y características de jugos de tuna roja, determinándose la influencia del Ph en los cambios de color del mismo y los estudios correspondientes a tuna mínimamente procesada.

Dentro de las posibilidades de transformación del cladodio se ha estudiado: obtención y caracterización de mucílagos de cladodio y cáscaras del fruto, obteniéndose un producto de sabor y aroma neutro que puede potencialmente ser utilizado como agente espesante en la industria alimentaria; mermelada y confitados de cladodios de nopal, productos alternativos de la fruta confitada;

obtención y caracterización de harina de nopal, producto de gran interés por su alto aporte de fibra dietética. Actualmente se encuentran por iniciar los estudios sobre desarrollo de diversos productos enriquecidos con harina de nopal (crema de verduras; flanes; galletas, etc.), y desarrollo de nopalitos encurtidos.

De los productos reseñados a algunos de ellos se les ha determinado su factibilidad técnico-económica, siendo uno de los que presenta mayores posibilidades las láminas de fruta.

Se espera dar mayores posibilidades de utilización a este cultivo que normalmente se consume como fruta fresca, lo que podría permitir además aumentar los ingresos de los productores de tuna de nuestro país, cuyas alternativas de mercado son actualmente limitadas.

EJERCICIOS PRACTICOS

Comenta y determina con tus compañeros los siguientes ejercicios:

1. ¿Cuáles son las condiciones óptimas para las plantaciones de nopal en lo que se refiere a: Suelo, agua, condiciones climáticas y topografía?
2. ¿Cuáles son los pasos y la dosificación, incluyendo cantidades por tipo de elemento, para la nutrición del cultivo en suelos tepetatosos y poco profundos?
3. Identifica cuatro usos o aprovechamientos del nopal en otras área diferentes a la alimentación.

En colaboración de tus compañeros y con apoyo del instructor realiza los siguientes ejercicios prácticos.

1. De acuerdo a la información descrita en este manual y a las condiciones y terreno definidos por tu instructor identifica en una parcela las condiciones sugeridas para el suelo, agua y variables topográficas para la siembra del nopal en una parcela tipo.

2. Delimita la parcela a trabajar y marca el espaciamiento de plantación en relación a la densidad de siembra del cultivo.
3. Haz una simulación de poda de sanidad y una de poda de formación.
4. Haz una simulación de la detección y combate a la enfermedad de la roya.
5. En una serie de 10 fotografías selecciona aquellas que presenten el aspecto, condiciones y características del nopal como verdura y de la tuna, tal y como se requieren para ser cosechados.

SÍNTESIS

En el tema que estamos concluyendo se revisaron los principales tópicos relacionados con el cultivo, productos y subproductos del nopal, se analizó desde la descripción general de la planta, sus características y particularidades hasta las técnicas y recomendaciones para su cultivo y aprovechamiento así como los usos de esta planta como verdura, fruta, forraje y las aplicaciones industrial, medicinal y cosmética.

Adicionalmente se hizo una revisión a las posibilidades de su uso como conservador del suelo, auxiliar en el combate a la contaminación y como cerco delimitador de predios.

Finalmente también se trataron algunos aspectos relacionados con el mercado y la comercialización.

El estudio y aprovechamiento de este tema dará al joven emprendedor una visión amplia de lo que es el nopal, sus características, cultivo, cosecha y aprovechamiento y le dará mejores herramientas para definir el tipo de cultivo que desea así como sus oportunidades y nicho de mercado.

TEMA 2. PRODUCCIÓN DE TUNA Y FORRAJE A CIELO ABIERTO.

OBJETIVO PARTICULAR

Al finalizar el tema, los jóvenes emprendedores, serán capaces de aplicar las técnicas de producción de tuna y forraje a cielo abierto con el fin de utilizarlas como herramienta en el desarrollo de este curso y en el cultivo y aprovechamiento de esta planta.

INTRODUCCIÓN

En este tema se especifican las condiciones de manejo, las buenas prácticas agrícolas y requerimientos específicos para el cultivo de nopal con la intención de explotar la producción de fruto (tuna), así como la obtención de nopal para forraje.

Es de suma importancia para el desarrollo del curso, y para la posterior aplicación de lo que aquí trataremos que el joven emprendedor ponga toda su atención y experiencias en el estudio de este tema, ya que la aplicación de los elementos que aquí tratamos le será de suma utilidad al momento de cultivar y aprovechar esta planta.

REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

Clima

Se adapta perfectamente a condiciones de clima cálidos y subcálidos característicos de las zonas denominadas monte espinoso tropical, bosque espinoso premontano, estepa espinosa montano bajo entre los 0 a 3.000 msnm. Con temperaturas que oscilan entre los 16 a los 25°C, no tolera las heladas, requiere de 200 a 500 mm. de precipitación atmosférica, humedad relativa no mayor del 60% y mucha luminosidad.

Suelo

Se desarrolla perfectamente en una diversidad de suelos pero su máxima producción se obtiene en suelos areno-calcáreos, sueltos, fértiles, poco profundos, bien drenados, con pH ligeramente alcalino, no tolera el encharcamiento superficial, sin embargo este cultivo se desarrolla de manera óptima en suelos pobres.

Agua

Especie muy resistente a los veranos prolongados y/o épocas de sequía extrema, las necesidades de riego se determinan sobre la base de los requerimientos hídricos del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas, en especial para el prendimiento de la semilla, los cultivos bajo riego se desarrollan muy rápido.

Nutricionales

La fertilización con químicos y abonos orgánicos debe ser aplicada con el objeto de incrementar la producción de frutas, se debe aplicar el fertilizante abriendo previamente un surco de 5 cm. de profundidad, alrededor de la planta siguiendo el trazado que proyecta la sombra de la copa lo que evita quemaduras en la planta.

La mejor época para aplicar fertilizantes en cultivos de secano es antes del brotamiento y en cultivos bajo riego es mejor fraccionar las dosis en tres partes a ser aplicadas previo un riego cada tres meses.

PRACTICAS CULTURALES

Preparación del suelo

Por su rusticidad y gran capacidad de enraizamiento, esta especie no es exigente en relación a la preparación del suelo, en casos de cultivo tecnificado la preparación del suelo depende de su pendiente y el sistema de plantación a utilizar, que puede ser: curvas de nivel, terrazas, ladera con pendiente suave o terreno plano. Los pequeños productores preparan el terreno en forma manual con azadón, en cualquier caso, se debe proceder a una limpieza de malezas hasta que el terreno quede completamente limpio de restos vegetales grandes u otras especies propias de la zona.

Propagación y siembra

Existen 3 formas de propagación por semilla sexual, por estaca (paleta, vaina agámica o vegetativa), y por injerto. La **semilla sexual** se utiliza en programa de mejoramiento genético, con el objeto de obtener nuevas variedades, presenta la desventaja del desarrollo lento de las plantas en comparación con el de estaca, la **propagación por paleta** (estaca), se efectúa una vez que se haya seleccionado la variedad adecuada, se debe tomar en cuenta que ésta tenga pureza varietal, adaptación a la zona, altos rendimientos, buena calidad, resistencia a enfermedades y factores adversos como heladas, vientos. La propagación por estacas puede ser simple, esto es, una paleta o de dos o tres paletas (estacas compuestas), la primera estaca es más fácil de transportar, tienen menor costo, pero la segunda es más precoz ya que la producción de fruto o cochinilla se inicia máximo al primer año bajo riego y al segundo en secano.

El método de **propagación por injerto** está en fase experimental, pero se puede afirmar que las plantas tienen crecimiento muy lento. El **sistema de plantación** a emplearse depende principalmente de la topografía del terreno puede ser en **hileras** con distancias de 1 m. entre plantas 1,5 entre hileras, o 1,5 entre plantas y 2 m. entre

hileras, con la cual se obtiene una población de 1.100 plantas, además, se puede utilizar el sistema a **tres bolillos** con distancias 2,5 x 2,5 m., 3 x 3 m. y 4 x 4 m. En Perú y Chile con alta tecnología y un sistema de riego por goteo con la finalidad de hacer muy rentable la producción, se reportan densidades entre 2.500 a 9.000 plantas/ha.

