

12



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION AGRICOLA
ACTUAL. APORTACIONES TECNICAS PARA LA
PRODUCCION DE NOPAL PARA VERDURA EN
MICROTUNEL EN EL VALLE DE CUAUTITLAN

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A :

ESTEBAN GONZALEZ GUTIERREZ

284278

ASESOR: ING. GUSTAVO MERCADO MANCERA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

AT'N: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

"Tópicos Selectos de la Producción Agrícola Actual. Aportaciones Técnicas para la Producción de Nopal para Verdura en Microtúnel en el Valle de Cuautitlán."

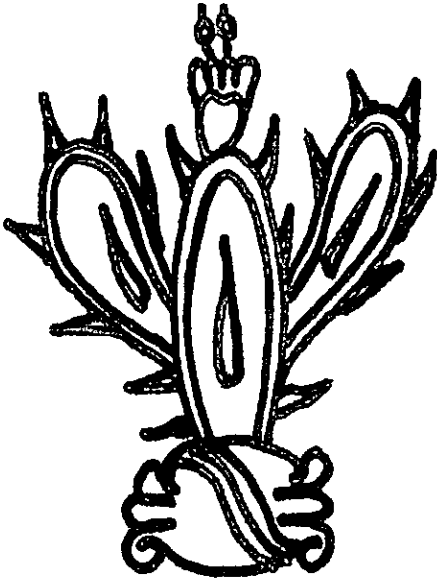
que presenta el pasante: Esteban González Gutiérrez
con numero de cuenta: 7943535-2 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Mex., a 28 de agosto de 2000

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>II</u>	<u>Ing. Gustavo Mercado Mancera</u>	
<u>IV</u>	<u>Biol. Elva Martínez Holguín</u>	
<u>I</u>	<u>Ing. Raúl Espinoza Sánchez</u>	



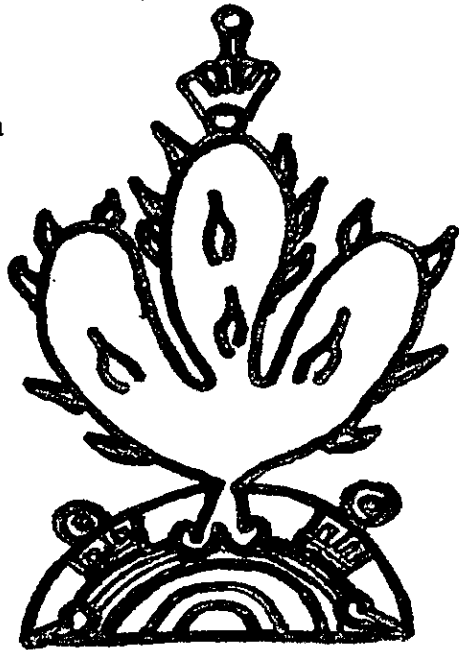
*Con cariño y agradecimiento
Dedico este trabajo
a Dios y a mis padres:*

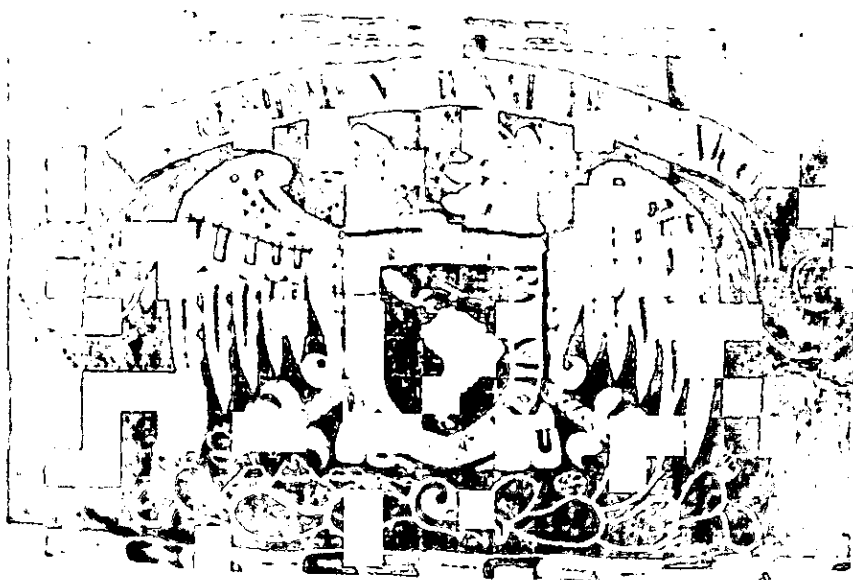
Lulú y Pepechuy.

*Tenochtli: Representa el escudo de la Gran Tenochtitlán.
(Códice Mendocino).*

Hay hombres que luchan un día
y son buenos.
Hay otros que luchan un año
y son mejores.
A quienes luchan muchos años
y son muy buenos.
Pero existen los que luchan
toda la vida
y esos son
los indispensables.

Bertoet Brecht.





*Aquí mi tierra natal,
querida como ninguna,
donde florece el nopal
para brindarnos la tuna;
es para mi una fortuna,
porque alegra su tristeza
con lindas noches de luna.*

Fragmento: Volvería.

*Gotas de miel
en los veranos yertos.*

Pascual Pacheco Sotelo.

Agradezco a:

*la U.N.A.M.,
a la F.E.S.C.,
por permitirme ser
parte de ellos.*

Ing. Gustavo Mercado Mancera

M.C. Edvino Josafat Vega Rojas

Por su muestra de amistad y apoyo

CONTENIDO

- *INDICE DE CUADROS.
- *INDICE DE GRAFICAS.
- *INDICE DE FIGURAS.

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades del Nopal.....	3
2.1.1. Origen.....	3
2.1.2. Clasificación Taxonómica.....	3
2.1.3. Descripción Botánica.....	4
2.2. Requerimientos Climáticos y Edáficos del Nopal.....	8
2.2.1. Características Edáficas.....	9
2.2.2. Características Climáticas.....	10
2.2.2.1. Precipitación.....	10
2.2.2.2. Temperatura.....	10
2.2.2.3. Heladas.....	11
2.2.2.4. Granizo.....	11
2.3. Proceso Agrícola de Producción del Nopal para Verdura.....	13
2.3.1. Sistema a Cielo Abierto.....	13
2.3.2. Sistema Bajo Microtúnel.....	13
2.3.3. Labores Agrícolas de Producción para Nopal de Verdura.....	14
2.3.3.1. Preparación del Terreno.....	14
2.3.3.1.1. Barbecho.....	14
2.3.3.1.2. Rastreo.....	14
2.3.3.1.3. Desinfección del Suelo y Abono.....	14
2.3.3.1.4. Aplicación de Abono.....	15
2.3.3.2. Selección de Material Vegetativo.....	16
2.3.3.2.1. Formas de Reproducción.....	17
2.3.3.2.1.1. Reproducción Sexual o por Semilla.....	17
2.3.3.2.1.2. Reproducción Asexual o Vegetativa.....	17

2.3.3.2.2. Tratamiento de Material Vegetativo.....	17
2.3.3.3. Plantación.....	18
2.3.3.3.1. Época de Plantación.....	18
2.3.3.3.2. Orientación de los Cladodios en la Plantación.....	19
2.3.3.3.3. Diseño de Plantación.....	20
2.3.3.4. Fertilización y Abonado.....	23
2.3.3.5. Riego.....	24
2.3.3.6. Daños y Control de Plagas y Enfermedades.....	25
2.3.3.6.1. Plagas del Nopal.....	25
2.3.3.6.2. Enfermedades del Nopal.....	28
2.3.3.7. Control de Malezas.....	29
2.3.3.8. Podas	30
2.3.3.8.1. Poda de Formación.....	30
2.3.3.8.2. Poda de Sanidad.....	30
2.3.3.8.3. Poda de Rejuvenecimiento.....	30
2.3.3.8.4. Poda de Estimulación de Renuevos.....	31
2.3.3.9. Cosecha.....	32
2.4. Manejo de Microtúnel para la Producción de Nopal.....	35
2.4.1. Instalación de Microtúnel.....	35
2.4.2. Manejo de Microtúnel.....	36

III. PRODUCCIÓN DE NOPAL PARA VERDURA EN CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO.....

3.1. Características de la Zona.....	38
3.1.1. Descripción del Lugar.....	38
3.1.1.1. Ubicación.....	38
3.1.1.2. Relieve.....	40
3.1.1.3. Hidrología.....	40
3.1.1.4. Clima.....	40
3.1.1.5. Suelo.....	41
3.1.2. Información Climática.....	42
3.1.2.1. Métodos Empleados.....	42
3.1.3. Variables Agroclimáticas.....	43
3.1.3.1. Marcha Anual de Temperatura.....	43
3.1.3.2. Comportamiento de la Precipitación.....	45

3.1.3.3. Estación de Crecimiento.....	47
3.1.3.4. Periodo Libre de Heladas.....	49
3.1.3.5. Días con Granizo.....	51
3.1.3.6. Comportamiento del Viento.....	53
3.1.3.7. Unidades Térmicas.....	55
3.2. Sistema de producción propuesto.....	57
3.2.1. Preparación del terreno.....	57
3.2.2. Selección y tratamiento de material vegetativo.....	57
3.2.3. Plantación.....	57
3.2.4. Fertilización y abonado.....	57
3.2.5. Riego.....	58
3.2.6. Control de plagas y enfermedades.....	58
3.2.7. Control de malezas.....	58
3.2.8. Podas.....	58
3.2.9. Cosecha.....	59
3.2.10. Instalación y manejo de microtúnel.....	59
IV. CONCLUSIONES.....	61
4.1. Recomendaciones.....	62
V. BIBLIOGRAFÍA.....	63

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Ubicación Taxonómica del Nopal.....	4
Cuadro 2. Valor Alimenticio del Nopal de Verdura.....	7
Cuadro 3. Características Edáficas y de Altitud del Nopal.....	9
Cuadro 4. Características Climáticas del Nopal.....	12
Cuadro 5. Diseño de Plantación de Nopal para Verdura.....	22
Cuadro 6. Principales Plagas del Nopal.....	25
Cuadro 7. Control Químico de Plagas del Nopal.....	27
Cuadro 8. Principales Enfermedades del Nopal.....	29
Cuadro 9. Marcha Anual de Temperatura.....	43
Cuadro 10. Precipitación Acumulada y Promedio.....	45
Cuadro 11. Estación de Crecimiento.....	47
Cuadro 12. Periodo Libre de Heladas.....	49
Cuadro 13. Promedio de Días con Granizo.....	51
Cuadro 14. Recorrido del Viento.....	53
Cuadro 15. Unidades Térmicas Promedio.....	55
Cuadro 16. Calendario de Actividades Agrícolas.....	60

INDICE DE GRAFICAS.

Grafica 1. Comportamiento del Temperatura.....	44
Grafica 2. Comportamiento de la precipitación.....	46
Grafica 3. Estación de Crecimiento.....	48
Grafica 4. Periodo Libre de Heladas.....	50
Grafica 5. Numero de Días con Granizo.....	52
Grafica 6. Recorrido del Viento.....	54
Grafica 7. Unidades Térmicas Acumuladas.....	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plantación del Nopal para Verdura.....	19
Figura 2. Corte del Nopal en Cosecha.....	33
Figura 3. Empaque del Nopal en Cosecha.....	34
Figura 4. Esquema del Sistema Bajo Microtúnel.....	37
Figura 5. Localización del Municipio de Cuautitlan.....	39

I. INTRODUCCIÓN.

El nopal de verdura es un cultivo que en la región central del país se puede producir durante todas las estaciones del año, pero en el sistema de manejo a cielo abierto tiene como causa limitativa principal las bajas temperaturas del periodo invernal, además de la falta de humedad. Con la finalidad de obtener una producción continua durante todo el año se ha diseñado, una forma sencilla y poco costosa de evitar el efecto de las heladas en el cultivo del nopal de verdura, denominada sistema de manejo del nopal de verdura bajo microtúneles, que además puede darse un uso intensivo al suelo y por lo tanto más costeable.

Dentro de el Valle de Cuautitlán, se han detectado una serie de casos donde el cultivo del nopal para verdura, se ha tomado como una alternativa para las condiciones de la zona; los terrenos pequeños, poca capacidad de inversión, herramientas rústicas y tradicionales, un bajo conocimiento de tecnología agrícola, y la tendencia de incorporarse al sistema de producción urbano de parte de los campesinos.

Ya se ha encontrado que en la zona se han desplazado un poco los cultivos tradicionales como el maíz, frijol, etc.. Con esta producción de nopal para verdura de forma intensiva, pasa a ser una estrategia para evitar que estas poblaciones campesinas sean absorbidas por las opciones productivas urbanas.

El nopal en forma intensiva para verdura, tiene un bajo índice de insumos, no es necesario para este cultivo un alto conocimiento de tecnología, las herramientas tradicionales de los campesinos se adaptan a la perfección, y no requiere de una gran superficie de terreno para que sea redituable.

La degradación de los suelos en esta zona también es un efecto continuo; la erosión, la contaminación, están terminando con la fertilidad de los suelos por lo que, para su aprovechamiento se tiene que optimizar los recursos con técnicas adecuadas.

La presente investigación comprende la integración más adecuada del cultivo del nopal para verdura en microtúnel, y la zona del Valle de Cuautitlán, fincado en el estudio agroclimático de la zona; características fenológicas de la planta del nopal planteándose los siguientes objetivos:

1.1.Objetivos.

