

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**EVALUACIÓN EDAFO-CLIMÁTICA DE LA COMUNIDAD “LOS DOLORES”  
TEPOTZOTLAN ESTADO DE MÉXICO, PARA PROPONER EL CULTIVO DE  
FLORES Y HORTALIZAS.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERA AGRICOLA**

**P R E S E N T A:**

**MARIA MAGDALENA GONZALEZ GOMEZ**

**ASESOR: Q. CELIA ELENA VALENCIA ISLAS**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.

## AGRADECIMIENTOS.

*A la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme ser parte de esta casa de estudios y regalarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.*

*A la Asociación Municipal de Productores Rurales, quienes consintieron y colaboraron para que se llevara a cabo este trabajo, en especial a aquellos que me apoyaron durante el proceso del mismo.*

*A la Facultad de Estudios Superiores campo cuatro de Cuautitlán Izcalli por facilitar y proporcionar sus instalaciones y las herramientas necesarias para la elaboración de esta tesis.*

*A la Química Celia Elena Valencia Islas, a la cual agradezco infinitamente sus atenciones, alegría y amabilidad que siempre mostró, así mismo agradezco el tiempo invertido, las observaciones y sugerencias aportadas a este trabajo, sin las cuales no podría ser un sueño hecho realidad.*

*A todos aquellos compañeros y amigos que estuvieron a mi lado durante mi estancia en la universidad, quienes me apoyaron, confiaron y brindaron su amistad, los cuales de alguna manera forman parte de mi desarrollo profesional.*

*A los sinodales Miguel Bayardo Parra, José Leonidez Sánchez, Raúl Espinosa Sánchez, Salvador del Castillo Rabadán, por sus atenciones, sugerencias y aportaciones a este trabajo de tesis.*

## DEDICATORIAS.

### A DIOS.

*Por haberme permitido, finalizar esta etapa de mi vida, por que sin tu ayuda no o habría logrado.*

### A MI MADRE.

*Benita Gómez Varela. (Rosa).*

*Para ti mami por darme la vida porque siempre me has querido y apoyado, aunque no pudimos estar juntas tengo la certeza de que siempre estuve en tu pensamiento.*

### A MI PADRE.

*Bernardino González Quintana.*

*Que siempre me has apoyado incondicionalmente, has estado a mi lado y has creído en mí, porque ser tu hija es una de las cosas que más agradezco en esta vida.*

### A MIS HERMANOS.

*Emma, Lidia, Roberto, Reyna, y Rosa Edith.*

*A los cuales admiro y respeto, aunque no estuvimos mucho tiempo juntos cada uno de ustedes me ha enseñado, apoyado y querido de una forma especial.*

*A TODOS USTEDES QUE SIEMPRE LOS LLEVO EN MIS  
PENSAMIENTOS.*

# ÍNDICE

## ÍNDICE

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

## ÍNDICE DE TABLAS

## ÍNDICE DE MAPAS

1. Introducción
2. Objetivos
3. Hipótesis
4. Revisión de literatura
  - 4.1 El clima y su importancia en la agricultura
  - 4.2 El suelo y su importancia en la agricultura
  - 4.3 Influencia del clima y suelo en la producción
  - 4.4 Características de los suelos productivos
  - 4.5 Relación planta–suelo–agua
  - 4.6. Importancia económica de la floricultura
  - 4.7. Importancia económica de las hortalizas
  - 4.8 Clasificación y requisitos para el establecimiento de flores y hortalizas
    - 4.8.1 Flores
    - 4.8.2 Hortalizas
  - 4.9 Principales necesidades edafo-climáticas de cultivos propuestos
    - 4.9.1 Flores
    - 4.9.2 Hortalizas
5. Materiales y métodos
  - 5.1 Descripción y localización del área de estudio
    - 5.1.2 Clima
    - 5.1.3 Hidrología
    - 5.1.4 Geología
    - 5.1.5 Vegetación
    - 5.1.6 Tipos de suelo y su uso
    - 5.1.7 Agricultura en Tepetzotlán
    - 5.1.8 “Los Dolores” Estado de México, antecedentes y uso del suelo
  - 5.2 Trabajo de gabinete
    - 5.2.1 Recopilación general de la información climática de la zona
    - 5.2.2 Elaboración del mapa de la zona
  - 5.3 Trabajo de campo
    - 5.3.1 Recorrido de la zona de estudio
    - 5.3.2 Selección de los sitios de muestreo
    - 5.3.3 Muestreo y recolección de muestras
    - 5.3.4 Manejo y preparación de muestras
  - 5.4 Trabajo de laboratorio
    - 5.4.1 Determinaciones Físicas
      - 5.4.1.1 Análisis granulométrico por el método de Bouyoucos (textura)
      - 5.4.1.2 Densidad aparente, densidad real, porcentaje de espacio poroso (%E.P.)
      - 5.4.1.3 Color
    - 5.4.2 Determinaciones Químicas y Fisicoquímicas