En nuestro medio se **obtiene la semilla** asexual seleccionando madres con buenas características de las que se procede a cortar con un instrumento muy filoso y resistente una paleta en la unión de paleta con paleta, las heridas producidas tanto en la planta madre como en la paleta debe ser desinfectadas con cal, ceniza, agua con lejía o caldo bórdeles muy espeso para evitar el desarrollo de hongos y bacterias, posteriormente bajo sombra se dejan secar las paletas durante un lapso de entre 8 a 15 días, en este período las paletas deben ser tratadas con un fungicida cúprico.

La **apertura de hoyos** tanto para explotaciones de secano como bajo riego, deberán tener las dimensiones siguientes: 40 cm. de largo, 40 cm. de ancho y 40 cm. de profundidad, en el fondo del hoyo se debe aplicar 1 a 2 Kg. de composta o estiércol descompuesto de acuerdo a la calidad del suelo y luego rellenar el hoyo con tierra, después agregar agua para que se termine de descomponer la materia orgánica.

En el país el sistema de siembra que se utiliza es enterrando en los hoyos las dos terceras partes de la paleta con la herida hacia abajo, con la precaución de que se deben sembrar de costado al sol, lo que permite reducir la posterior mortalidad de la cochinilla por efectos del sol. Una vez enterrada la paleta se debe apisonar la tierra que la circunda para evitar espacios vacíos o bolsas de aire, a los 30 días del trasplante se cogen fallas, esto es, eliminar las paletas secas y podridas que no prendieron y sustituirlas con nueva semilla, se debe tener la precaución de sacar la paleta fallida y la tierra que la rodea para evitar futuras contaminaciones.

Cantidades promedio de nutrientes fertilizantes y compuestos orgánicos a aplicarse por ha (2.000 plantas) datos en kg/ha.

Año	Elementos			Fertilizantes						MO*
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Nitrato de amonio	Urea	Superfosfato		Sulfato de potasio	Cloruro de potasio	
						simple	triple			
1	35	20	15	105	76	100	44	30	25	1-2
2	45	23	20	135	98	115	50	40	34	1-2
3	55	25	22	165	120	125	55	44	37	1-2
4	67	28	25	200	146	140	61	50	42	1-3
5	80	30	30	239	174	150	66	60	50	1-3

* MO = Materia orgánica (composta o estiércol)

Los cultivos que se desarrollan en zonas cercanas a los volcanes tienen producción abundante tanto en frutas como en desarrollo de paletas, en razón de que estos suelos tienen un alto contenido de potasio y fósforo, elementos que permiten a la planta una mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades, a la fecha, en el país no se han efectuado estudios para determinar las cantidades de nutrimentos que requiere esta planta para su perfecto desarrollo y generar una rentabilidad adecuada tanto por fruta, hoja y cochinilla, sin embargo los productores conocen que aplicaciones en exceso de nitrógeno dan como resultado plantas más susceptibles al ataque de patógenos.

Otras labores.

Dependiendo de la precipitación en el lugar o el sistema de riego, se debe mantener una cocha o piscina alrededor de la planta sin que esta permita que se moje directamente el tallo de la planta. Esto facilitará la acumulación de suficiente agua en las escasas precipitaciones o cuando se riega por tanquero o manguera.

Esta zona debe estar limpia de malezas y si es posible con un "mulch" o cobertura de hojas o material especial para evitar el resecamiento de esa parte.

En este cultivo se utilizan diferentes **métodos de poda**, con el objeto de regular el crecimiento de la planta en función de su fin productivo y acondicionarla para una ejecución eficiente y

económica que facilite todas las labores que exigen la planta y la cochinilla.

Los principales tipos de poda son: **poda de formación**, que se realiza durante los tres primeros años de vida de la planta y pueden ser de abanico que consiste en elegir en su primera brotación 3 paletas vigorosas en posición vertical las que forman un ángulo de 40° a 60°, cuyos bordes se orientan en una línea o están ligeramente inclinados; poda circular, se debe elegir desde su base 3 o más paletas vigorosas, ubicadas en los bordes o en las caras formando ángulos de 45° a 60° y en cuyos bordes se orientan radialmente; poda en arbolito, elegir una paleta vigorosa en posición vertical en el primer nivel o piso (primer año), luego en el segundo año se deja 2 a 3 paletas equidistantes y en un mismo plano, a partir del tercer año, las paletas se encuentran en diferentes planos. En las 3 modalidades se eliminan las paletas inclinadas hacia el suelo, las que se cruzan y las que se apartan de la forma deseada, la mejor época para podar es al inicio del brotamiento.

La **poda de mantenimiento** tiene por objeto controlar el crecimiento de la planta y lograr equilibrio de las ramas de acuerdo con la forma adoptada. Consiste en eliminar las paletas que se entrecruzan, las que se apartan de la forma deseada y las que sobrepasan 1,80 m. de altura de planta, se la debe efectuar durante los 2 primeros meses de su crecimiento.

Se realiza **poda de limpieza** para mantener una planta sana y sin focos contaminantes, consiste en la eliminación de paletas secas, parcialmente secas o con daños severos de cochinilla, puede realizarse en cualquier época del año, se aplica en cultivos viejos y en aquellos de cosecha difícil por su altura, tiene por objeto reactivar la planta y comprende desde la eliminación de una o más ramas hasta del tallo principal.

Se utiliza **poda de reconstitución** en cultivos que no han sido podados en toda su vida o que habiendo recibido una poda se abandonan por varios años, su objetivo es equilibrar y acondicionar la planta para su colonización y recolección de la cochinilla.

Los **raleos o podas de flores** se efectúan cuando las plantas están en plena floración, tiene por objeto no agotar la planta considerando que ésta tiene dos floraciones en la temporada, se deben ralear flores cada 2 o 3 años. **Raleo de renuevos**, se la debe ejecutar cuando estos se presentan en forma excesiva, con el objeto de mantener una buena productividad de la planta. **Raleo de frutos**, se deben dejar entre 8 a 12 frutos por paleta para que sean de buen tamaño y calidad.

Control de malezas

Esta es una labor muy importante, debido a que la presencia de malezas en el campo impiden el crecimiento normal del cultivo al entrar en competencia por agua, luz y nutrimentos, además, facilita la recolección de frutas y de cochinilla, generalmente se realiza en forma manual cuando es necesario y dependiendo de las características de la zona.

PRODUCCIÓN.

Cosecha y selección

La cosecha de frutas es manual, debe realizarse temprano en la mañana, se toma la fruta con la mano izquierda (con guantes) y se procede a cortarla con un cuchillo filoso en la inserción del fruto con la paleta. El rendimiento y/o producción depende de factores como la fertilización, densidad de siembra y variedad utilizada, se consideran adecuados rendimientos que oscilen entre los 5.000 y 12.000 Kg/ha. de frutas de buena calidad.

Una vez que se recolectan los frutos, se proceden a la respectiva selección, los frutos se separan en primera para exportación y segunda para el mercado interno.

Empaque y almacenamiento

Luego de la selección, son embalados en cajas de madera que tienen una capacidad de aproximadamente 250 frutas, 7 frutas pesan 1Kg.

Debido a que sus zonas de producción son calurosas en el día es conveniente mantener las frutas bajo la sombra para disminuir su ritmo de maduración, preferiblemente haciendo un preenfriamiento con aire forzado o agua fría, nunca bajándole de 10°C por que se puede causar daño.

Comercialización

Cada kilogramo se comercializa en Europa de acuerdo al país a razón de US \$ 4.26 a 5.02.

El cultivo de ésta especie por su sistema radicular, rusticidad, exigencias mínimas de agua y adaptabilidad en la Costa, Sierra y Ceja de Selva, puede ser aprovechado en forma integral, como raíz, el tallo y el fruto, para distintos fines. El aprovechamiento y usos del cultivo son: protege los suelos, se cultiva en zonas áridas y semi áridas, hace posible una población rural mejor alimentada, sirve como forraje para el ganado, se la explota como hospedante de la cochinilla, posibilita la creación de nuevas industrias.