- **Aportar la información técnica necesaria para optimizar la producción de nopal para verdura.**

- **Proponer un calendario de actividades agrícolas para nopal de verdura en microtúnel, en base a información agroclimática disponible en la zona de Cuautitlán Izcalli, Estado de México.**

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Generalidades del nopal.

A nivel mundial el nopal *Opuntia spp.* Recibe diferentes nombres comunes. En España se le dio el nombre de “chumbo”, y a sus frutos, “higos de las Indias”, los árabes los llamaron “higos de los cristianos”. En México se conoce con el nombre de nopal, el cual deriva del náhuatl “nopalli”, y dentro de esta lengua, al fruto se le conoce como “nochtli”, que en la actualidad se denomina “tuna”.

La primera obra que hace alusión a las cactáceas es “La Historia General y Natural de las Indias”, Publicada en 1535. En el siglo XVII, las plantas del género *Opuntia* y de otras familias empezaron a figurar en las obras de los botánicos, las especies se incluyeron en diferentes categorías taxonómicas, hasta que Linneo, en 1753, las reunió en un grupo al que llamó cactus.

2.1.1. Origen.

Las cactáceas son originarias del Continente Americano, en donde se encuentran distribuidas principalmente en las regiones áridas y semiáridas. Las especies del género *Opuntia* son originarias del sur de los Estados Unidos, México, Ecuador, y Perú. Para el nopal se considera como centro de origen a México, y que además posee gran diversidad de especies.

2.1.1. Clasificación Taxonómica.

En la actualidad existen diversas variedades productoras de tuna con grandes variedades en color, tamaño, grosor de cáscara y otros elementos, incluso de la flor, y por la presencia y posición de espinas en los cladodios, etc. El nopal se encuentra ubicado en la siguiente clasificación taxonómica.

Cuadro 1.

Ubicación Taxonómica del Nopal.

Reino	<i>Vegetal</i>
División	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Dicotyledoneae</i>
Orden	<i>Opuntiales</i>
Familia	<i>Cactaceae</i>
Subfamilia	<i>Opuntioideae</i>
Tribu	<i>Opuntiae</i>
Género	<i>Opuntia</i>
Subgénero	<i>Platyopuntia</i>
Especie	<i>Ficus indica</i>

(Bravo, 1978.)

2.1.2. Descripción Botánica.

Las plantas correspondientes a esta familia son perennes, suculentas, con distintos hábitos; generalmente espinosas, caracterizadas por órganos especiales llamados areolas; limbo de las hojas ausente o reducido a escamas pequeñas o primordios anatómicos, sólo bien desarrollados en algunos géneros. La familia se divide en tres subfamilias: *Pereskioideae*, *Opuntioideae*, y *Cereoideae*.

Subfamilia *Opuntioideae*.- Las especies que la integran son cactáceas arborescentes, arbustivas, y hasta rastreras, tallos cilíndricos, claviformes, casi globosos o en cladodios más o menos ramificados. Hojas con limbo pequeño, cilíndrico – tubulado y caduco, sólo en un género es laminar, aunque carnoso: tubérculos más o menos prominentes. Areolas circulares y hasta elípticas, con pelos, glóquidas y espinas.

Tribu *Opuntiae*. - Plantas con ramas cilíndricas, claviformes o laminares (cladodios) verdes. Hojas muy reducidas, cilíndricas, tubuladas, caducas. Flores diurnas.

Genero *Opuntia*. - Son individuos arborescentes, arbustos o rastreros, simples o cespitosos. Tronco bien definido o con ramas desde la base, erectas, extendidas o postradas. Artículos globosos, claviformes, cilíndricos o aplanados (cladodios), muy carnosos o leñosos. Limbo de las hojas pequeño, cilíndrico, carnosos muy pronto caduco. Areolas axilares con espinas, pelos, glóquidas y a veces glándulas; generalmente, las de parte superior de los artículos son las productoras de flores. Espinas solitarias o en grupos, desnudas o en vainas papiráceas. Flores generalmente hermafroditas, ovario inferior, con una cavidad y muchos óvulos. Estambres numerosos, más cortos que los pétalos. Fruto en baya, seco o jugoso, espinoso o desnudo, globoso, ovoide hasta elíptico.

Subgénero *Plartyopuntia*. - Esta categoría agrupa a las especies *Opuntia* que presentan tallos aplanados (cladodios).

Especie *Opuntia ficus indica* .- Arbustiva. Artículos oblongos hasta elípticos, de 30 a 40 cm, de largo, gruesos, color oscuro hasta glauco. Hojas de 4 mm de largo, agudas, rojas. Arcolas pequeñas con una o dos cerdas cortas en su parte inferior, espinas en número de 1 a 4, rígidas, casi perpendiculares, divergentes, generalmente de menos de 3 cm de largo, blancas de color hueso; las más gruesas, anguladas; glóquidas café, caducas. Flores amarillentas, fruto no muy jugoso.

Los cruzamientos entre plantas colectadas en San Martín de las Pirámides, Estado de México, y Ajacuba, Hidalgo, han dado como resultado material vegetativo con mayor vigor, producción, resistencia al frío, a las plagas y enfermedades, y adaptables a diferentes condiciones de la República Mexicana.

* Raíz.-El nopal presenta un sistema radical fibroso, derivan de la radícula, aunque en ocasiones puede estimularse el desarrollo de raíz a partir del tallo, su tamaño es generalmente proporcional al tamaño del tallo, ausencia de pelos absorbentes con escasa humedad, en cambio cuando existe agua disponible en el suelo se estimula el desarrollo de estos pelos, y la velocidad de absorción de agua y nutrientes.

* Tallo.- Al desarrollarse el tallo del embrión se forma erecto y ramificado, plano en forma de raqueta (cladodio o penca), posee cutícula gruesa y está adaptado para almacenar agua en sus tejidos, son de color verde y su función es fotosintética, ya que presentan abundante parénquima clorofílico.

* Hoja.-En el nopal solamente existen en los renuevos de pencas cuando están tiernas. Son hojas cilíndricas y caducas, en forma de cuernitos en cuyas axilas se hallan las areolas de las cuales brotan las espinas, las hojas desaparecen completamente al alcanzar cierto desarrollo el cladodio en cuyo lugar quedan las espinas.

* Flor.- La flor se produce en las areolas, localizadas en la parte superior de los cladodios, cada areola produce por lo general una flor, constan de un cáliz con tubo oval soldado al ovario y con el limbo, muchos pétalos, numerosos estambres persistentes, con los filamentos largos, coloridos y antenas longitudinales dehiscentes; un pistilo grueso y tubuloso, digitado en su extremo, formando varios lóbulos estigmático.

La apertura de la flor tarda en promedio 55 días después de la aparición de las yemas florales. La flor permanece abierta durante 24 horas; se considera que el momento de anthesis (momento exacto de liberación de polen a partir del cual empieza a contar la vida del fruto), es a los dos días después de la apertura de la flor.

- * Fruto.- Es una baya ovoide, cilíndrica, de diversos colores, umbilicada en el extremo superior (cicatriz floral), pericarpio correoso, con semillas de color variable.(Bravo, 1978).

Cuadro 2.
Valor Alimenticio del Nopal de Verdura.
Cantidad respecto a 100 gr.

PROPORCIÓN COMESTIBLE	78.00%
ENERGÍA	27.00 Kcal.
PROTEÍNAS	0.17 g.
GRASAS	0.30 g.
CARBOHIDRATOS	5.60 g.
CALCIO	93.00 g.
FIERRO	1.60 mg.
TIAMINA	0.03 mg
RIVOFLAMINA	0.06 mg.
NIACINA	0.03 mg.
ACIDO ASCÓRBICO	8.00 mg.

(Ramírez, 1972.)

2.2. Requerimientos Climáticos y Edáficos del Nopal.

2.2.1. Características Edáficas.

El suelo es el material que nutre y sostiene a la planta en desarrollo, pero esta definición es muy general, ya que incluye no solamente el suelo en el sentido común, sino también a las rocas, el agua, la materia orgánica y formas vivientes, y aun el aire, materiales y sustancias que intervienen directamente en el desarrollo del vegetal. El suelo es el material mineral no consolidado sobre la superficie de la tierra que ha estado sujeto a la influencia de los factores genéticos y del medio ambiente: material madre, clima, humedad, temperatura, macro y microorganismos, y topografía, en su periodo para originar un producto, el suelo, que difiere del material original, aunque de él se derivan muchas propiedades y características físicas, químicas, biológicas y morfológicas del suelo.

Desafortunadamente las prácticas inadecuadas del cultivo y el abuso de la capacidad amortiguadora del suelo han determinado una degradación irreversible y la eventual pérdida de este recurso. La tasa de regeneración del mismo es extremadamente lenta para compensar en el corto plazo esta pérdida. Pocos recursos son más importantes que el suelo para la agricultura.

El objetivo último de la agricultura es producir los alimentos y las fibras que la humanidad demanda. Esta actividad, sin embargo, debe ser congruente con la necesidad de mantener la calidad de los recursos naturales (caso específico de el suelo), a largo plazo, puesto que la tecnología actualmente empleada ha provocado desequilibrios que amenazan la capacidad de producción del suelo.

En el cuadro numero (3), se resumen las características mas favorables del suelo y altitud para el cultivo del nopal.

Cuadro 3.

Características Edáficas y de Altitud Para el Nopal.

CONDICIONES	OBSERVACIONES	
SUELOS	Preferentemente de origen calcáreo.	Recomendados, aunque puede desarrollar en suelos de otro origen
TEXTURA	Franco, Franco-arenoso, Franco-arcilloso-Arenoso, arena franca.	Ya que las texturas arcillosas no son adecuadas, debido al fenómeno de contracción y expansión que sufren las arcillas.
PROFUNDIDAD	10 – 25 cm. o más profundos	Con estrato calcáreo, buen drenaje y rápida permeabilidad.
DRENAJE PERMEABILIDAD	Bueno	En caso de suelos profundos y de textura franco-arenosa.
PH	6.0 – 8.5	
PENDIENTE	3 – 15 %	En el caso de conservación de suelos, la pendiente puede ser mayor.
ALTITUD	80 – 1800 msnm	Es el intervalo óptimo se ha encontrado que este factor no tiene mayor influencia.

(Bautista , 1982.)

2.2.2. Características Climáticas.

Los requerimientos climáticos son especiales para cada cultivo, por su forma, intensidad y periodo de retorno. Hay ocasiones donde ni el análisis de los datos medios de los elementos climáticos (temperatura, precipitación, vientos, heladas, etc.), ni los mensuales, indican cuáles son los periodos de las fases del cultivo durante el año, sin embargo, para establecer una relación directa clima – cultivo – suelo, se deben tomar en cuenta los elementos climáticos (precipitación y temperatura principalmente), así como el desarrollo fenológico del cultivo y las condiciones edáficas del suelo.

2.2.2.1. Precipitación.

Las *opuntias* tienen un escaso requerimiento de agua para sus funciones metabólicas, el óptimo desarrollo fructúa de los 116 a los 1,800 mm de precipitación pluvial anual, en caso de ser mayores a 1,800 mm, la planta de nopal se ve afectada y el suelo le ocasiona incidencia de patógenos (hongos y bacterias), que originan pudriciones, clorosis, y en general deficiente desarrollo vegetativo.

2.2.2.2. Temperatura.

Los factores principales que determinan el régimen térmico son: altitud y latitud.

Debido a que las zonas áridas y semiáridas presentan variabilidad en cuanto al régimen térmico, se recomienda que para el establecimiento de un cultivo de nopal se debe tener presente la temperatura media anual, y la máxima y mínima extremas, con la finalidad de definir un patrón de fluctuaciones y delimitar las zonas o áreas más apropiadas.

La temperatura tiene influencia en la fructificación, pero se desconocen los niveles que inhiben el desarrollo, crecimiento, y floración de la planta; sin embargo, de acuerdo a observaciones

realizadas en plantaciones de diferentes edades, manejo, localización y la comparación de datos obtenidos en estaciones meteorológicas locales, se considera que el rango óptimo de temperaturas para el desarrollo de *Opuntia ficus indica*. es de 10°C hasta 35°C, sin descartar que soporta temperaturas menores de este óptimo establecido.

En concreto podemos decir que, temperaturas por debajo de 10°C, afectan el desarrollo del cultivo si se presentan con mayor frecuencia y período de retorno muy cortos, ocasionando quemaduras en los brotes tiernos e inhibiendo su desarrollo. Debido a que esta planta tiene un alto contenido de agua, las bajas temperaturas ocasionan que ésta se congele, provocando ruptura de tejidos y daños a nivel celular; también ocasionan retraso en el período vegetativo.

2.2.2.3. Heladas.

Las heladas representan el elemento climático limitativo para el desarrollo vegetativo, debido a que están íntimamente relacionadas con las bajas temperaturas, por lo que es importante considerar que si éstas se presentan con frecuencia y período de retorno cortos, ocasionan quemaduras y malformaciones de los brotes.

2.2.2.3. Granizo.

Su acción en el cultivo del nopal es mecánico: al precipitarse adquiere grandes velocidades por lo que su impacto en los órganos vegetativos o estructuras reproductivas les ocasiona rupturas, quemaduras o desprendimientos.