- 5.4.2.1 pH potencial y pH real
- 5.4.2.2 Porcentaje de materia orgánica
- 5.4.2.3 Calcio y Magnesio
- 5.4.2.4 Sodio y Potasio Intercambiables
- 5.4.2.5 Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.)
- 5.4.2.6 Fósforo asimilable (METODO DE BRAY I)
- 5.4.2.7 Porcentaje de carbonatos de Calcio en suelos
- 6. Análisis de resultados y discusión
  - 6.1 Análisis de resultados y discusión climatológica
  - 6.2 Análisis de resultados y discusión edáfica
    - 6.2.1 Zona I
    - 6.2.2. Zona II
    - 6.3.3 Zona III
- 7. Conclusiones y recomendaciones
- 8. Anexos
- 9. Bibliografía

## ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfica 1 Países exportadores de flores

Gráfica 2 Países importadores de flores

Gráfica 3. Principales Estados productores de flor en México

Gráfica 4. Densidad económica por grupo de cultivos (1990-2002)

Gráfica 5. Estación de crecimiento: Presa la Concepción

Gráfica 6. Estación de crecimiento: Estación Almaraz

Gráfica 7. Período de crecimiento: Presa la Concepción

Gráfica 8. Período de crecimiento: Estación Almaraz

## ÍNDICE DE TABLAS.

- Tabla núm. 1. Factores de crecimiento que influyen en el desarrollo de los vegetales
- Tabla núm. 2. Estructura Porcentual del Valor de la Producción Agrícola, 1990-2002
- Tabla núm. 3. Clasificación de las hortalizas de acuerdo con el órgano de la planta utilizado
- Tabla núm. 4. Uso del suelo de Tepotzotlan Estado de México
- Tabla núm. 5. División ejidal del municipio de Tepotzotlan Edo. Mex
- Tabla núm. 6. Ubicación de las parcelas
- Tabla núm. 7. Resultados de la caracterización edáfica de la Zona I
- Tabla núm. 8 Clasificación de textura y color
- Tabla núm. 9. Densidad real, densidad aparente y % de espacio poroso
- Tabla núm. 10. pH potencial, y pH real
- Tabla núm. 11. % de Materia orgánica, % de Nitrógeno total
- Tabla núm. 12. Kilogramos por hectárea de Calcio, Potasio, Magnesio
- Tabla núm. 13. Capacidad de intercambio catiónico total, Calcio, Magnesio Potasio, Sodio intercambiable y % de Saturación de Bases (meq/100g de suelo)
- Tabla núm. 14. Concentración de Fósforo
- Tabla núm. 15. Necesidad de material de encalado  $\text{CaCO}_3$
- Tabla núm. 16. Resultados de la caracterización edáfica de la Zona II
- Tabla núm. 17. Clasificación de textura y color
- Tabla núm. 18. Densidad real, densidad aparente y % de espacio poroso
- Tabla núm. 19. pH potencial, y pH real
- Tabla núm. 20. % de Materia orgánica, % de Nitrógeno total
- Tabla núm. 21. Kilogramos por hectárea de Calcio, Potasio, Magnesio
- Tabla núm. 22. Capacidad de intercambió catiónico total, Calcio, Magnesio Potasio, Sodio intercambiable y % de Saturación de Bases. (meq/100g de suelo)
- Tabla núm. 23. Concentración de Fósforo
- Tabla núm. 24. Necesidad de material de encalado  $\text{CaCO}_3$
- Tabla núm. 25. Resultados de la caracterización edáfica de la Zona III
- Tabla núm. 26. Clasificación de textura y color
- Tabla núm. 27. Densidad real, densidad aparente y % de espacio poroso
- Tabla núm. 28. pH potencial, y pH real
- Tabla núm. 29. % de Materia orgánica, % de Nitrógeno total
- Tabla núm. 30. Kilogramos por hectárea de Calcio, Potasio, Magnesio
- Tabla núm. 31. Capacidad de intercambió catiónico total, Calcio, Magnesio Potasio, Sodio intercambiable y % de Saturación de Bases. (meq/100g de muestra)
- Tabla núm. 32. Concentración de Fósforo
- Tabla núm. 33. Necesidad de material de encalado  $\text{CaCO}_3$
- Tabla núm. 34. Estación de Crecimiento. Estación Meteorológica Presa: La Concepción. Período 1999-2004
- Tabla núm. 35. Estación de Crecimiento. Estación Meteorológica Almaraz. Período 1995-2004