Esta especie es apta para el consumo humano, en jugos, mermeladas, jaleas, conservas, en almíbar, fruta deshidratada, néctar, vinagre, mieles y otros, para el consumo de animales se la puede ensilar o formar pasta de las semillas, en la elaboración de productos químicos se utiliza para generar polielectrolitos activos, floculantes, alcohol industrial, fibra para la fabricación de papel, ácido oxálico, base para la industria del jabón, mordiente para la industria textil, anticorrosivos, caucho sintético, entre otros.

EJERCICIOS PRACTICOS

Comenta y determina con tus compañeros los siguientes ejercicios:

1. ¿Cuáles son las condiciones óptimas para las plantaciones de nopal a cielo abierto en lo que se refiere a: Suelo, agua, condiciones climáticas y topografía?
2. ¿Cuáles son los pasos y la dosificación, incluyendo cantidades por tipo de elemento, para la nutrición del cultivo del nopal en cielo abierto en suelos tepetatosos y poco profundos?

3. Identifica cuáles son las acciones que deben realizarse para efectuar los raleos.

En colaboración de tus compañeros y con apoyo del instructor realiza los siguientes ejercicios prácticos.

1. De acuerdo a la información descrita en este manual y a las condiciones y terreno definidos por tu instructor identifica en una parcela las condiciones sugeridas para el suelo, agua y variables topográficas para la siembra del nopal a cielo abierto en una parcela tipo.
2. Delimita la parcela a trabajar y marca el espaciamiento de plantación a cielo abierto en relación a la densidad de siembra del cultivo.
3. Realiza las actividades relacionadas con el riego y a fertilización de la parcela delimitada en la producción de nopal a cielo abierto.
4. Haz un simulacro de plantación de nopal a cielo abierto.
5. Haz una simulación de poda de sanidad y una de poda de formación.
6. Haz una simulación de la detección y combate a la enfermedad de la roya.
7. Simula la selección de raquetas o planta madre de acuerdo a las cualidades descritas en este manual.
8. Haz una simulación de la cosecha y selección de nopal a cielo abierto.

SÍNTESIS

En este segundo tema de nuestro curso hicimos una revisión de los principales elementos relacionados con la producción de tuna y forraje a cielo abierto con el fin de que los participantes cuenten con la información suficiente que les permita iniciar y desarrollar el cultivo de esta planta.

Dimos inicio abordando el subtema que comprende los requerimientos del cultivo del nopal, pasando por el clima, suelo, agua así como los factores nutricionales. Describimos también las prácticas culturales relacionadas con el cultivo con el fin de que los participantes cuenten con la información que les permita preparar el suelo, propagar sembrar y podar las plantas. Continuamos con la cosecha y selección de productos para finalizar con algunos datos relativos a la cosecha y la comercialización.

Es importante resaltar que este tema es de alguna manera específico para el caso del cultivo a cielo abierto así que el participante, si decide o requiere información relacionada con este tipo de cultivo podrá hacer uso de este apartado de manera independiente al resto del manual, sin embargo la recomendación es que haga uso de la totalidad del documento al momento de realizar sus labores y tomar sus decisiones. El uso y consulta de este manual le será de gran utilidad en su labor.

TEMA 3. PRODUCCIÓN DE NOPAL EN CONDICIONES CONTROLADAS (MICRO TUNEL)

OBJETIVO PARTICULAR

Al finalizar el tema, los jóvenes emprendedores, serán capaces de aplicar las técnicas de producción de nopal en condiciones controladas, micro túnel, con el fin de utilizarlas como herramienta en el desarrollo de este curso y en el cultivo y aprovechamiento de esta planta.

INTRODUCCIÓN

En México existen regiones que se caracterizan por la abundancia de especies de nopal, el cual es un recurso que se aprovecha al máximo, es decir, para la producción de fruta, verdura y/o forraje. Antiguamente el nopal se utilizó como remedio popular para la curación de heridas, úlceras y gastritis; actualmente diversos estudios médicos avalan su uso para el tratamiento de enfermedades como diabetes colesterol y obesidad. Por otra parte el nopal también es utilizado en la fabricación de diversos productos como shampoo, cremas faciales, mermeladas, dulces, y jugos entre otros; lo que lo convierte en una alternativa viable para diversificar los ingresos del productor agropecuario

Durante los meses de septiembre a marzo, no existe producción de “nopalitos” en forma natural, por lo que durante esos meses la producción de nopal de verdura es una actividad lucrativa, ya que la oferta disminuye con el consecuente incremento de precio. Una vez que empieza la época de calor, cuando la producción de nopal es natural, el precio de esta verdura disminuye considerablemente.

Existen diversos sistemas de producción de nopal de verdura, sin embargo con el fin de explotar este recurso al máximo en la época invernal, aquí se describe la forma intensiva de manejo del cultivo con el uso de microtuneles de plástico transparente, aplicaciones de grandes cantidades de abono orgánico y riego. Este sistema de producción representa una gran ventaja, ya que la planta de nopal responde favorablemente al manejo intensivo.

REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

Suelo:

El suelo deberá tener buena fertilidad natural y al menos 30 cm. de profundidad para garantizar un buen vigor de las plantas.

Riego:

El sitio donde se establecerá el nopal para la producción de verdura deberá ser accesible y cercano a una fuente de agua, con el fin de proporcionarle el manejo adecuado a la plantación y en el momento oportuno.

Otras consideraciones.

De preferencia la plantación se debe establecer cerca de una cortina rompevientos, ya sea una cerca, pared o hilera de árboles, ya que si en la región existen vientos fuertes pueden romper el plástico o mover los almácigos.

LABORES CULTURALES

Preparación del terreno:

La preparación del terreno consiste en un barbecho y un rastreo. Posterior a estas labores se pasa una cuchilla niveladora para emparejar el terreno; esta labor es importante ya que de lo contrario se tendrán problemas con la distribución del agua dentro de los almácigos. En superficies pequeñas estas labores pueden realizarse manualmente o con tracción animal.

Fertilización.

Una vez nivelada, toda el área del terreno se abona con estiércol seco de ganado bovino, caprino u ovino, en una proporción de 20 kg. por metro cuadrado (esto equivale a 200 toneladas de estiércol por Hectárea). No es necesario que el estiércol esté descompuesto, ya que no perjudica al nopal.

El estiércol se descarga en el terreno y se dispersa homogéneamente, ya sea de forma manual con palas o con una cuchilla mecánica, posteriormente se hace un rastreo ligero para que el estiércol se incorpore dentro de los primeros 15 cm. de suelo.

La aplicación de estiércol se repite al menos cada tercer año; aplicándose una capa de aproximadamente 10 cm. entre cada planta, con el fin de mantener la fertilidad del terreno.

Trazo de camas:

El trazo de las camas donde se plantara el nopal, se realiza colocando estacas en los extremos del terreno, posteriormente se tienden hilos a lo largo para que sirvan de guía y delimitarlas.

La medida de las camas será de 1.5mts de ancho por el largo que se desee, sin embargo no es conveniente manejar camas de mas de 40m. de largo ya que se dificulta el manejo del plástico y durante el riego los primeros metros se saturan de agua.

Una vez delimitadas las camas, se levantan los bordos en cada un de los lados para la contención del agua de riego. La orientación de las camas será de este a oeste con el fin de ofrecer una menor resistencia a los vientos dominantes.

Entre cada dos camas se dejan 2m libres de pasillo para facilitar la circulación del personal que realizara el manejo y cosecha de los brotes tiernos.

La distribución de las regaderas en el terreno se hará de acuerdo con la superficie y pendiente del terreno.

PLANTACIÓN

Material vegetativo

La mayoría de las especies de nopal responden bien al manejo intensivo y producción en microtuneles; esto es una ventaja, ya que no importando las preferencias de los consumidores, cualquier variedad de nopal podrá establecerse bajo este sistema de explotación, aprovechando así sus características de calidad.

Obtención y variedad del material vegetativo (MV).