En el cuadro 4 se muestran las características climáticas mas adecuadas para la planta del nopal.

Cuadro 4.

Características Climáticas para el Cultivo del Nopal.

CONDICIONES FAVORABLES	OBSERVACIONES
Temperatura media anual: 15 – 16° C.	El óptimo para el buen desarrollo y fructificación de la planta, se encuentra dentro de estos límites, aunque también puede prosperar en los extremos de éstos.
Temperatura máxima: 36° C	El nopal puede desarrollar a temperaturas más altas, pero no se tienen datos de éstas, relacionados con la producción.
Temperatura mínima: 6 ° C	Las bajas temperaturas, para no afectar al cultivo deben tener un amplio periodo de retorno.
Precipitación media anual: 116 – 1800 mm.	El nopal puede prosperar arriba de 1800 mm, pero se presentan problemas de enfermedades fungosas y pudriciones bacterianas.

(De La Rosa, 1998.)

2.3. Proceso Agrícola de Producción de Nopal para Verdura.

El nopal de verdura como cultivo se desarrolla bajo dos sistemas de manejo: a cielo abierto y en microtúnel.

2.3.1. Sistema a Cielo Abierto.

El cultivo de nopal para verdura al aire libre tiene muchas limitaciones; en primer lugar, las heladas no permiten la producción en los meses en que el mercado ofrece precios más altos; pero también tiene la ventaja de que el establecimiento es más barato que el de microtúneles.

Existen muchos criterios en cuanto a la cantidad de plantas por hectárea, se encuentran plantaciones con densidades de 40,000 plantas/ha; en este caso se deja un metro de distancia entre surcos y 25 cm. entre plantas, Cultivos con mejores propiedades para el manejo son a 1.25 ó 1.50 m entre hileras y 40 cm. entre plantas.

Ya que todo el desarrollo del sistema a cielo abierto tiene un manejo igual al sistema de microtúnel, tomaremos todas las actividades de este último como propias a excepción de la instalación y manejo del microtúnel.

2.3.2. Sistema Bajo Microtúnel.

El nopal de verdura es un cultivo que en la región central del país puede producir durante todas las estaciones del año, pero en el sistema de manejo a cielo abierto tiene como causa limitativa principal las bajas temperaturas del periodo invernal, además de la falta de humedad.

Con la finalidad de obtener una producción continua durante el año se ha diseñado, una forma sencilla y poco costosa de evitar el efecto de las heladas en el cultivo del nopal de verdura, denominada bajo microtúneles, con los cuales puede darse un uso intensivo al

suelo, y hacer más costoso la aplicación de riego en la época de sequía.

2.3.3. Labores Agrícolas de Producción para Nopal para Verdura.

2.3.3.1. Preparación del Terreno.

La preparación del suelo es una actividad agrícola que juega un papel muy importante en el desarrollo y crecimiento de los cultivos.

En el nopal de verdura bajo microtúneles, es aún más importante, porque una vez establecida la plantación no se puede remover el suelo del lugar donde quedan establecidas las plantas, dada la alta densidad de plantación; por lo tanto el suelo debe quedar muy bien preparado desde el inicio.

2.3.3.1.1. Barbecho.

Roturar y voltear el terreno para el control de plagas y malezas, para mayor penetración de las raíces y aumentar su ámbito de explotación nutrimental, por lo cual debe hacerse a una profundidad mínima de 35 cm.

2.3.3.1.2. Rastreo.

Llevar a cabo un rastreo cruzado para dejar el suelo bien mullido, y la penetración del agua sea más uniforme y favorable.

2.3.3.1.3. Desinfección del Suelo y Abono.

Al tratarse de una plantación que durará en producción, mínimo de 2 ó 3 años, es conveniente una desinfección del suelo para control de insectos y nemátodos del mismo; dicha desinfección se puede llevar a cabo con insecticidas y nematicidas, tales que no dejen residuos en la cosecha que pudieran significar algún peligro para la salud de los consumidores.

2.3.3.1.4. Aplicación de Abono.

Cuando se aplica abono orgánico (estiércol de ganado) que procede de corrales, se corre el riesgo de que esté contaminado con huevecillos de insectos del suelo, nemátodos, ácaros, etc.; los mas perjudiciales en este caso son los insectos del suelo, como la gallina ciega, *Phyllophaga spp.*, y el gusano de alambre, *Diabrotica spp.*, que perjudican a la planta alimentándose del sistema radicular, causando marchites, y disminución de la producción, incluso en casos de ataque severos, la muerte de la planta. Por esta razón se hace necesaria la desinfección del estiércol con algún producto, que se mencionará mas adelante.

Es recomendable la aplicación de 50 viajes de estiércol semiseco por hectárea. Considerando que un camión de volteo con caja de 6 m³, transporta 7 toneladas en promedio, a cada hectárea se le aplicarían 350 toneladas. Tal vez parezca exagerada la cantidad de abono utilizada, pero esto se hace comprensible cuando vemos que se trata de una explotación intensiva y por este motivo tiene altos requerimientos nutricionales, que en parte son aportados por el estiércol, además de otros procesos físicos, químicos y biológicos que favorecen el cultivo.

Para que la incorporación de este abono sea más barata debe distribuirse en toda la superficie de manera uniforme, antes del barbecho y rastreo, a fin de que cuando se hagan estas actividades, el abono quede completamente incorporado al suelo. La aplicación de abono orgánico posterior a la plantación es también necesaria; pero al haber ya una parte incorporada al suelo podemos reducir esta cantidad a una capa de 5 a 8 cm. en la superficie útil del microtúnel, con la finalidad principal de conservar la humedad. Esta capa significa aproximadamente 50 toneladas por hectárea.

2.3.3.2. Selección de Material Vegetativo.

La verdura de nopal se obtiene a partir de los brotes tiernos de la mayoría de las especies de nopal, cultivadas o silvestres, aunque existen especies y variedades que bajo cultivo ofrecen características que las hacen más deseables, tal es el caso de *Opuntia ficus indica*. Esta especie presenta muy pocas espinas y en algunos casos hay ausencia total de ellas.

En las variedades mejoradas de esta especie se ha logrado reducir la acidez, mucílago, y espinas, haciéndolas más aceptables en el mercado. La mas comercial es la *Italiana*.

La huerta de donde se piensa obtener el material vegetativo debe reflejar un buen manejo, que es básico para obtener pencas con la sanidad y calidad adecuadas.

El material para reproducción debe provenir de huertos sanos que se localicen lo más cerca posible del lugar donde se establecerá la nueva plantación. Se recomienda no maltratar las pencas para evitar daños mecánicos que provoquen pudriciones posteriores a la plantación.

La penca debe presentar buenas características para ser seleccionada como material de propagación:

- Buen vigor
- Libre de plagas y enfermedades.
- Que no presente malformaciones físicas
- Que tenga de 6 meses a 1 año de edad.
- Que tenga como mínimo 30 cm. de largo por 20 cm. de ancho.
- Que sean plantas de buen grosor y succulencia
- Que presenten el corte en la parte de unión de la planta madre.

2.3.3.2.1. Formas de Reproducción.

2.3.3.2.1.1. Reproducción Sexual o por Semilla.

Las plantas obtenidas por reproducción sexual tardan más tiempo en iniciar la producción, y además resultan heterogéneas en muchas de sus características, por proceder de polinización cruzada, lo cual tiene importancia para los trabajos de mejoramiento genético.

2.3.3.2.1.1. Reproducción Asexual o Vegetativa.

Esta forma resulta más ventajosa, desde el punto de vista comercial, debido a que se conservan las características fenológicas de la planta madre. Las plantas obtenidas por este método producen más rápidamente. Se realiza con pencas enteras o de fracciones mínimas.

2.3.3.2.2. Tratamiento del Material vegetativo.

Una vez cortado el material vegetativo seleccionado se procede a su desinfección con caldo bordelés al 2 % (2-2-100), de cal, sulfato de cobre tribásico, y agua, y luego se pone a la sombra durante un periodo de 15 a 20 días para oreamiento y cicatrización, acomodando las pencas de canto en suelo y recargándolas unas con otras para evitar que se maltraten por efecto de presión que soportarían si se acomodan en perchas verticales. Este acomodamiento y oreamiento se puede hacer en la huerta de procedencia o donde se va hacer la plantación; pero antes de plantar el material se debe tener cuidado de que también se le dan de 5 a 10 días de oreamiento ya tendido en el terreno a plantar.

2.3.3.3. Plantación.

En el sistema de cultivo de microtúnel, la densidad más recomendable es de 16 plantas por metro cuadrado, plantadas a una distancia de 0.25 m. Entre sí, sobre el surco y de 0.25 m. entre surcos, distribuidas a tres bolillo, con la finalidad de que cada planta tenga espacio suficiente para 2 ó 3 raquetas productoras de nopalitos, y de este modo prolongar la vida productiva de la planta e incrementar la producción. Cuando se trata de plantaciones aún más intensivas, lo que generalmente se hace es producir solamente en la penca que se planta, pero, con el diseño que aquí se recomienda es posible dejarle a la planta madre 2 ó 3 raquetas productoras después de un año o año y medio, para que el aprovechamiento de la primera raqueta sea intensivo.

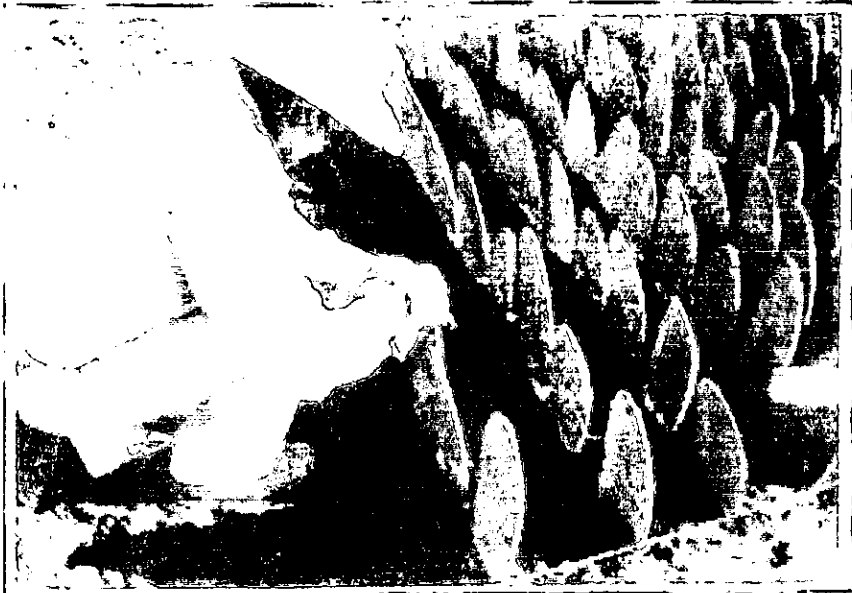
La profundidad de la penca a la plantación es importante ya que considerando una relación de la parte aérea y enterrada de la penca nos debe dar como resultado un perfecto enraizamiento y una superficie con un mayor espacio para brotes y aumentar el rendimiento, por lo tanto se recomienda plantar a una profundidad de 15 cm.

2.3.3.3.1. Época de Plantación.

La mejor época de plantación comprende los meses de febrero, marzo, abril y mayo, ya que después de iniciada la temporada normal de lluvias puede haber problemas de pudrición, debido al exceso de humedad del suelo, sobre todo si no existe un buen manejo del material vegetativo. Algunos autores recomiendan plantar durante los meses de agosto y septiembre (sequía intraestival).

Figura 1.

Plantación del Nopal para Verdura.



2.3.3.3.2. Orientación de los Cladodios en la Plantación.

La orientación de los cladodios del nopal en la plantación es muy importante ya que de la incidencia solar depende gran parte del desarrollo del cultivo. Al ser este un cultivo intensivo, la planta esta en un constante desarrollo durante todas las épocas del año, se le aporta protección en invierno contra las bajas temperaturas, se aporta una fertilización adecuada para que no falte nutrimentos, y se le aporta agua para que los nutrimentos tengan el medio para ser aprovechados por la planta.

El factor luz puede limitar la producción por lo que se recomienda que las pencas tengan la mayor superficie expuesta al sol, lo cual significa que las caras de los cladodios deben estar expuestas al oriente y occidente, además de plantar en tres bolillo para su mejor distribución y mayor incidencia de luz solar, esto puede ser independiente al trazo del microtúnel.

2.3.3.3.3. Diseño de Plantación del Nopal para Verdura Bajo Microtúnel.

Los microtúneles deben medir 2.00 m. de ancho, dentro de los cuales la anchura útil es de 1.5 m., con la finalidad de que en la época de heladas el polietileno quede separado 0.25 m. de las plantas del primer surco de cada orilla, ya que si quedan muy cerca su acción protectora disminuye y las plantas pueden llegar a helarse. La longitud de los microtúneles solo está limitada por la longitud comercial de los plásticos.

La distribución de microtúneles, considerado una hectárea de terreno de forma regular, de 100 m. por lado, quedaría del siguiente modo:

Es necesario dejar un camino de 5 m. a la mitad de la superficie, para actividades de manejo (aplicación de abono, cosecha.), de este modo quedarían 66 microtúneles; es decir, 33 de 50 m. y 33 de 43 m. de largo, considerando una separación de microtúneles de un metro de ancho y en la periferia del terreno, excepto en el frente, que es de 22 m. y se usa también como calle.

La superficie útil de cada microtúnel de 50 m. de longitud es de 1.5 x 50 m., es decir, de 75.00 m²; de esta manera, 33 microtúneles de 50 m. de largo tiene una superficie útil de 2,475 m² y un microtúnel de 43 m. de longitud tiene una superficie útil de 43 m. x 1.5 m., esto es, 64.5 m²; por lo tanto, 33 de estos microtúneles tienen en conjunto 2,128.5 m² útiles y una población de 73,656 plantas. La altura del microtúnel debe ser de 1.50 m.

Diseño de Plantación del Nopal para Verdura en Sistema Bajo Microtúnel.

- * 33 microtúneles de 50.0 m. de longitud.
- * 33 microtúneles de 43.0 m. de longitud.
- * Altura de microtúneles, 1.5 m.
- * Anchura total de microtúneles, 2.0 m.
- * Anchura útil de microtúneles. 1.5 m.
- * Superficie total bajo microtúneles, 6,168. m. cuadrados.
- * Superficie útil, 4,168. m. cuadrados.
- * Densidad de población 16, plantas x m. cuadrado.
- * Cantidad de plantas por hectárea, 73,656. plantas.

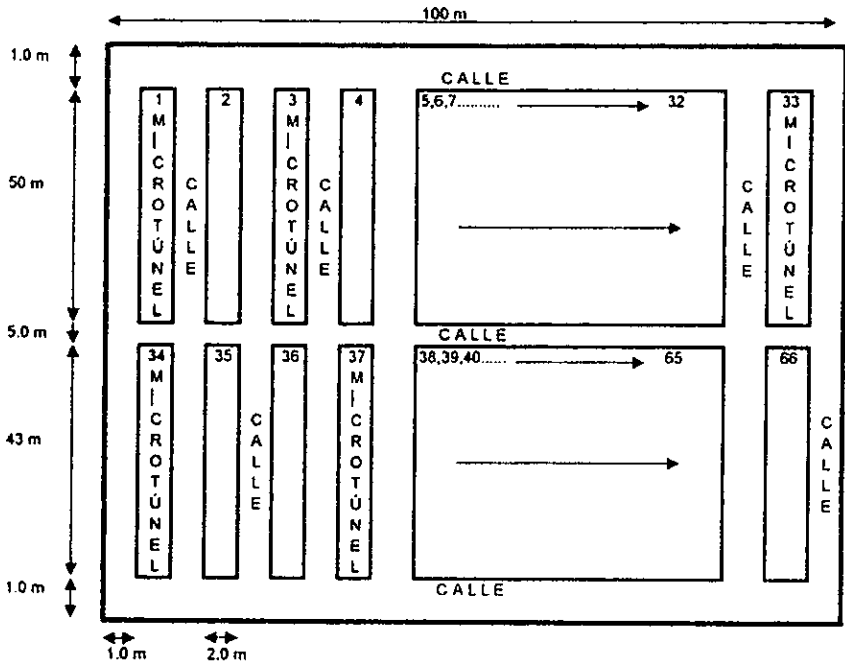
En el cuadro 5 se muestra el diseño de plantación para nopal para verdura en microtúnel en 1 Ha.

Material a utilizar:

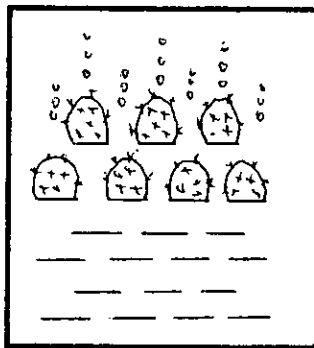
- * Alambión o varilla lisa de $\frac{1}{4}$ de pulgada. Este material servirá para hacer los arcos que sostendrán al polietileno, (4,500.00 m lineales).
- * Polietileno calibre 600. Este material servirá de protección contra heladas en la época invernal,(3,200.00 m lineales por 4 m de ancho).
- * Hilo de rafia. Hilo hecho a base de polietileno para amarres no áspero y muy resistente,(10 bobinas de 1500m o 1 kg.)

Cuadro 5.

Diseño de Plantación del Nopal para Verdura en Microtúnel.

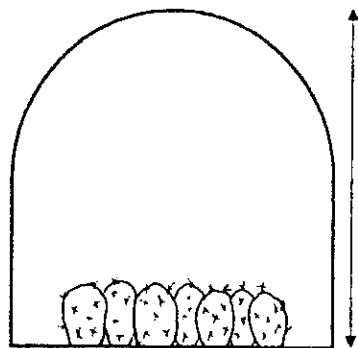


DISTRIBUCION DE MICROTÚNELES EN 1HA



1.5 m
LIMITE DE PLANTACION

2.0 m
LIMITE DE MICROTUNEL



1.5 m
2.0 m

ACOTACION DEL MICROTUNEL

SISTEMA DE PLANTACION

2.3.3.4. Fertilización y Abonado

El nopal responde bien a la aplicación de abono orgánico; sin embargo, tomando en cuenta que se trata de una explotación intensiva se considera conveniente la aplicación de 2 toneladas de urea o 4 toneladas de sulfato de amonio al año por hectárea, en dos aplicaciones, con el objeto de ayudar al crecimiento vegetativo de la planta.

La fertilización se debe canalizar a las plantas y no al suelo, esto es un concepto de aprovechamiento de los fertilizantes, un detalle importante es la aplicación en banda, a cada lado de las hileras de las plantas, y con el mayor número de dosificaciones justificables para aumentar la eficacia.

El exceso de ciertos fertilizantes adicionales al suelo provocan problemas de contaminación. Los fertilizantes químicos se deben aplicar al suelo para completar el suministro de ciertos elementos que son esenciales para el crecimiento de las plantas y que no pueda proporcionar en forma natural.

La eficiencia del fertilizante se debe considerar puesto que no todo el nutrimento contenido en el insumo aplicado es absorbido por la planta.

Desde el punto de vista de protección del ambiente, la eficiencia del fertilizante es quizás el que requiera mayor atención y son escasos los estudios sobre el tema particularmente en México.

La eficiencia de uso es una función directa del tipo de sistema radicular de los cultivos, de la forma y oportunidad de la aplicación y de la movilidad de la fuente, lo importante es que no abandone la zona de las raíces de los cultivos, ya que estando el fertilizante en estas zona y en las dosis recomendadas, y además realizarlo en el mayor número de aplicaciones para optimizar el recurso durante todo el año, nos brindara el mejor resultado.

2.3.3.5. Riego.

El nopal para verdura puede producir continuamente durante todas las estaciones del año, siempre y cuando se le proporcionen condiciones favorables de humedad, fertilidad y temperatura; para esto es necesario irrigarlo en el período de sequía, que es de octubre a mayo.

A pesar de que no se cuenta con datos reportados en lo que se refiere a uso consuntivo, lámina y frecuencia de riego, es posible hacer recomendaciones al respecto con base en la experiencia práctica primordialmente en la zona productora de Milpa Alta, Distrito Federal.

Existen reportes que con un riego de 3 litros de agua por metro cuadrado cada mes es suficiente para obtener una buena producción. Otro dato nos muestra un riego de 4 a 8 litros de agua por metro cuadrado cada 15 días, dependiendo de la textura del suelo, ya que en suelos franco arenosos y arenas francas, la filtración es bastante rápida y se requiere, por tanto, mayor cantidad de agua; esta recomendación también incluye la aplicación de abono orgánico, que favorece la conservación de humedad. (Bautista, 1982.)

Recomendaciones para el riego:

- * Frecuencia de riego: cada 15 días.
- * Intensidad de riego: 4 a 8 litros / m².

Tipos de riego.- Depende de la superficie y la disponibilidad de agua. Si se trata sólo de unos cuantos micro túneles y se dispone de poco agua, la manera más conveniente de regar es una regadera manual; pero si se trata de una superficie grande (una hectárea o más) y se dispone de agua rodada, lo conveniente es llevar a cabo el riego por rodamiento o gravedad, considerando que se trata de un terreno plano.

2.3.3.6. Daños y Control de Plagas y Enfermedades del Nopal.

Todas las plantas cultivadas enfrentan problemas de tipo fitosanitario, causado por diferentes organismos, tales como insectos, ácaros, nematodos, roedores, hongos, bacterias, virus, etc.. El cultivo del nopal también es susceptible al ataque de diversos fitoparásitos.

2.3.3.6.1. Plagas del Nopal.

Los insecticidas son la primera línea de defensa contra plagas de insectos; pero se debe considerar que no están exentos de limitaciones, sobre todo por la resistencia que los insectos pueden tener o desarrollar a esos productos.

A continuación se mencionan las principales plagas, el daño que ocasionan en el cultivo y su control, (cuadro 6 y 7).

Cuadro 6.

Daños y Control de las Principales Plagas del Nopal.

PLAGA	DAÑO	CONTROL
Picudo barrenador <i>Cactophagus spinolae, Gyll.</i>	La larva se alimenta de el tejido interno de la planta, forma galerías color amarillo a negro	Destruirlo mecánicamente, extraer la larva y pupa, con un cuchillo. Control químico.
Picudo de las espinas <i>Cilindrocapturus biradistus, Champ.</i>	La larva se alimenta de tejido de la base de las espinas, produce gomosis cerosa, cintas blancas a negras con el tiempo.	Eliminar las penas afectadas. Control químico.

Cuadro 7.

Productos Recomendados para el Control de las Principales Plagas del Nopal.

PLAGA	PRODUCTO	DOSIS	PLAZO	PERIODO
				A cosecha
Picudo barrenador	Azinfos metílico	1-1.5/200 L de agua	7 días	Mayo a sep.
	Endosulfán	1-2/200 L	3 días	
	Malatión	1-1.5/200 L	1 día	
	Folidol	1-1.5/200 L	15 días	
Picudo de las espinas	Folidol	1-1.5/200 L de agua	15 días	Abril-mayo
Gusano blanco del nopal	Azinfos metílico	1-1.5/200 L de agua	7 días	Mayo a Junio
	Malatión	1-1.5/200 L	1 día	
	Folidol	1-1.5/200 L	15 días	
Gusano cebra	Carbarin	0.2-0.4/200	7 días	Enero a mayo
	Endrín	0.25-0.3/200	45 días	
	Malatión	1-1.5/200 L	1 día	
Cochinilla o Grana	Folidol	1-1.5/200 L	15 días	Cuando esté presente.
	Malatión	1-1.5/200 L	1 día	
Chinche Gris	Folidol	1-1.5/200 L	15 días	Julio a agosto
	Malation	1-1.5/200 L	1 día	
Gallina ciega	Carbofurán granulado	20-25 gr./ cepa		Al momento de abonar o antes de plantar.
	Diazinón granulado	15-20 gr./ cepa		
	Diafonate	30 gr. /		
	Granulado	cepa		
	Heptacloro En polvo	50-60 gr./ cepa		
Gusano de alambre	Triclorfón en polvo	60-70 gr./ cepa		Igual al anterior.

Trips del nopal	Paratión etílico	0.3-0.4/200 L de agua	14 días	Febrero a junio
	Malatión	0.4-0.6/200	1 día	
Chinche Roja	Folidol	1-1.5/200 L	14 días	
	Malatión	1-1.5/200 L	1 día	

(De La Rosa, 1998.)

2.3.3.6.2. Enfermedades del Nopal.

Las plantas se mantienen sanas cuando llevan a cabo sus funciones hasta donde les permita normalmente su potencial genético, comprendiendo la división celular, diferenciación, absorción de agua, fotosíntesis, reproducción, etc.

Los vegetales se encuentran enfermos cuando una o varias de sus funciones son alteradas por patógenos, condiciones del medio ambiente o bien por la combinación de ambos. En el cuadro 8. se encuentran las principales enfermedades, síntomas y método de control.

Cuadro 8.

Daño y Control de las Principales Enfermedades del Nopal.

ENFERMEDAD	SÍNTOMA	CONTROL
Mancha bacteriana	Manchas amarillas a café, consistencia blanda, olor desagradable.	Captán 1-1.5 kg./ 400-500 L de agua Arazán-75 30-45 gr./ Planta.
Mancha o secamiento de la penca	Manchas cloróticas con centro y margen oscuros.	Captán 1-1.5 kg./ 400-500 L de agua, Arazán-75, igual ant.
Antracnosis	Pencas color café con tono rojo, del borde a la base de la penca.	Control químico anterior.
Pudrición de la epidermis	Pudrición de pencas, manchas hundidas, oscuras, ampollas.	Control anterior
Oro del nopal	En la base de espinas, manchas amarillas, avanzan a la base.	Control anterior.

(De La Rosa, 1998.)

2.3.3.7. Control de Malezas.

La maleza compite con el cultivo por espacio, luz y nutrientes; dificultan el manejo general de la planta cultivada, y muchas de ellas son hospederas de algunas plagas y enfermedades. Por estas razones es recomendable mantener el cultivo libre de malas hierbas. El control mas común es, utilizando azadón o alguna otra herramienta adecuada. Con esta práctica se pretende que el cultivo ya establecido se mantenga libre de hierbas durante todo el año, sin embargo por el costo que representa este trabajo sólo se recomienda realizar 2 ó 3 deshierbes al año durante la época de mayor incidencia, que es la temporada de lluvias.