Para comercializar volúmenes significativos de producción, es preciso utilizar nopal sin espina, de la especie *Opuntia ficus indica*, de las variedades, tales como Copena V1, Nopal de Castilla, Milpa Alta e Italiano, las cuales carecen de espinas y son similares en sus características de calidad.

Aun el nopal silvestre conocido como tapón común (*Opuntia robusta*, var. *robusta*), responde bien bajo este sistema de plantación, obteniendo buena producción de “nopalitos” todo el año.

A pesar de esto, no es conveniente usar nopal con espina para este fin, debido a que se dificulta la cosecha e incrementan los costos por el desespinado. Esto no sería problema, si sólo se piensa producir para autoconsumo.

Características del MV

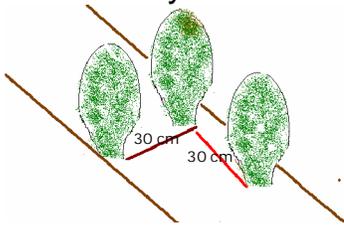
La selección de pencas deberá considerar, que estén sanas, sin problemas de plagas y con una edad de seis meses a un año.

Una vez cortadas se dejan a media sombra durante ocho a quince días para que cicatricen las heridas del corte y pierdan humedad, con el fin de facilitar su manejo y traslado al sitio de plantación.

Plantación:

Una vez trazado el terreno y levantados los bordos de las camas, se procede a la plantación para lo cual se colocan cinco estacas en los extremos de las camas a 30cm de distancia una de la otra , tendiendo los hilos de una estaca a otra a lo largo de la cama, estos hilos servirán de guía para la ubicación de las pencas; una vez realizado esto se procede a plantar.

Las pencas se colocan en hilera, (guiándose con lo hilos colocados) enterrando la mitad de la penca, orientándola con una cara hacia una hilera y otra hacia la otra hilera.



La distancia a la que se colocaran las pencas dentro de los almácigos será de 30cm entre plantas y 30cm entre hileras; es decir, se requerirán 11 plantas por metro cuadrado en promedio, cada cama contendrá cinco hileras de plantas.

Riego

La plantación se establece en terreno seco, Cuando se utilizan pencas deshidratadas pueden regarse cuando se termine de plantar.

Si por el contrario las pencas a establecer están bien hidratadas, un vez plantadas es conveniente esperar de 15 a 25 días antes de aplicar el primer riego ,esto para dar tiempo a que cicatricen las heridas que pudieran haberse causado durante el manejo al que se sometieron par llevarlas hasta el sitio de plantación.

En ambos casos puede aplicarse riego cada 20 días durante el periodo de calor (marzo- Septiembre). Durante el periodo de frío (Octubre a Febrero) los riegos pueden realizarse cada 30 días.

Rendimientos esperados.

A continuación se presentan las experiencias del Campo Experimental Palma de la Cruz en la producción de nopal de verdura con microtúnel. El 20 de octubre de 1998 se estableció un lote experimental para evaluar el rendimiento de nopal de verdura de cuatro densidades de plantación. La variedad utilizada fue COPENA V-1. Los rendimientos que se presentan a continuación fueron obtenidos cosechando sobre la penca madre.

Periodo invernal:

En el primer año el rendimiento varía de acuerdo a la densidad de plantación; así, a mayor densidad, mayor rendimiento, como se muestra en el cuadro 1. Los cortes se dieron en promedio cada 12 días, cosechando únicamente los brotes que habían alcanzado un tamaño de 12 a 15 cm.

Distancia de Plantación (cm)	30 x 30	30 x 20	20 x 20	30 x 7
Plantas por m ²	11.1	16.7	25.0	47.6
Rendimiento. Acumulado Ton/ha.	18.0	23.0	29.7	44.0
Rendimiento. Medio Por corte ton./ha	3.0	3.8	4.9	7.3
Rendimiento. Medio por corte Kg./m ²	0.60	0.76	0.98	1.48

Cuadro 1. Rendimiento experimental de nopal de verdura obtenido con el uso de túnel de plástico. Seis cortes efectuados del 19 de enero al 24 de marzo del año 1999.

En el cuadro 2 se muestra el rendimiento experimental obtenido en el segundo invierno. En este caso se obtuvo un incremento significativo en el rendimiento por corte debido a que las plantas ya se encontraban totalmente arraigadas. Puede observarse que las diferencias en rendimiento ya no son tan contrastantes entre las diferentes densidades de plantación como en el invierno anterior. Esto fue debido principalmente al menor vigor y a la pérdida de plantas que se tuvo en el tratamiento con la mayor densidad de plantación.

Distancia de Plantación	30x30 cm	30x20 cm	20x20 cm	30x07 cm
Plantas por m ²	11.1	16.7	25.0	47.6
Rendimiento Acumulado. Ton/ha	40.0	38.6	51.0	47.6
Rendimiento. Medio/corte ton./ha	5.7	5.5	7.3	1.46
Rendimiento. medio/corte Kg./m ²	1.14	1.10	1.46	1.36

Cuadro 2. Rendimiento experimental de nopal de verdura obtenido con el uso de túnel de plástico. Siete cortes efectuados del 15 de diciembre de 1999 al 14 de marzo del año 2000.

Periodo de calor:

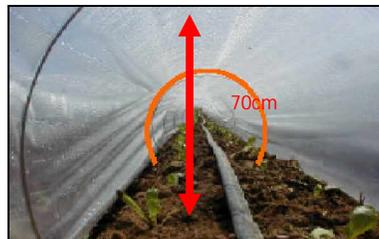
El rendimiento que se obtiene en los meses de calor, también varía con relación a la densidad de plantación. Sin embargo, no se presenta esta información en este resumen, debido a que el nopalito no tiene valor comercial en este período y se deberá destinar a otros propósitos como producción de forraje o para establecer nuevas plantaciones.

TÉCNICA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN MICRO TUNEL DE NOPAL VERDURA (NOPALITO)

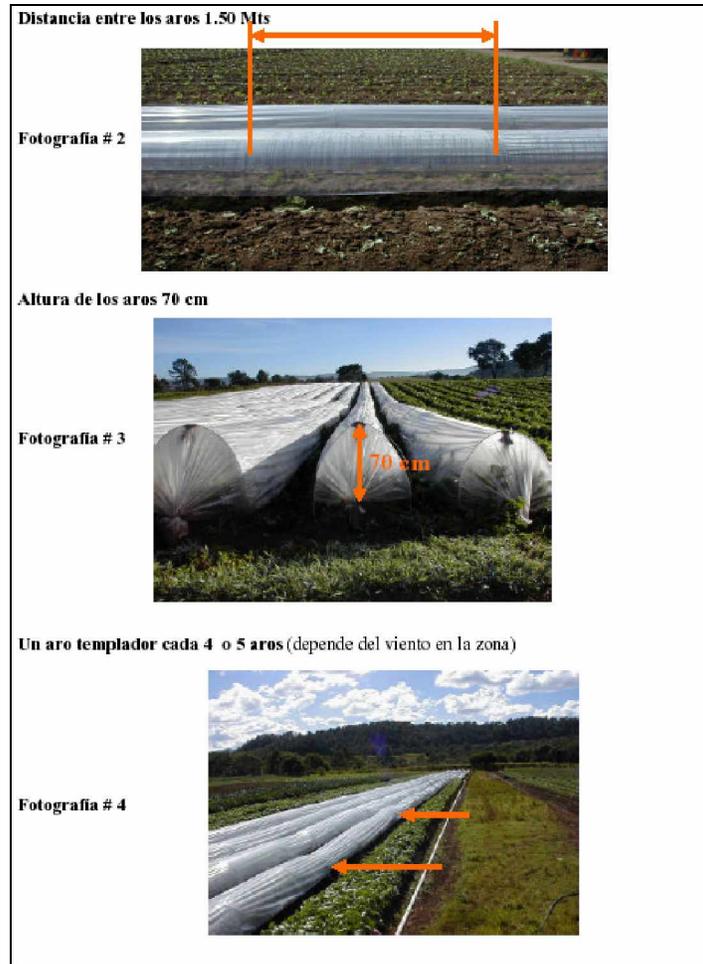
Las necesidades de materiales e insumos para el establecimiento de un microtunel son:

1. 1,200 plantas madre
2. 48 kgs de polietileno calibre 600.
3. 13 piezas de doce metros c/u de 3/8 de pulgada
4. Alambre recocido
5. Abono orgánico de ganado bovino, caprino u ovino.
6. Sulfato de cobre tribásico
7. Folidol o paratión
8. Urea

Forma del interior de microtunel



MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DE NOPAL



Preparación del suelo.

Esta práctica agrícola es primordial para el establecimiento de cualquier cultivo, ya que cumple la misión de dejar mullido el suelo, también es importante para airear la superficie con el fin de eficientar el desarrollo de las raíces de la planta, voltear la capa arable y exponerla al sol para eliminar microorganismos. Para la producción de nopal verdura bajo microtuneles es aun más importante, pues una vez establecida la plantación, no se debe remover la capa arable, por la alta densidad de población.

Para el establecimiento de un microtunel, la preparación del suelo se hace a mano, con pico y pala, hasta dejar bien mullido el suelo, la capa removida debe de tener cuando menos 30 centímetros.

Es recomendable aplicar estiércol antes de la preparación del suelo, sobre todo en los suelos pobres, para que al momento de remover la capa arable se le incorpore al suelo los nutrientes, dejarlo bien distribuido sobre todo porque se va a establecer una plantación intensiva.

Preparación y tratamiento del material vegetativo.

La raqueta o planta madre se debe obtener de huertos o viveros con un buen manejo, lo que garantiza sanidad y calidad en las raquetas, cumpliendo con las siguientes cualidades:

- Presencia de buen vigor
- Libre de plagas y enfermedades
- Que no presenten malformaciones físicas
- Edad de 6 meses a 1 año
- El tamaño mínimo de 30cms. de ancho por 20cms. de largo
- Presencia de buen grosor y succulencia.

Antes de ser plantada la raqueta debe tratarse para asegurar sanidad en la plantación, desinfectado de la raqueta madre con el fin de evitar problemas de pudrición en la producción. El tratamiento se debe de llevar a cabo con el caldo bordelés al 2%, este se prepara con dos partes de cal y dos partes de sulfato de cobre tribásico en 100 litros de agua. Las pencas se impregnan del caldo bordelés y se dejan de 15 a 20 días a la sombra con el fin de cicatrización y desinfección. Posteriormente se procede a plantar.

Plantación.

La época de siembra es a finales de agosto, principios de septiembre, ya que se obtendrá producción a los 2 meses posteriores a la siembra, cuando la oferta se contrae.

En este sistema de explotación, la densidad de siembra es de 16 plantas por metro cuadrado, para un microtúnel de esta dimensión se necesitan 1,200 plantas. Se distribuirán a tres bolillos, plantadas a una distancia de 25 centímetros sobre el surco y 25 centímetros entre surcos, lo que permitirá desarrollar de 2 a 3 raquetas (1er nivel) productoras de nopalitas.

La superficie utilizable de un microtúnel es de 1.5mts de ancho por 40mts de largo por lo que tendremos 75mts cuadrados, debido a que a lo ancho del microtúnel se dejan 25cms. sin utilizar, para evitar que la planta quede pegada al plástico y la dañe. Para llevar a cabo la plantación, primero se trazan las líneas con las medidas establecidas (2ms X 50 mts.) sobre el terreno preparado utilizando hilo, cinta métrica y cal.

Posteriormente se recomienda utilizar una pala recta o una pala jardinera para hacer una pequeña cepa donde se enterrará la tercera parte inferior de la raqueta.

La orientación de la planta madre es de vital importancia, esta deberá de ser de norte a sur; es decir, con las caras expuestas al sol, ya que de esta manera hay mayor eficiencia foto genética y una mayor emisión de raíces; es importante destacar, que para las regiones del norte del país la orientación es inversa por las condiciones climáticas donde las temperaturas son mayores a 40 grados centígrados, para evitar quemaduras.

Establecimiento del microtúnel (mini invernadero)

Esta actividad se realiza a finales de septiembre y comprende la colocación de los arcos; fijación del microtúnel y colocación de la cubierta.

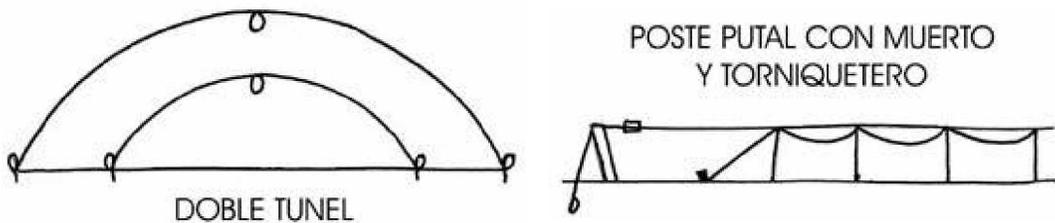
El armazón implica la colocación de 26 arcos elaborados con varilla de 3/8 de pulgada, longitudinalmente miden 12 metros; estos se colocan a 2mts. de distancia (entre arcos), los extremos de cada arco se entierran a 30 o 40 centímetros. A los arcos se les sujeta con hilo de rafia con lo que se obtiene fortaleza en la armazón, preferentemente se extienden 3 líneas de hilo de rafia; una en la parte superior de los arcos y las otras dos en cada uno de los lados.

Los arcos tendrán unos ganchos colocados a 30 o 40 centímetros de cada extremo.

La cubierta puede ser de plástico, polietileno calibre 600 ó polietileno de material derivado de sintéticos, implica la última innovación en invernaderos, ya que cualitativamente es mejor, se asemeja a una tela (tela de fibra sintética), pesa de 10 a 20 gramos por metro cuadrado, por su conformación porosa permite el paso del aire, de agua y energía solar creando un microclima alrededor de la planta; se le denomina cubierta flotante, proporciona una estabilidad interna de la temperatura evitando el ingreso de insectos y virus y evita el descubrimiento del cultivo diario, su permanencia es durante todo el periodo invernal, aunque implica un costo mayor a largo plazo es más redituable.

Utilizando el polietileno calibre 600, en los meses de octubre a marzo (cuando hay peligro de heladas) se coloca antes de que se presente la baja de temperatura (aproximadamente a las 18:00 horas) y se levanta a las 8:00 a.m. del otro día con el fin de que el aire circule durante el día y no asfixie la plantación.

El plástico se fija con hilo rafia usando los ganchos que los arcos tienen en la parte inferior, el hilo se pone en forma cruzada.



Ejemplos de Microtuneles



Esta es una muestra grafica, que ejemplifica los diferentes tipos de microtunel, no sólo para cultivo de nopal.



Las ventajas que ofrece este sistema tienen que ver directamente con el rendimiento en la producción y la conservación de la humedad, disminuyendo los costos de riego.



Mantenimiento durante el primer año.

Es conveniente aplicar una capa de aproximadamente de 10-50 centímetros de espesor de estiércol semiseco, esta es una técnica muy ventajosa para los cultivos existentes en Milpa Alta que tienen más de 50 años de experiencia en la producción de nopal de verdura a cielo abierto.

Es importante resaltar que el abono orgánico reduce los costos en cuanto al control de plagas y suministro de nutrientes a la planta, permite el manejo del cultivo en cuanto a producción intensiva conjugándose con los riesgos, en este aspecto optimiza el agua, ya que ayuda a su retención.

En la aplicación de estiércol es importante vigilar que la planta no sea lastimada con la pala (por la humedad de siembra), ya que uno de los enemigos del nopal es la pudrición. El túnel requiere de 6 toneladas de abono orgánico. La justificación de la misma, se hace comprensible pues se está manejando una producción intensiva con altos rendimientos por lo que las necesidades nutritivas del cultivo se incrementan.

Aplicación de fertilizante.