2.3.3.8. Podas.

Las podas se realizan con la finalidad de dar buena forma a las plantas y para facilitar el manejo del huerto, evitando el estrechamiento de las calles para facilitar el acceso al interior; además de que, con las podas, se estimula la brotación de renuevos.

Es aconsejable eliminar aquellos cladodios que se localizan en posición y ángulos inadecuados a la iluminación solar, así como los que se encuentren muy juntos o en la base del tallo, dejando, para que la planta siga creciendo, aquellos que presentan buen vigor, sanidad y libre de plagas y enfermedades.

2.3.3.8.1. Poda de Formación.

Consiste en dar a la planta la forma conveniente para facilitar el manejo, quitando las pencas que se encuentran muy juntas, las mal orientadas, las que van hacia abajo o están sobre el suelo.

2.3.3.8.2. Poda de Sanidad.

Consiste en eliminar aquellas pencas que presentan mal formaciones y daños fuertes por plagas y enfermedades. Se realiza al mismo tiempo que la poda de formación por lo cual se consideran una sola labor.

2.3.3.8.3. Poda de Rejuvenecimiento.

Cuando una huerta de nopal para producción de verdura ha alcanzado sus más altas producciones a través de los años (15 ó 20), dependiendo esto del manejo proporcionado, llega el momento en que la producción empieza a decaer por agotamiento de las yemas vegetativas; cabe aclarar que el agotamiento de las yemas empieza de la parte superior de la penca hacia la base, siendo éste el principal factor responsable de la baja en la producción, además, de la edad de

la planta, por lo que en este caso presentan dos alternativas para continuar el aprovechamiento de la huerta.

Eliminación total de la plantación vieja, porque su productividad ya es muy baja debido a su edad, y en su lugar se establece una nueva.

Realizar una poda de rejuvenecimiento, que consiste en eliminar casi toda la parte aérea de la planta vieja, dejando exclusivamente los 40-45 cm inferiores del tronco, para empezar de ahí una nueva formación de la planta.

2.3.3.8.4. Poda de Estimulación de Renuevos.

Es conveniente aplicar este tipo de poda. De hecho, todos los productores la aplican cuando en la época en que el precio de los nopalitos es muy bajo, dejan que sus huertas se empenquen y cuando empieza a mejorar el precio, aproximadamente en el mes de agosto, quitan el exceso de pencas, dejando únicamente aquellas en las que esperan tener producción; así a los 20 días o un mes de haber realizado esta práctica, la plantación empieza a emitir una gran cantidad de brotes (8-15 nopalitos por penca productiva), como efecto a esta poda.

Conforme se deja desarrollar un número mayor de brotes de la primera emisión y luego se eliminan, las producciones subsecuentes de brotes son más elevadas.

La eliminación se hace cuando el cladodio alcanza un tamaño de 22 a 28 cm. de largo por 14-18 cm. de ancho, de esta manera se estimula una mayor brotación.

Para facilitar la cosecha, mediante la poda se busca mantener una altura no mayor de 1.6 m.(De La Rosa, 1998.).

2.3.3.9. Cosecha.

La mayor cantidad de producción se obtiene durante la época de mayor humedad y temperatura (mayo a septiembre), correspondiendo estos meses al periodo de lluvias. Sin embargo, el precio es más bajo durante este tiempo por la alta producción que hay en el mercado.

La cosecha se lleva a cabo cuando los brotes alcanzan un peso aproximado de 100 a 120 g. Cada uno, o miden de 10 a 15 cm. de largo, aunque no siempre se sigue este patrón de cosecha, pues el tamaño puede ser mayor o menor según los gustos del consumidor y las exigencias del mercado.

Para realizar el corte se usa un cuchillo bien afilado, se toma el nopalito con una mano mientras con la otra se realiza el corte, justo en la unión de la base entre penca madre y el brote, sin lastimar a una ni al otro. No se recomienda el corte manual, porque se pueden provocar heridas al desprender el nopalito, y ocasionar el inicio de alguna enfermedad. La cosecha debe realizarse por la mañana.

Una vez cortados, los nopalitos se colocan en canastos de carrizo tradicionales, o canastas aireadas para transportarse fuera de la huerta y formar pacas cilíndricas de aproximadamente 1.8 m. De altura, que contienen en promedio 3,000 nopalitos cada paca, en su defecto la paca se forma en una arpilla de polipropileno descosida dentro de un barril de fierro, o tambo como molde y la altura se define de acuerdo al manejo.

No es recomendable quitar las espinas a los nopalitos, porque se afecta el estado fresco de la verdura, incluso su durabilidad se desmerita.

Si se desea producir brotes tiernos continuamente (durante todo el año), con cortes cada 8 ó 15 días, es necesario aplicar abono orgánico, fertilizante y riego cuando el cultivo lo requiera.

Con un buen manejo la producción se inicia entre el segundo y tercer mes después de efectuada la plantación, cosechando cada 8 ó 15 días una cantidad promedio de tres brotes por planta durante los primeros meses.

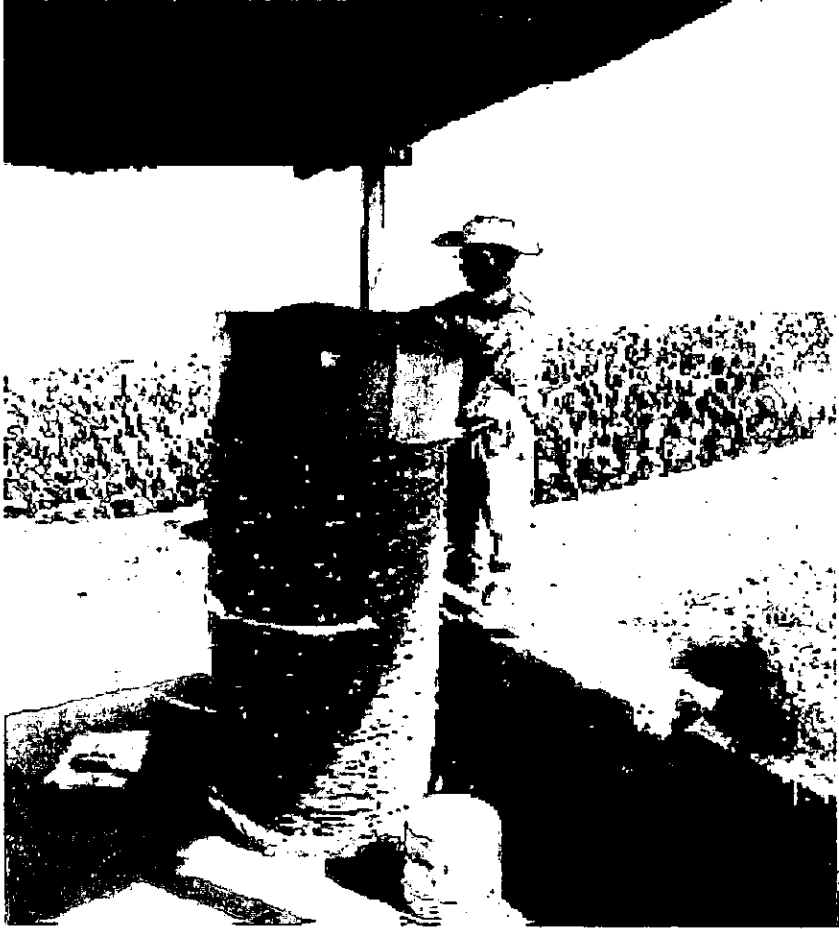
Figura 2.

Corte del Nopal en la Cosecha.



Figura 3.

Empaque del Nopal en la Cosecha.



2.4. Manejo del Microtúnel para la Producción del Nopal.

Antes del trazo de los camellones para micro túneles, es importante considerar la dirección predominante de los vientos, así como la orientación del microtúnel con respecto al sol, de tal manera que se esquive el impacto perpendicular de los vientos y se exponga la mayor superficie de las pencas al sol. Esta orientación es importante, porque los vientos pueden llegar a derribarlos o a romper los plásticos.

Es independiente que las pencas deberán estar orientadas con una cara hacia donde sale el sol y la otra hacia donde se oculta.

2.4.1. Instalación de Microtúnel.

Una vez trazados los camellones de 2 m de ancho, preparado el suelo, incorporado el abono orgánico y realizada la plantación, se procede a la instalación de los arcos, de acuerdo con las siguientes prácticas.

Colocar los arcos a 2 m de distancia entre sí, enterrando 30 cm cada extremo, hasta cubrir la longitud total.

Amarrar en serie, con hilo rafia, los arcos, de tal manera que queden fijos unos con otros mediante un amarre en la parte media superior del arco y uno más en cada costado, aproximadamente a la mitad de la distancia entre la superficie del suelo y la parte media superior del arco.

para proporcionar mayor fijeza al microtúnel, se deben sujetar los extremos de cada arco, con hilo de rafia, a una varilla con gancho clavada a 30 ó 40 cm en el suelo.

Colocar la cubierta de polietileno desenrollando los carretes a lo largo del mini-invernadero y cubriendo con el plástico la totalidad de los arcos.

Los arcos deben contar con un gancho en la base, junto a la superficie del suelo; de estos ganchos se procede a amarrar en x, por encima de la cubierta de plástico, el gancho de la base del primer arco con el base del lado contrario del segundo arco y al revés, hasta asegurar toda la cubierta de plástico. De este modo se deja instalado el invernadero.

2.4.2. Manejo del Microtúnel.

Los microtúneles son un medio de hacer que la producción de nopalitos sea continua durante todas las estaciones del año, y su objeto es proteger la planta contra las heladas en la época de invierno; por eso, su uso será limitado al periodo octubre – marzo; después puede retirarse completamente el polietileno, dado que no hay riesgo de heladas.

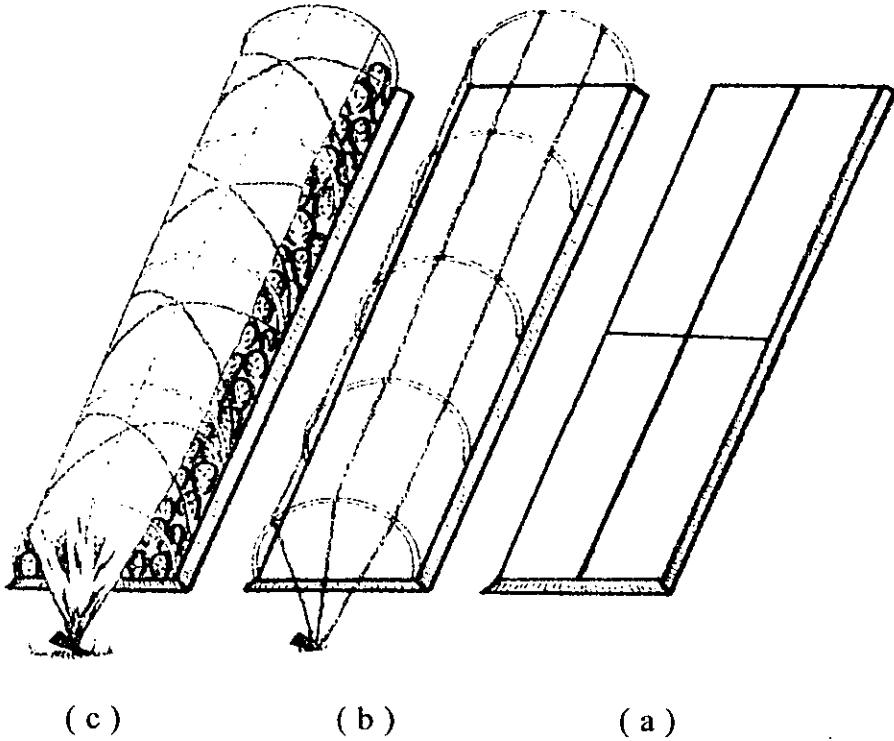
También es necesario señalar que durante el día, en el interior del microtúnel se pueden alcanzar temperaturas de 50 y hasta 70 grados centígrados, lo cual evidentemente perjudica el desarrollo de la planta, ya que cuando la temperatura es muy elevada los brotes se queman, incluso cuando no es tan alta de todas maneras su crecimiento es deforme, pues crecen demasiado alongados.

Por esta razón se deberá realizar esta actividad en la plantación durante el día, subiendo los plásticos a la parte superior de la estructura del microtúnel para dejar que el aire circule libremente y las plantas estén a la temperatura ambiental.

Esta práctica debe realizarse diariamente, de manera que los micro túneles no se encuentren cubiertos más tarde de 8 ó 9 de la mañana; por la tarde, la cubierta debe colocarse de nuevo entre las 18 y 19 horas. Así se tendrá un crecimiento normal de las plantas.

Figura 4.

Esquema del Sistema Bajo Microtunel.



- a) Preparación de la cama de siembra.
- b) Distribución de arcos y amarres.
- c) Plantación del nopal y colocación del plástico.

1.1.1. PRODUCCIÓN DE NOPAL PARA VERDURA EN CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO.

3.1. Características de la Zona.

3.1.1. Descripción del Lugar.

El municipio de Cuautitlán se encuentra ubicado en el Valle de México, región donde se localiza la principal concentración demográfica de la República Mexicana.