El nopal responde óptimamente a la aplicación de abono orgánico, sin embargo, tomando en cuenta que se trata de una explotación intensiva se considera conveniente la aplicación de fertilizante en una cantidad de 60 kilogramos de Urea al cumplirse seis meses después de haberse plantado y posteriormente repetir la dosis al cumplir un año con el propósito de fortalecer la planta madre después de que ha tenido una jornada intensiva de producción de nopalitos o brotes. La manera más conveniente de aplicación es al voleo.

Aplicación de insecticidas y fungicidas.

Al presentarse los primeros síntomas de enfermedades y plagas en la plantación; sobre todo en las fechas en las que hacen su aparición algunas especies, de insectos y virus, es necesaria la aplicación de sulfato de cobre tribásico y folidol o paratión, utilizando la mochila aspersora para su inmediato control, utilizando la dosis recomendada por el producto químico.

Deshierbe.

Las malas hierbas hacen su aparición en la temporada de lluvias, cuando estas llegan a presentarse es necesario eliminarlas manualmente, sin embargo una de las ventajas que proporciona la utilización de la capa de abono orgánico es de controlar las malas hierbas, porque genera altísimas temperaturas mayores a 45 grados centígrados, además de que el grosor de la capa impide la emergencia de la maleza.

Riego

El agua es uno de los elementos mas importantes en la producción de nopalitos en microtunel durante todo el año; ya que es un recurso que permite la brotación, en los meses de mayor sequía, durante los meses de octubre a mayo.

Se deben aplicar de 4 a 8 litros de agua por metro cuadrado cada 15 días; para regar en microtunel se van a necesitar 300lts de agua por aplicación.

Cosecha

La mayor producción se obtiene durante la época de mayor humedad y temperatura (mayo a septiembre). La cosecha se lleva a cabo cuando los brotes alcanzan de 10 a 15 centímetros de largo (100 a 120 gramos) El corte se realiza preferentemente en la mañana con un cuchillo muy afilado, se realiza el corte sin lastimar el brote ni la penca. El corte manual sin cuchillo no es recomendable.

En los primeros meses de plantación cada penca produce de 2 a 3 brotes cada 15 días por tanto se tiene una producción aproximada de 4800 a 7200 brotes por mes, si se toma un peso promedio de 120 gramos. Por nopalito en producción de microtunel, entonces tenemos una producción de 576 a 864 kilogramos.

Ya cortados los nopalitos, son acomodados en canastos de carrizo para transportarlos y protegerlos de golpes. No se recomienda quitarles las espinas a los brotes, por que se afecta el estado fresco de la verdura, inclusive la durabilidad de producto hasta el centro de procesamiento o de venta es menor.

Con un buen manejo la producción inicia de 6 a 8 semanas después de efectuada la plantación.



MANEJO Y ALMACEN DE LOS PRODUCTOS A LA POST COSECHA

De la producción actual se pierde cerca del 50 % en el punto de venta debido al oscurecimiento enzimático y la pudrición microbiana. Para alargar la vida de anaquel Higareda et al. recomiendan la inmersión de la pencas durante 5 minutos en una solución de ácido cítrico al 6% y de sulfito de sodio al 0.02%. Después las pencas son lavadas y empacadas en bolsas de polietileno.

Con este tratamiento se logra una vida de anaquel de 14 días a temperatura ambiente (26° C) y de hasta 32 días a temperatura de refrigeración (4°C)

El nopal es cortado a mano en la mayoría de los casos ya con cuchillo u otro tipo de implementos. Este corte se realiza por la mañana, se junta en canastos y es aconsejable protegerlos del sol en forma inmediata, colocándolos bajo cualquier sombra, sobre todo cuando van a ser llevados a mercados distantes, lo que evita su calentamiento y alarga su tiempo de anaquel.

El corte en la mañana permite que se pueda vender en los mercados el mismo día. El nopal se corta cuando presenta una longitud de 18 a 23 centímetros. Si la venta es por peso, se buscan nopales de mayor tamaño. Sin embargo al crecer el producto se vuelve más fibroso y correoso, perdiendo su gran atributo de calidad, lo tierno del nopal. Este producto puede llevarse en forma inmediata a la venta sin ningún tipo de tratamiento. En el área con sombra, se puede empacar de diversas maneras para su distribución. A granel en camioneta, sólo se acomoda para su venta en los mercados locales.

Es práctica común entre los productores, el manejo en cientos y con cortes al tamaño previamente acordado con el comprador; sin contratos de por medio y todo establecido por convenios de palabra. Así también se acostumbra la entrega a granel de nopal limpio para procesadores locales, en cantidades diarias fijas de nopal, con características de tamaño estándar para ser procesado en salmuera o escabeche. Una práctica común es manejar la entrega en áreas locales de producto sin espinas, proceso que se hace en forma manual, cuyo costo es contratado por el productor y transferido a sus compradores.

Se utilizan canastos o colotes cuando se vende con espina, tienen una capacidad de 200 nopales de 18 a 23 centímetros. Se utiliza el costal cuando el producto se vende en centrales o mercados de centros urbanos. El nopal va sin espina en una cantidad de 500 a 550 piezas.

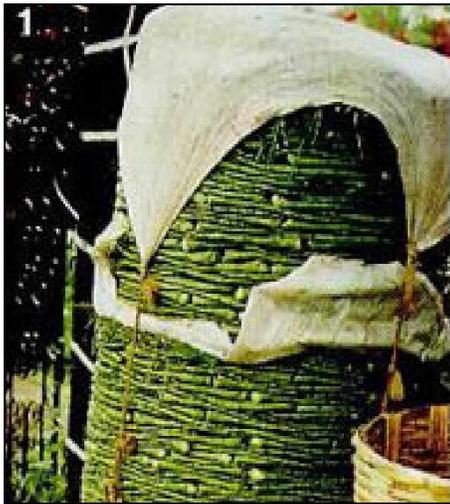
Cajas de cartón son utilizadas para su transporte y comercialización en las zonas del norte de México, y el producto exportado para los mercados de Estados Unidos en empaques de 10 a 15 kilogramos. La reja de madera es usada en el nopal que se vende en Milpa Alta, para ciudades lejanas como Torreón, Monterrey, Morelia, Guadalajara, etcétera. Este es un envase común, utilizado en las diversas zonas productoras.

El empaque para comercio en centros de mayoreo, Mercado de Milpa Alta, Central de Abastos de Iztapalapa, Toluca, Monterrey y Guadalajara, se hace en pacas cilíndricas de 0.90 metros de diámetro y 1.75 de alto, con un peso aproximado de 300 kilogramos. La formación o empaque en forma de paca cilíndrica surgió a mediados de los años 70, en sustitución de la paca

cuadrada. Sólo se utiliza en la central de D. F. ; así como en algunas otras del centro del país, por ser cortos, de dos a tres días, los periodos de comercialización, ya que genera una elevación de temperatura en el centro de la misma. Su transporte se hace en camiones o camionetas con un manejo cuidadoso para evitar golpes y daño mecánico al producto. En la paca se pueden manejar de 2,500 a 3,000 nopales de la medida mencionada.

El nopalito que se destina para la exportación tiene un manejo más selectivo. En principio sólo se corta de nopaleras debidamente abonadas, fertilizadas, libres de plagas y enfermedades y que no contengan pesticidas residuales. La cosecha se hace con cuchillo y con botón. Esto es un pedazo de penca adherida al nopal para alargar su vida. Puede solicitarse desespinado, con mano de obra especializada, debiendo ser empacado posteriormente en bolsas de polietileno. Por conveniencia en la bolsa se deben imprimir los datos del productor-comercializador, así como el contenido, además de agregar formas de preparar y consumir el nopal, sus propiedades para la salud y la leyenda como producto originario de México.

Ya empacado es almacenado en cámara de frío a 8 o 10°C. Esta temperatura se mantiene durante el transporte y hasta la entrega al consumidor. El nopal desespinado puede ser tratado con antioxidantes como el ácido cítrico, autorizado por la Food and Drug Administración (FDA). Personal calificado hace la recepción posterior al transporte y debe supervisar la condición del producto, previa a su distribución final.