3.1.1.1. Ubicación.

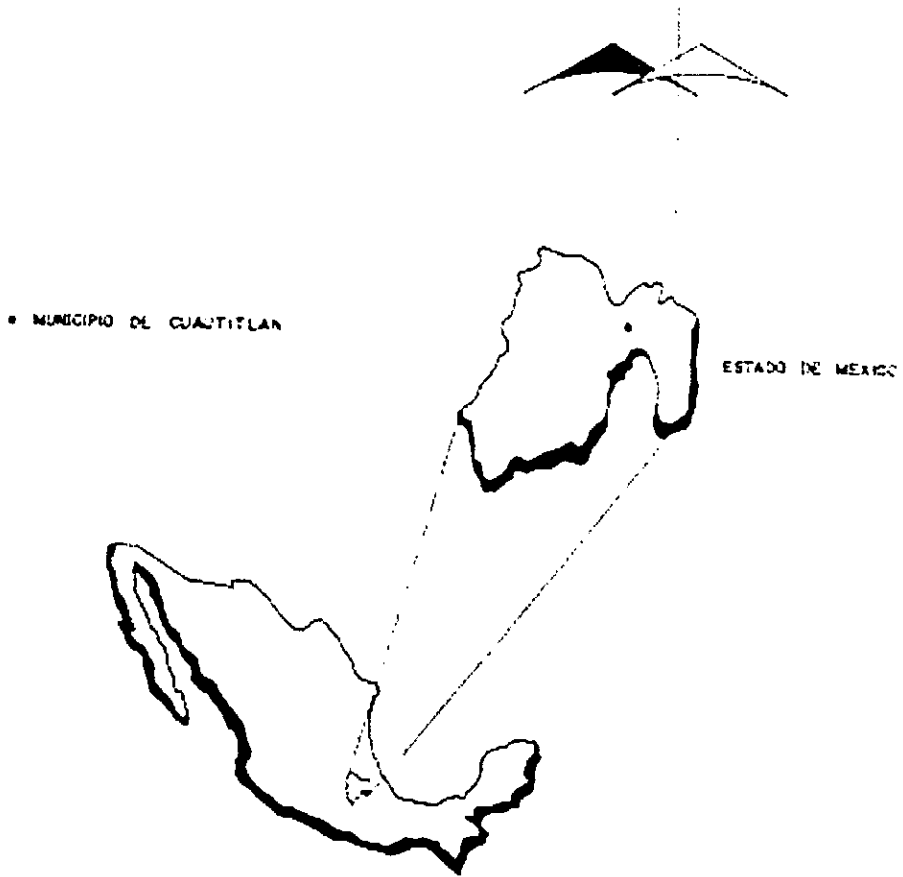
El Municipio de Cuautitlán está situado dentro de la provincia geológica del eje Neovolcánico, donde las elevaciones que se pueden observar al Suroeste y Oeste del Municipio forman parte de las estribaciones de las sierras del Monte Alto y Monte Bajo. Al Suroeste, la sierra de Guadalupe separa el Valle de Cuautitlán del Valle de Tlalnepantla.

De acuerdo con la regionalización económica del Estado de México 1993-99, el Municipio de Cuautitlán se localiza en la región II-1, Municipio número 24. Las colindancias son por el Norte, con el Municipio de Teoloyucan; por el Sur, con el Municipio de Tultitlan; por el Este, con el municipio de Melchor Ocampo; por el Sureste, con el Municipio de Tultepec; por el Noreste, con los Municipios de Nextlalpan y Zumpango; por el Noroeste con el Municipio de Tepotzotlan.

El Municipio de Cuautitlán se ubica entre los 19°38'33'' y 19°45'57'' de latitud Norte, entre los 99°07'05'' y 99°12'01'' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich; la altitud media del Municipio es de 2240 msnm, su extensión territorial es de 42.5 km².

Figura 5.

Localización del Municipio de Cuautitlán, Estado de México.



3.1.1.2. Relieve.

El relieve del Municipio en general es plano ya que la geoforma dominante es el valle, la pendiente natural del territorio es suave con un 0.1% en dirección Oeste – Este.

En lo que se refiere a micro-relieve, se puede observar una gran cantidad de canales de riego alrededor de las zonas agrícolas.

3.1.1.3. Hidrología.

El municipio se ubica en la región hidrológica número 26, en la cuenca D (Río Moctezuma), la sub-cuenca en la que queda incluido el municipio es la del río Cuautitlán, el cual tiene una superficie de captación de 544 km²

3.1.1.4. Clima.

En Cuautitlán, Estado de México, el clima según el sistema de Köppen modificado por García, corresponde a:

C(Wo)(W)b(i')

Esto indica como un clima templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano e invierno seco, menos de 5% de la precipitación anual, con verano largo y fresco, con poca oscilación de temperatura.

La temperatura media anual es de 14.8°C, con oscilación media mensual de 6.5°C; siendo Enero el mes más frío, con una temperatura promedio de 11.3°C, y junio el mes más caliente, con 18.3°C promedio.(Flores,1998.).

De acuerdo a los datos expuestos por la Estación Meteorológica Almaraz de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, (Flores, 1998) los resultados climáticos son en general:

- Precipitación concentrada en Verano del mes de Mayo a Octubre.
- Invierno seco.
- Probabilidad de lluvia Invernal menor de 5%.
- Precipitación promedio anual de 609.2 mm.
- Julio, el mes mas lluvioso.
- Febrero, el mes mas Seco.
- Presencia de Heladas de Octubre a Marzo, con 65 días promedio.
- Posible presencia de Heladas tempranas en Septiembre, y tardías en Mayo.
- La temperatura máxima promedio es de 26.5°C, en el mes de Abril.
- La temperatura mínima promedio es de 1.3°C, en el mes de Enero.
- El promedio de horas frío oscila entre 800 y 820 al año.

3.1.1.5.- Suelo.

Los materiales geológicos que se identifican en el sustrato de la mayor parte del municipio son aluviales del cuaternario que se distribuyen en el Valle de Cuautitlán, y se originaron a partir de depósitos de material ígneo derivado de las partes altas que circundan la zona.

Son suelos relativamente jóvenes, en proceso de desarrollo; presentando un perfil de apariencia homogénea en el que se aprecian fenómenos de iluviación o eluviación muy marcados, por lo que es difícil diferenciar horizontes de diagnóstico a simple vista. Son suelos profundos, con más de 1 metro de profundidad.

A lo largo de la extensión territorial del Valle de Cuautitlán hay un franco predominio de suelos Vertisoles Pélicos, (Vp). Son suelos con textura fina, arcillosa; suelos pesados, difíciles de manejar por ser plásticos y adhesivos cuando están húmedos y duros cuando se secan; forman grietas profundas cuando se secan y pueden ser impermeables al agua de riego o de lluvia.(Flores, 1998.)

3.1.2. Información Climática.

La información climática fue recopilada durante el periodo de 1990 a 1999, en la estación meteorológica "ALMARAZ", considerando datos diarios y mensuales de:

- TEMPERATURA MÁXIMA, MINIMA Y MEDIA.
- HUMEDAD RELATIVA MÁXIMA, MÍNIMA Y MEDIA.
- HELADAS.
- GRANIZO.
- PRECIPITACIÓN PLUVIAL.
- COMPORTAMIENTO DEL VIENTO.

3.1.2.1. Métodos Empleados.

Los métodos empleados para calcular las variables agroclimáticas fueron los siguientes:

- a) UNIDADES TERMICAS. (U.T.): MÉTODO RESIDUAL.
- b) EVAPOTRANSPIRACIÓN. (E.T.P.): THORNTHWAITE.
- c) ESTACIÓN DE CRECIMIENTO. MÉTODO DE LA FAO.
- d) PERÍODO LIBRE DE HELADAS. DA MOTA.

Para los fenómenos meteorológicos de Granizo y Comportamiento del Viento, se obtuvieron los valores promedio mensual de cada uno de ellos.

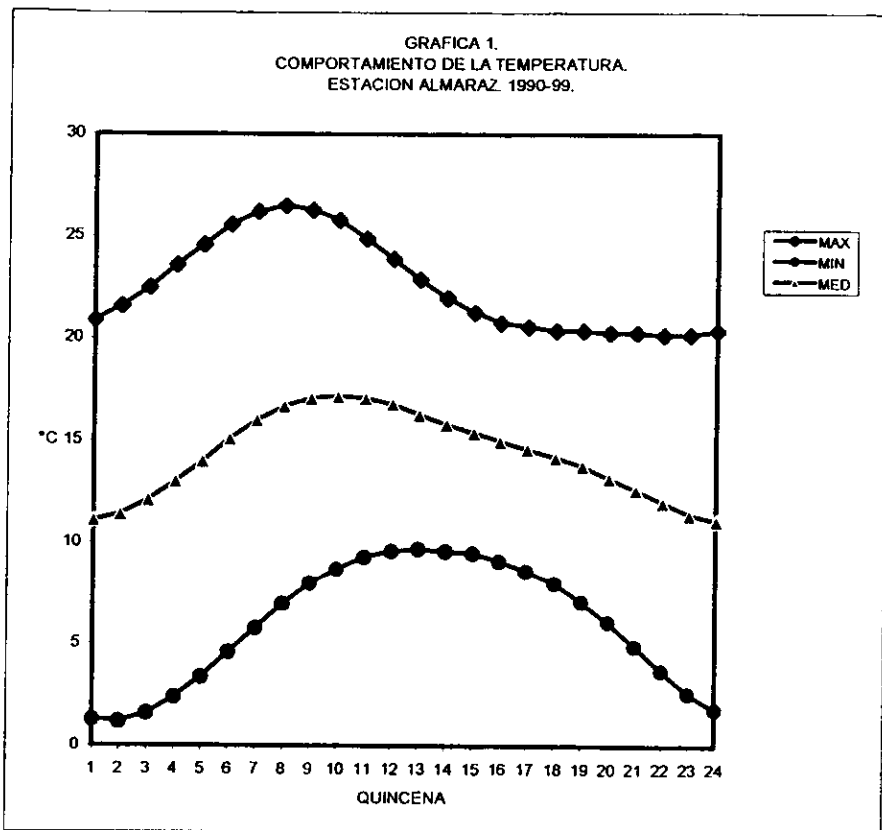
3.1.3. Variables Agroclimáticas.

3.1.3.1. Marcha Anual de Temperatura.

Se consideraron los valores promedio, máximos, mínimos y medios de cada quincena, y se muestran en el cuadro 9 y grafica 1.

Cuadro 9.
Temperatura Promedio Quincenal.(°C).
Estación Almaraz. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

QUINCENA	MINIMA	MEDIA	MÁXIMA
1	1.3	11.1	20.9
2	1.2	11.4	21.6
3	1.6	12.1	22.5
4	2.4	13.0	23.6
5	3.4	14.0	24.6
6	4.6	15.1	25.6
7	5.8	16.0	26.2
8	7.0	16.7	26.5
9	8.0	17.1	26.3
10	8.7	17.2	25.8
11	9.3	17.1	24.9
12	9.6	16.8	23.9
13	9.7	16.3	22.9
14	9.6	15.8	22.0
15	9.5	15.4	21.3
16	9.1	15.0	20.8
17	8.6	14.6	20.6
18	8.0	14.2	20.4
19	7.1	13.8	20.4
20	6.1	13.2	20.3
21	4.9	12.6	20.3
22	3.7	12.0	20.2
23	2.6	11.4	20.2
24	1.8	11.1	20.4



La temperatura media máxima en 1990-1999, fue de 26.5°C en el mes de Abril, la mínima media fue de 1.3°C en el mes de Enero, la temperatura media anual promedio es de 14.8°C, Marzo, Abril y Mayo los meses con temperaturas mas altas, Junio con temperaturas promedio mas altas de 18.3°C promedio.

3.1.3.2. Comportamiento de la Precipitación.

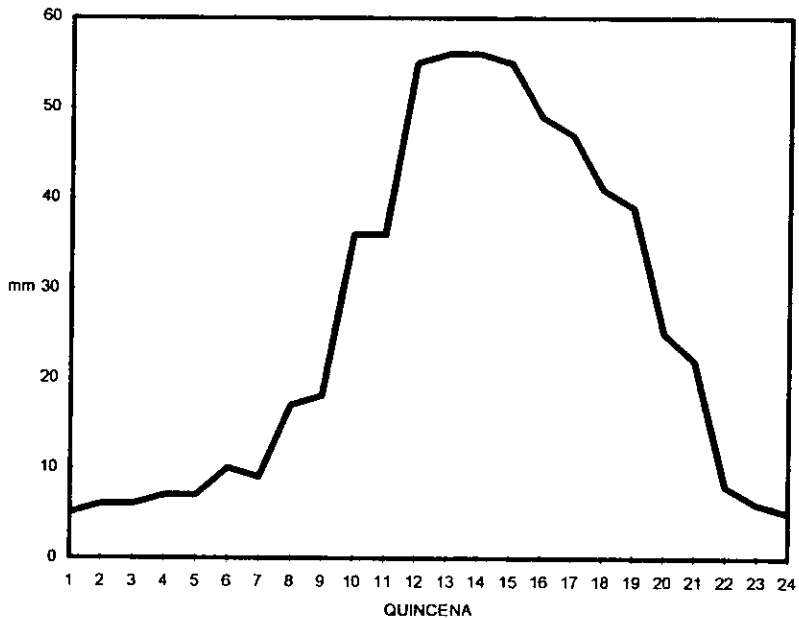
La relación de datos de precipitación tomados del pluviómetro se realizaron sumatorias y promedios quincenales, expresados en mm, y se muestran en el cuadro 10 y grafica 2.

Cuadro 10.