EJERCICIOS PRACTICOS

Comenta y determina con tus compañeros los siguientes ejercicios:

1. ¿Cuáles son las condiciones óptimas para las plantaciones de nopal en microtunel en lo que se refiere a: Suelo, agua, condiciones climáticas y topografía?
2. ¿Cuáles son los pasos y la dosificación, incluyendo cantidades por tipo de elemento, para la nutrición del cultivo del nopal en microtunel en suelos tepetatosos y poco profundos?
3. Cuáles son los requerimientos en materiales para el armado, instalación y operación del microtunel en el terreno designado para este propósito?

En colaboración de tus compañeros y con apoyo del instructor realiza los siguientes ejercicios prácticos.

1. De acuerdo a la información descrita en este manual y a las condiciones y terreno definidos por tu instructor identifica en una parcela las condiciones sugeridas para el suelo, agua y variables topográficas para la siembra del nopal en microtunel en una parcela tipo.
2. Delimita la parcela a trabajar y marca el espaciamiento de plantación en microtunel en relación a la densidad de siembra del cultivo.
3. Realiza las actividades relacionadas con el riego y a fertilización de la parcela delimitada en la producción de nopal en microtunel.
4. Instala el microtunel en el área asignada por el instructor.
5. Haz un simulacro de plantación de nopal en microtunel.
6. Haz una simulación de poda de sanidad y una de poda de formación en un cultivo en microtunel.

7. Haz una simulación de la detección y combate a la enfermedad de la roya en un cultivo en microtúnel.
8. Simula la selección de raquetas o planta madre en microtúnel de acuerdo a las cualidades descritas en este manual.
9. Haz una simulación de la cosecha y selección de nopal en microtúnel.

SINTESIS

En el último tema de nuestro manual analizamos información relacionada con la producción de nopal en condiciones controladas (micro túnel). desde los requerimientos del suelo, riego y otras consideraciones del cultivo, hasta la preparación del terreno, fertilización y trazo de camas.

Al hablar sobre la plantación nos referimos al material vegetativo, su obtención, características y variedades. Revisamos además lo referente a la plantación de la planta y sus requerimientos y finalmente se reviso a detalle la técnica para el establecimiento de un micro túnel de nopal verdura.

Cerramos el tema con el manejo y almacenamiento de los productos a la post cosecha.

Es importante resaltar que este tema es específico para el caso del cultivo de nopal en condiciones controladas (micro túnel) así que el participante, si decide o requiere información relacionada con este tipo de cultivo podrá hacer uso de este apartado de manera independiente al resto del manual, Sin embargo la recomendación es que haga uso de la totalidad del documento al momento de realizar sus labores y tomar sus decisiones.

CONCLUSIONES

La demanda de nopal en México se ubica en la población de los estados del centro del país; en el norte y las zonas costeras la demanda es mucho menor, a últimas fechas la demanda en el norte ha comenzado a crecer.

En México existen más de 50 empresas que elaboran productos utilizando el nopal como materia prima, por ejemplo en alimentos, medicinas, cosméticos, artesanías, etc.

A medida que el consumo del nopal se ha incrementado como verdura, como fruto, y como complemento alimenticio, la oferta y la demanda se han extendido por todo México y a otros países como Japón y Estados Unidos de América, que se han convertido en clientes importantes de nopal, esto debido a las propiedades medicinales que este tiene.

Sumado a lo anterior el nopal cuenta con una gran cantidad de proteínas, calcio, fósforo, hierro, vitamina C, sodio y fibra, además de los múltiples usos que se le han dado en México.

De lo anterior surge la importancia de retomar el cultivo de nopal en las zonas donde otros cultivos no prosperarían, aunado al rendimiento y los beneficios económicos, de un buen manejo de la plantación.

BIBLIOGRAFÍA

Argandoña G. 1999, "La desconocida energía de las tunas", La Tercera de la Hora. COPESA, 25 Mayo.

Baeza J. ,1995,."Aprovechamiento del desecho del cultivo de las cactáceas. *Opuntia ficus cacti* para la producción de biogas. Universidad de Chile, Santiago.

BAÑUELOSA., E. y S. NAVARRO V. Diferencias en el uso de fracciones mínimas VS: raquetas completas en la propagación de nopal verdura, Departamento de Biología E.N.E.P. Zaragoza - U.N.A.M., Iztapalapa, D.F.

BARROS Cristina y M. Buenrostro. El maravillosos nopal, sus propiedades alimenticias y curativas, Grijalbo, México, 1998.

FLORES VÁLDEZ, CLAUDIO. Producción, Industrialización y Comercialización del Nopal como Verdura en México. CIESTAAM. México, 1995.

FERNÁNDEZ G. Conservación Postcosecha del Nopal (*Opuntia ficua-indica*) como verdura, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, D.F. pp: 91.

UAAAN. El nopal, 3ra. Reunión Nacional. UAAAN. México, 1988.

SANDRA EUNICE AGUIRRE ENRIQUEZ. Nopal Verdura, Una alternativa rentable para la región de Cadereyta. CHAPINGO, Mex., 1998.

Nopal, leyenda, comercio y futuro en México., Num. 98, Octubre 2001, ASERCA.

http://codagea.edoags.gob.mx/~produce/fp25.html#MANEJO_DE_LA_HUERTA_DE_NOPAL_VERDULERO

http://codagea.edoags.gob.mx/~produce/fp25.html#Gusano_blanco
<http://www.semarnap.gob.mx/ssrn/pronare/gaceta4/ficha12.htm>
<http://www.imagenzac.com.mx/2000/08/06/Economia12.htm>
<http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/frejol/gaci.html>
<http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/maiz/diab.htm>
<http://www.inah.gob.mx/core/htme/core007010411.html>
<http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/n/diab.htm>
<http://www.laneta.apc.org/rock/ecosur/ecosur04.htm>
<http://codagea.edoags.gob.mx/~produce/fp25.html>
<http://www.bilbao.edu.mx/nopal1.html>
<http://www.bilbao.edu.mx/nopal1.html>

ANEXOS

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Enfermedad	Vector	Efecto	Control
Engrosamiento de cladiodos.	Es producida por virus o micoplasma.	Reducción del crecimiento de la planta, acompañada por la hinchazón de las pencas y la pérdida gradual de la tonalidad verde de dichas pencas. Los brotes vegetativos y las flores son de tamaño reducido y por lo general, se forman en la parte plana de la penca. Los rendimientos son bajos debido a que se forma un número reducido de brotes, que además de ser pequeños, se caen de la planta en diferentes periodos de desarrollo.	Su control se logra al eliminar las plantas que presenten dicho problema con la precaución de desinfectar la herramienta utilizada para esta operación.
Mal del oro del nopal	Es producida por el hongo <i>Alternaria</i> y <i>Hansfordia</i>	Inicia su ataque en las partes cercanas a las areolas o espinas de las pencas y posteriormente se diseminan en toda la penca, ocasionando el cambio de color del verde al amarillo opaco, reduciendo la productividad de las plantas.	Para controlar esta enfermedad se hace la aplicación de caldo bordelés al 1% a base de sulfato tribásico de calcio, 0.5 lt de Paratión Metílico y 2.0 lt de mucílago de nopal tapón.

Gusano de alambre	Clase: Insecta	Orden: Coleoptera	Familia: Chrysomelidae	Género y especie: <i>Diabrotica spp.</i>
Importancia:	Son varias especies de <i>Diabrotica</i> como: <i>D. balteata</i> , <i>D. virgifera</i> , <i>D. undecimpunctata</i> , <i>D. porracea</i> y <i>D. variegata</i> . Las larvas de estas especies forman parte del complejo de especies rizófagas cuyos daños ocasionan pérdidas hasta de 51% de la producción en algunas áreas del país.			
Descripción:	Los huevecillos <i>D. balteata</i> son ovales, miden 0.6 mm de color blanco o amarillo son puestos en el suelo cerca de las raíces. Las larvas recién emergidas son blancas con la cabeza café claro, cuando maduran son de color cremoso y la cabeza café y miden de 6 a 10 mm de largo en completo desarrollo. Los adultos son unos escarabajos de color verde con cuatro bandas amarillas. El adulto puede vivir de 60 a 70 días. Las hembras llegan a poner 800 huevecillos en su vida. Los adultos se alimentan de hojas, flores y frutos de maíz y muy diversas plantas, pasan de 3 a 4 instares larvales, en un periodo de 11 a 25 días. Las larvas se alimentan de las raíces de las plantas. Ciclo biológico <i>D. balteata</i> . 1) Huevo; 2) Larva; 3) Prepupa; 4) Pupa 5) Adulto.			
Daños:	Se reconoce el ataque de esta plaga rizófaga por el decaimiento que sufre la planta en su parte aérea, en especial en las pancas tiernas. La plaga puede estar en el abono orgánico como huevecillos.			

MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DE NOPAL

Control	Control natural.- Algunos enemigos naturales ayudan a disminuir la población de <i>diabrotica</i> como son tachinidos, hormigas, arañas, roedores, sin embargo es muy limitada su acción. Los suelos arenosos de temporal dificultan la dispersión de larvas causando mortalidad por fricción. Suelos ricos en materia orgánica con alta humedad, no favorecen el desarrollo de estos insectos.
	Control cultural.- La plaga puede estar en el abono orgánico en forma de huevecillos por lo tanto es conveniente tratar el abono antes de aplicarlo.
	Control químico.- El control químico para larvas en el suelo generalmente se lleva a cabo considerando el complejo de plagas en el suelo como son gallina ciega, gusano cebrá y <i>diabrotica</i> principalmente. El control para adultos en plantas maduras es empleado con poca frecuencia. Muestreo de suelo antes de la siembra, tomando muestras de suelo de 30 cm ² de superficie por 30cm de profundidad, 10 muestreos por sitio; y se cuenta el número de larvas por muestra. Recomendaciones: Si la población encontrada alcanza el nivel crítico que es de una larva en promedio por muestra, será necesario hacer una aplicación.

Gusano blanco del nopal	Clase: Insecta	Orden: Coleoptera	Familia: Curculionidae	Género: <i>Lanifera</i> Especie: <i>cyclades</i>
Importancia	Se presenta en la altiplanicie central de México. Se identifica por que sobre las pencas del nopal aparecen manchas de tejido de color grisáceo, que son huevecillos depositados por una palomilla, en grupos que van de 30 a 60 ordenados de manera regular.			
Descripción	Las larvas son de color blanco cristal y miden de 2 a 3 centímetros de largo; se les puede encontrar en colonias de 25 a 30 gusanos o más.			
Daños	Puede originar la caída de los brazos y hasta la muerte de las plantas, pero por lo general, esta plaga se localiza en la parte media de la planta, hacia el tronco de la misma. Las larvas, al estar activas, hacen agujeros en las pencas formando galerías que penetran hasta la médula, destruyendo los tejidos leñosos y el excremento de las larvas sale a través de los agujeros que ellas mismas hacen en las pencas y caen al suelo formando montoncitos como de aserrín; esto contribuye a detectar fácilmente a la plaga, al observar los montoncitos de excremento abajo de la planta dañada.			
Control	Control Químico: Las larvas se pueden controlar aplicando Gusatión M o Folidol a razón de 1.0 a 1.5 centímetros cúbicos por litro de agua y la aplicación debe ser dirigida; es decir, por inyección a las pencas de las plantas afectadas La época de aplicación debe ser cuando se detecten los montoncitos de excremento en el suelo; además, es recomendable aplicar insecticida al suelo para evitar que la plaga se propague a las plantas vecinas. Para esto, alrededor de la planta se abre un surco pequeño y se aplica el insecticida granulado Curater-5 y después se cubre con tierra. esto debe ser antes de las lluvias para que con la humedad se active este insecticida y destruya las plagas que se puedan encontrar en el suelo y que se localizan próximas al tronco de la planta.			

Chinche gris	Genero y especie: <i>Chelinidea tabulata</i>
Importancia	Esta plaga aparece cuando empieza a subir la temperatura ambiente y alcanza su más alto nivel de población en los meses de julio y agosto
Daño	atacan perforando la cutícula del nopal y succionan su savia, reduciendo su

MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DE NOPAL

	vitalidad y creando focos de posible pudrición. Sus ataques dejan en unos días manchas de color café en la superficie de las pencas.
Control	Se controla mediante productos químicos.

Tripps del nopal	<i>Sericotrips Opuntia</i>
Descripción	Se trata de insectos pequeñitos con alas y una especie de flecos. Viven de 20 a 30 días. El calor y la falta de humedad propician su multiplicación.
Daños	Succionan su alimento de los tejidos del nopal y las perforaciones que provocan hacen que la planta se cubra de color gris amarillento y por el aire que penetra en los tejidos afectados hace que aparezcan reflejos plateados
Control	Se combate con productos químicos

Caracol	<i>Helix aspers</i>
Daños	Se alimenta de la parte superficial de las pencas marcándolas, dificultando la fotosíntesis.
Control	Se combate con productos químicos

Chinche roja	<i>Herperolabops gelatops</i>
Daño	Los huevecillos son depositados bajo la cutícula del nopal. Tanto cuando son ninfas como en estado adulto, se nutren de la savia del nopal. Al succionar savia manchan y agrietan el nopal.
Control	Esta plaga se combate con productos químicos.

Picudo barrenador	Clase: Insecta	Orden: Coleoptera	Familia: Curculionidae	Género: <i>Cactophagus</i> /Especie: <i>spinolae</i>
Importancia:	La infestación de la planta por el picudo barrenador de los tallos del nopal esta directamente relacionada con la obtención de la goma del nopal o mucílago, que entre otras aplicaciones sirve para adherir o pegar las arcillas deleznales de los adobes, pequeños terrones, fragmentos de cerámica, pigmentos de pintura mural, consolida estucos coloniales de cal y arena, pega fragmentos de concha, pergamino y papel.			

MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DE NOPAL

<p>Descripción:</p>	<p>Este insecto tiene un ciclo biológico con cuatro etapas de desarrollo: huevecillos, larva, pupa y adulto. Los insectos adultos emergen de los tallos durante los meses de mayo a septiembre, alimentándose de los bordes de las hojas tiernas de los nopales, son de color negro con dos manchas rojas en la parte anterior y dos bandas anaranjadas sobre el par de alas frontales que cubre en forma de estuche al otro par de alas delgadas membranosas adaptadas para el vuelo. Miden alrededor de 2.5 cm de largo. Las hembras ponen sus huevecillos sobre la superficie de los troncos protegidos por las pencas, de los que eclosionan larvas blancas algo curvadas y sin patas; llegan a medir de 25 a 31 mm de largo, de cabeza color café. Posee grandes mandíbulas masticadoras utilizadas para perforar, cortar y barrenar los tallos para alimentarse del tejido interno, produciendo acumulaciones gomosas sólidas en forma de grumos fijos sobre la superficie de los tallos que cubren y ocultan los orificios de entrada a los túneles, localizados específicamente en las uniones de las pencas del tallo. Se pueden encontrar generalmente de 1 a 5 grumos gomosos por planta, son de tamaño y forma variable, llegando a pesar desde 0.5 a 65 g.</p>
<p>Daños:</p>	<p>Los adultos se comen la parte interna del borde de las pencas jóvenes. Las larvas cavan galerías dentro de la penca y ésta para defenderse, segrega por estas perforaciones un líquido de aspecto y textura gomosa.</p>
<p>Control</p>	<p>Prevención: mantener siempre libre de maleza la plantación, revisar los primeros síntomas del picudo barrenador en el otoño y cortar las pencas dañadas antes que la larva entre a la "cabeza". Control químico: Las aplicaciones de insecticidas con el fin de sacar al picudo barrenado de su galería son fructuosas. No hay producto químico que controle al barrenador después de que éste entra a la "cabeza".</p> <p>Control cultural: El método más efectivo para controlarlo es la eliminación directa, el desarrollo del insecto es relativamente lento. Las larvas de dos y medio a tres cm de largo pueden extraerse con un cuchillo, cuidando que la herida hecha en la penca no se infecte.</p>