Precipitación Quincenal Acumulada y Promedio.(mm).
Estación Almaraz. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

QUINCENA	ACUMULADA	PROMEDIO
1	5	5
2	11	6
3	17	6
4	24	7
5	31	7
6	41	10
7	50	9
8	67	17
9	85	18
10	121	36
11	157	36
12	212	55
13	268	56
14	324	56
15	379	55
16	428	49
17	475	47
18	516	41
19	555	39
20	580	25
21	602	22
22	610	8
23	616	6
24	621	5

GRAFICA 2.
COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN.
ESTACION ALMARAZ 1990-99.



La precipitación promedio anual acumulada es de 605 mm, el mes mas lluvioso es Julio con 111 mm promedio y los meses mas secos son Enero y Diciembre con 11 mm promedio.

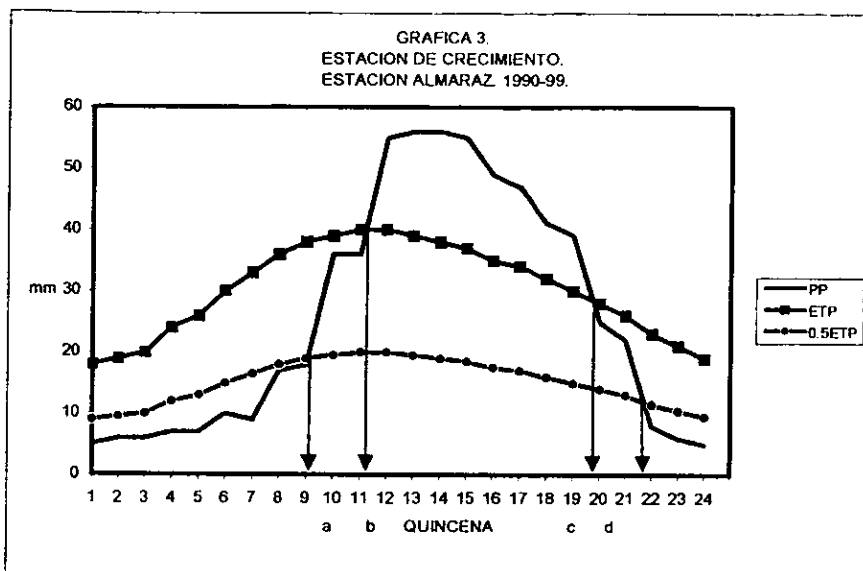
3.1.3.3. Estación de Crecimiento.

Por disponibilidad de humedad, se empleó el método de la FAO, considerando para ello la ETP, 0.5 ETP y PP promedio quincenal, para obtener la estación de crecimiento y su duración, se muestra en el cuadro 11 y gráfica 3.

Cuadro 11.

Estación de Crecimiento.
Estación Almaraz, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

QUINCENA	PP	ETP	0.5 ETP
1	5	18	9
2	6	19	9.5
3	6	20	10
4	7	24	12
5	7	26	13
6	10	30	15
7	9	33	16.5
8	17	36	18
9	18	38	19
10	36	39	19.5
11	36	40	20
12	55	40	20
13	56	39	19.5
14	56	38	19
15	55	37	18.5
16	49	35	17.5
17	47	34	17
18	41	32	16
19	39	30	15
20	25	28	14
21	22	26	13
22	8	23	11.5
23	6	21	10.5
24	5	19	9.5



- a.- Inicio del periodo de crecimiento. (Mayo 15).
- b.- Inicio del periodo húmedo. (Junio 16).
- c.- Fin del periodo húmedo (Octubre 15).
- d.- Fin del periodo de crecimiento. (Noviembre 16).

La Estación de Crecimiento, es el periodo en el cual la disponibilidad de agua y temperatura son favorables y permiten el desarrollo de los cultivos.

En el caso de la zona de Cuautitlan Izcalli, se inicia la estación de crecimiento en la primera quincena de Mayo y termina con la primera quincena de Noviembre, el Periodo Húmedo inicia la segunda quincena de Junio y termina en la primera quincena de Octubre, el Periodo Húmedo corresponde a 4 meses y la estación de crecimiento corresponde a 6 meses, para obtener la posibilidad de producción agrícola todo el año, es necesario riego por 8 meses, a partir de la segunda quincena de Octubre a la primera quincena de Junio.

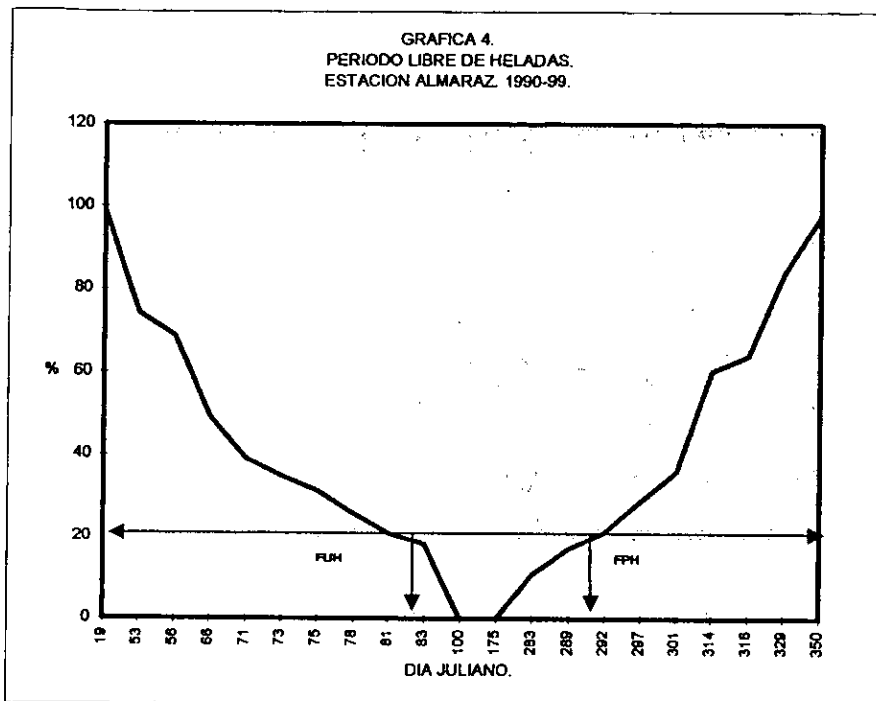
3.1.3.4. Periodo Libre de Heladas.

Se consideraron los meses con presencia de heladas para así cuantificar el número de días por mes y tener al final un promedio mensual, la probabilidad de ocurrencia de heladas se realizó por la formula de Da Mota, a un 20% de probabilidad mostrado en el cuadro 12 y grafica 4.

Cuadro 12.

Periodo Libre de Heladas.
Estación Almaraz. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

DIA JULIANO	PROBABILIDAD %	FECHA
19	99.25	19 ENERO
53	74.22	22 FEBRERO
56	68.79	25 FEBRERO
66	49.2	6 MARZO
71	38.97	11 MARZO
73	34.83	13 MARZO
75	31.21	15 MARZO
78	25.78	18 MARZO
81	20.9	21 MARZO
83	18.14	23 MARZO
100	0	
175	0	
283	10.75	9 OCTUBRE
289	17.11	15 OCTUBRE
292	21.19	18 OCTUBRE
297	28.77	23 OCTUBRE
301	35.94	27 OCTUBRE
314	60.26	9 NOVIEMBRE
316	64.06	11 NOVIEMBRE
329	84.13	24 NOVIEMBRE
350	97.88	15 DICIEMBRE



Se especifico el periodo libre de heladas con un 20% de probabilidad obteniéndose una duración de 209 días a partir del 21 de Marzo y finalizando el 15 de Octubre.

La posibilidad de disminuir racionalmente el riesgo de sufrir pérdidas por heladas es proteger a los cultivos perennes o anuales a partir de la primera quincena de Octubre y hasta la segunda quincena de Marzo.

3.1.3.5. Días con Granizo.

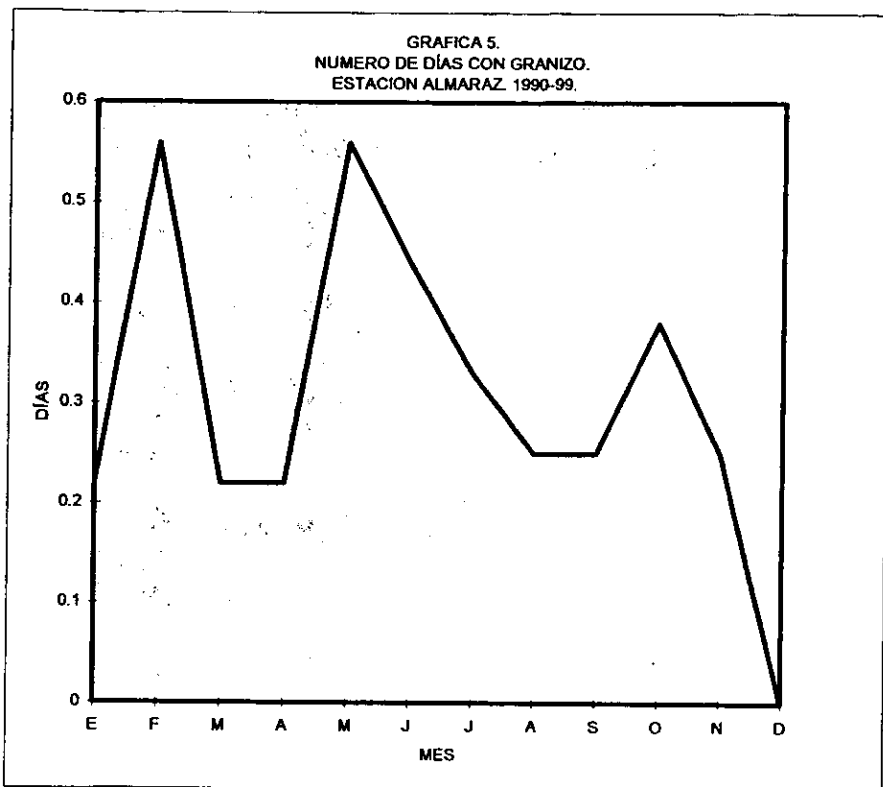
Se obtuvo el promedio mensual de los días con granizo, como se muestra en el cuadro 13 y gráfica 5.

Cuadro 13.

Promedio de Días con Granizo.

Estación Almaraz. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

MES	DÍAS
ENERO	0.22
FEBRERO	0.56
MARZO	0.22
ABRIL	0.22
MAYO	0.56
JUNIO	0.44
JULIO	0.33
AGOSTO	0.25
SEPTIEMBRE	0.25
OCTUBRE	0.38
NOVIEMBRE	0.25
DICIEMBRE	0.00



Existe posibilidad de días con granizo principalmente en Febrero y Mayo, a fines de Septiembre tambien tiene una menor manifestación, por lo cual se recomienda proteger a los cultivos de posibles daños en estas épocas.

3.1.3.6. Comportamiento del Viento.

Se establecieron los valores promedio mensual del recorrido del viento a 30 cm, 2.0 m, del suelo expresados en Km/día. Además se obtuvo la dirección dominante del viento, como se muestra en el cuadro 14 y gráficas 6.

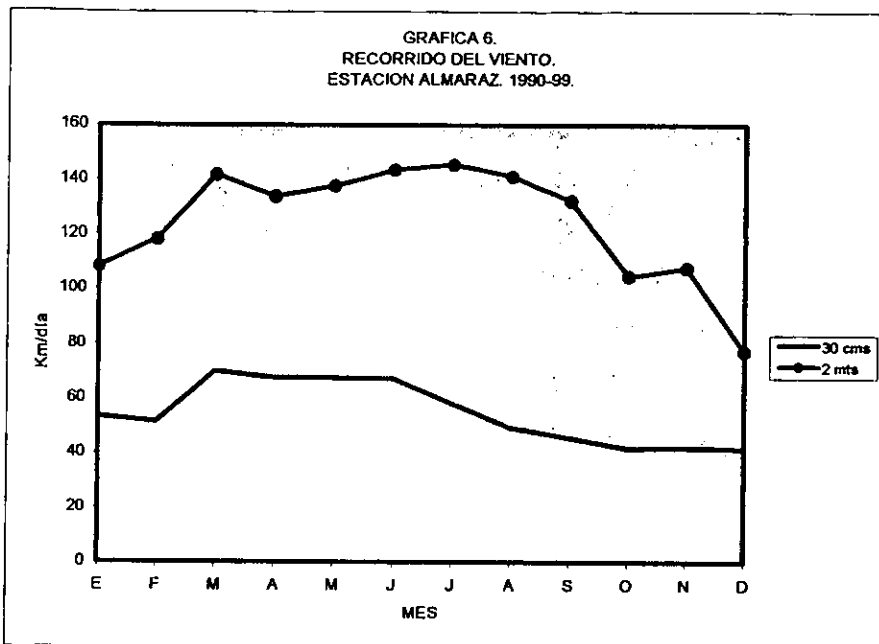
Cuadro 14.

Recorrido del Viento. (km/día).

Estación Almaraz. Cuautitlan Izcalli, Estado de México.

MES	30 cm	2.0 m
ENERO	53.46	108.26
FEBRERO	51.51	118.44
MARZO	70.07	141.76
ABRIL	67.57	133.85
MAYO	67.66	137.72
JUNIO	67.28	143.69
JULIO	58.07	145.61
AGOSTO	49.28	141.26
SEPTIEMBRE	45.71	132.23
OCTUBRE	41.84	104.67
NOVIEMBRE	42.12	107.70
DICIEMBRE	41.63	77.21

- El viento dominante es de dirección NE con un 49% de frecuencia, y la menor fue dirección sur, con 1.5% de frecuencia.



A niveles superficiales disminuye la velocidad del viento, esto permite que tenga una temperatura mas estable, a mayor altura el viento se desplaza libremente y tiende a alcanzar velocidades mayores.

Se recomienda para construir cualquier infraestructura, considerar la velocidad y la dirección del viento para evitar daños ocasionados por el efecto antes mencionado.

En el caso específico de la construcción de microtúneles, el efecto de dirección y recorrido del viento es mínimo, por la poca altura de los mismos (1.5m).

3.1.3.7. Unidades Térmicas.

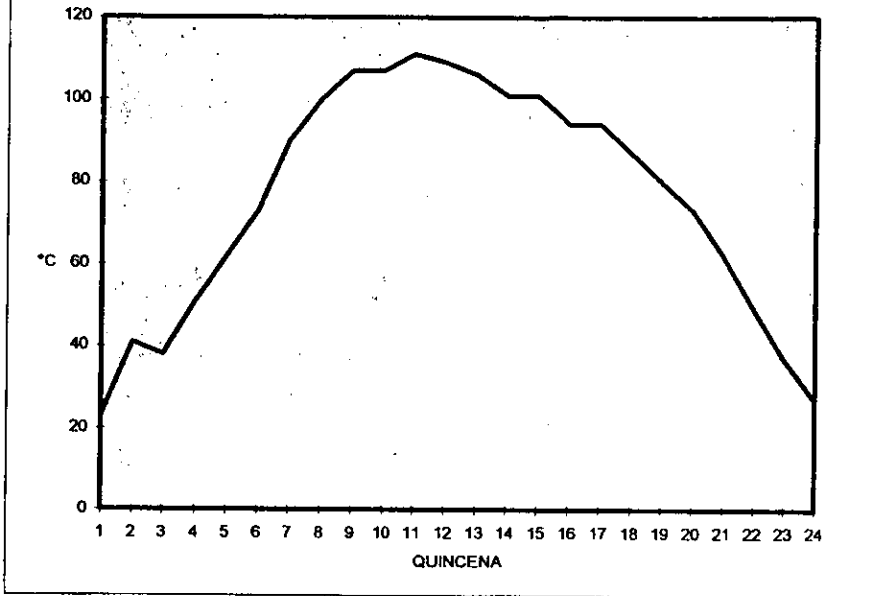
Se determinó por el método residual, considerándose la temperatura base de 10°C, y se muestran en el cuadro 15 y grafica 7.

Cuadro 15.

Unidades Térmicas Promedio. (Base 10°C).
Estación Almaraz. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

QUINCENA	GRADOS DIA ACUMULADOS	GRADOS DIA PROMEDIO
1	23	23
2	64	41
3	102	38
4	153	51
5	215	62
6	288	73
7	378	90
8	478	100
9	585	107
10	692	107
11	803	111
12	912	109
13	1018	106
14	1119	101
15	1200	101
16	1294	94
17	1387	93
18	1474	87
19	1554	80
20	1627	73
21	1687	62
22	1736	49
23	1773	37
24	1800	27

GRAFICA 7.
UNIDADES TERMICAS ACUMULADAS. (BASE 10°C).
ESTACIÓN ALMARAZ. 1990-99.



La acumulación de Unidades Térmicas (UT), ó Grados Días de Desarrollo con una temperatura base de 10°C, es de 1800 (UT) al año, siendo durante la primavera y el verano la mayor acumulación de estas.

Esta acumulación nos permite el desarrollo del cultivo, además de la incorporación del microtúnel que evita bajas temperaturas y estando estas controladas, la acumulación de Unidades Térmicas en el periodo de bajas temperaturas aumentaran.

3.2. Sistema de Producción Propuesta.

3.2.1. Preparación del terreno.

El calendario óptimo para la preparación del terreno es enero y febrero (Cuadro 16), recordando la aplicación de abono orgánico y la desinfección del suelo y abono. El comportamiento de la precipitación muestra una etapa con poca humedad, por lo tanto facilita las labores a realizar en el plazo adecuado para la plantación.

3.2.2. Selección y tratamiento de material vegetativo.

La selección y tratamiento de material vegetativo se realiza de febrero a marzo, evitando ya las heladas en el aoreamiento del material vegetativo; además con un plazo adecuado a la plantación, la temperatura y humedad son favorables para la cicatrización de la penca y baja incidencia de plagas y enfermedades.

3.2.3. Plantación.

La plantación debe realizarse entre abril y mayo, ya que estos meses ofrecen incremento periódico de la precipitación y una temperatura media adecuada (16 a 17°C), además de temperaturas mínimas y máximas sin riesgo, pretendiendo además que tenga a partir de la plantación un periodo de crecimiento efectivo de acuerdo a la temperatura, humedad y en periodo libre de heladas.

3.2.4. Fertilización y abonado.

A partir de la plantación, el periodo de crecimiento del cultivo será continuo ya que tendrá humedad y temperatura adecuados a su desarrollo, por lo cual se recomienda fertilización y abonado permanente durante todo el año, se recomienda cuatro aplicaciones en las siguientes fechas. (primera) febrero y marzo, (segunda) mayo y junio, (tercera) agosto y septiembre y (cuarta) noviembre y diciembre.

3.2.5. Riego.

El riego se efectuara a partir de la segunda quincena de octubre, pero solo si no se tiene humedad suficiente ya que el microtúnel estará instalado en esta época por lo cual se conserva mayor humedad, a partir de entonces se recomienda riegos de 4 a 8 litros/m², cada quince días hasta la primera quincena de Junio (16 Riegos en total).

3.2.6. Control de plagas y enfermedades.

Como la producción es todo el año, se mantiene la humedad y temperatura adecuados para el cultivo lo cual provoca también condiciones favorables para plagas y enfermedades, y el control se realiza a la presencia de estas durante todo el año.

3.2.7. Control de malezas.

Para evitar la competencia de malezas con el cultivo se recomienda realizar el control en cuatro etapas durante el año; (primera) febrero y marzo, (segunda) mayo y junio, (tercera) agosto y septiembre, (cuarta) en noviembre y diciembre.

3.2.8. Podas.

Las podas se realizarán en dos etapas, (primera) enero y febrero, y (segunda) agosto a octubre, de esta forma estimula los renuevos para que las mejores producciones se encuentren con los mejores precios del mercado, además en dos épocas del año se realizarán podas con objetivo de formación y sanidad.

3.2.9. Cosecha.

Esta se realiza durante todo el año a partir del inicio de producción, el corte se recomienda cada 8 a 15 días.

3.2.10. Instalación y manejo de microtúnel.

La altura del microtúnel es de 1.5m, tendrá una orientación de Oriente a Poniente, con esto se evita el impacto perpendicular directa del viento, ya que la dirección predominante del viento es al NE, además que la altura del microtúnel no es significativa para el efecto del viento. Para proteger al cultivo de las heladas se recomienda instalar a partir de la primera Quincena de octubre y se retirare la segunda quincena de marzo, además de proteger de heladas en general, defenderá de las posibles incidencias de granizo de febrero y octubre.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 16.

Calendario de Actividades Agrícolas
Cultivo del Nopal
para Verdura Bajo Microtúnel.

ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PREPARACIÓN DEL TERRENO	ENE-FEB											
SELECCIÓN Y RATAMIENTO DE MATERIAL VEGETATIVO		FEB-MAR										
PLANTACIÓN				ABR-MAY								
FERTILIZACIÓN Y ABONADO		FEB-MAR			MAY-JUN			AGO-SEP			NOV-DIC	
RIEGO	ENE-FEB-MAR-ABR-MAY									OCT-NOV-DIC		
CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	ENE-FEB-MAR-ABR-MAY-JUN-JUL-AGO-SEP-OCT-NOV-DIC											
CONTROL DE MALEZAS		FEB-MAR			MAY-JUN			AGO-SEP			NOV-DIC	
PODAS								AGO-SEP-OCT				
COSECHA							JUL-AGO-SEP-OCT-NOV-DIC					
	ENE-FEB-MAR-ABR-MAY-JUN-JUL-AGO-SEP-OCT-NOV-DIC											
INSTALACIÓN Y MANEJO DE MICROTUNEL	ENE-FEB-MAR									SEP-OCT-NOV-DIC		
ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

IV. CONCLUSIONES.

La presente investigación nos muestra las condiciones climáticas de la zona de el Valle de Cuautitlán que es perfectamente aprovechable para cultivo del nopal para verdura y que el sistema de microtúnel además proporciona una producción y utilidad durante todo el año y permanente durante varios años.

Con este sistema propuesto se obtiene un buen aprovechamiento de los recursos presentes tanto naturales, humanos y técnicos.

En la zona del Valle de Cuautitlán, las herramientas rústicas y tradicionales, la poca tecnología, los terrenos pequeños, poca inversión, poco conocimiento de tecnología agrícola, se adaptan perfectamente a los requerimientos del cultivo como bajos costos, producción durante todo el año, además de redituable, sosteniendo las necesidades económicas de los productores, lo que motiva que la gente no emigre a las ciudades o a otro modo de producción.

La investigación muestra la información técnica necesaria para optimizar la producción del nopal para verdura en microtúnel, de tal forma que con los resultados obtenidos y su análisis se aporta tanto las cualidades de la zona como del cultivo para el mejor aprovechamiento de ambos.

Esta investigación se deduce en un calendario de actividades donde se abarca desde la preparación del terreno hasta la cosecha, desglosando todas las actividades agrícolas en sus fechas más adecuadas desde enero hasta diciembre y detallando cada una de estas actividades en la información general.

Toda la actividad agrícola se muestra en una calendarización que integra requerimientos del cultivo del nopal para verdura en microtúnel y las condiciones agroclimáticas de la zona del Valle de Cuautitlán.

4.1.Recomendaciones.

La producción del nopal para verdura y las técnicas del cultivo se puede considerar como una estrategia que nos muestra una manera para evitar la degradación de los suelos y para fomentar su recuperación.

El cultivo del nopal para verdura en microtúnel arroja en información no actualizada que la inversión se recupera en el primer año de producción y arroja una utilidad 30% de utilidad comparada con la inversión, por lo tanto a partir de el segundo año de producción es un negocio bastante atractivo para los productores.

Es un cultivo redituable que proporciona utilidad y mano de obra durante todo el año, aprovecha los recursos disponibles, evita o controla la degradación del suelo, permite establecer al campesino en este modo productivo, aprovechando el campo durante el año completo, buscando ante todo que la calidad de vida del productos mejore, detalle que requiere la gente de la zona y la sociedad en general puesto que son los parámetros fundamentales para hablar de agricultura sostenible y encaminada a la sustentabilidad.

La información proporcionada por este trabajo tambien nos muestra los datos climáticos de la zona donde ademas del Cultivo del Nopal para Verdura se pueden aprovechar para la incorporación de otros cultivos que se adapten, se aprovechen de manera optima y se desarrollen en la zona.

V. BIBLIOGRAFIA:

1. ARIAS MONTES, JESÚS. 1996. *Requerimientos térmicos del cultivo del frijol en Cuautitlán Izcalli, México*. UNAM. Tesis. Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.
2. BARRIENTOS P.F. Y O. BRAUER, 1964. *Multiplicación vegetativa del nopal a partir de fracciones mínimas de una planta*. Colegio de Postgraduados de Chapingo. México.
3. BAUTISTA CASTAÑÓN, RAUL. 1982. *Los agroecosistemas nopales del valle de México*. Tesis. Chapingo, México.
4. BRAVO H. H. 1978. *Las cactáceas de México*. Instituto de Biología. UNAM. México.
5. CASTAÑEDA R. F. 1978. *Cultivo del nopal para verdura*. Boletín técnico. Fruticultura Mexicana I. México.
6. DE LA ROSA HERNÁNDEZ, JUAN PATRICIO. SANTAMARISA AMARO, DELFINO. 1998, , *El nopal: usos, manejo agronómico y costos de producción en México*. CONAZA. México.
7. FLORES FLORES, FRANCISCO GABRIEL. 1998. *Caracterización Agroclimática de la Zona de influencia de la estación meteorológica Almaraz, en Cuautitlan Izcalli. México*. Tesis. UNAM. FESC. Cuautitlán Izcalli, Edo. De Méx.
8. GARCIA MAYORAL, T. 1965. *Principales plagas del Nopal en el Valle de México*. Tesis. Chapingo. México.

9. GRANJAS GOMEZ, J. E. 1978. *Influencia de la poda sobre la producción intensiva del Nopal y su relación con la tasa de asimilación neta*. Tesis. Colegio de postgraduados. Chapingo. México.
10. HERNÁNDEZ RIVERA LUIS. 1978. *Distribución del Sistema radicular del Nopal*. Tesis. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México.
11. NARRO F. E. 1972. *Cultivo, Explotación y Aprovechamiento del Nopal*. Not. Agrícola ejidal y de la pequeña propiedad. México.
12. SALGADO MOLINA, CAYETANO. 1984. *El cultivo del nopal, una alternativa económica en suelos áridos y semiáridos*. SARH, México.