Tabla núm. 36. Período de crecimiento. Estación Meteorológica. Presa: La Concepción. Período 1999-2004

Tabla núm. 37. Período de Crecimiento. Estación Meteorológica Almaraz

Tabla núm. 38. Reacción del suelo pH

Tabla núm. 39. Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T) meq/100g de suelo

Tabla núm. 40. Calcio intercambiable (meq/100g de suelo)

Tabla núm. 41. Magnesio intercambiable (meq/100g de suelo)

Tabla núm. 42. Potasio intercambiable (meq/100g de suelo)

Tabla núm. 43. Sodio intercambiable (meq/100g de suelo)

Tabla núm. 44. Fósforo disponible (ppm)

Tabla núm. 45. Saturación de bases (%)

Tabla núm. 46. Materia orgánica. (%)

Tabla núm. 47. Nitrógeno total

Tabla núm. 48. Calcio kg/ ha

Tabla núm. 49. Magnesio kg/ ha

Tabla núm. 50. Potasio kg/ ha

## ÍNDICE DE MAPAS.

Mapa 1. Ubicación del Municipio de Tepetzotlán y la comunidad “Los Dolores”  
Mapa 2. “Los Dolores” Municipio de Tepetzotlán, Estado de México

Comunidad “Los Dolores”  
Revisión de literatura  
Asociación  
Evaluación edafo-climática  
Zona de estudio  
Análisis climático  
Análisis suelo  
Conclusiones  
Recomendaciones  
Bibliografía

## **1. Introducción**

En el año 2005 se realizó una visita a la Asociación Municipal de Productores Rurales (AMPR) de la comunidad “Los Dolores”, Tepotztlán, Estado de México; los cuales solicitaban un estudio agronómico que les sirviera para poder seleccionar cultivos diferentes a los que tradicionalmente siembran en la zona, porque los actuales ya no les dejan los beneficios deseados, y manifestaron su interés en recibir la asesoría necesaria para el cultivo de Flores y Hortalizas.

Para cumplir con la asesoría solicitada se planteó realizar estudios del suelo y clima, con el fin de tener más elementos para proponer los cultivos adecuados a las condiciones de la zona. En el estudio del clima se observa el comportamiento de la temperatura y precipitación, de los últimos 10 años como mínimo, debido a que sólo se pretende proveer de la información que más daños podría causar al cultivo, como lo son las heladas y la falta de agua, por ello no se elaboró un estudio a fondo; los otros factores del clima que no se mencionan también son importantes pero esto se llevará a cabo con mayor detenimiento posteriormente. Mientras que del suelo se hará un estudio más a fondo y a partir de los datos proporcionados en este trabajo, se les dará a los productores las recomendaciones convenientes de implementación y manejo de los cultivos para las condiciones edafo-climáticas de la comunidad.

La presente estudio abarca, en la parte de revisión de literatura, la forma en que la producción es influenciada por el clima y el suelo, así como la importancia que tienen estos elementos para la agricultura, además de señalar las características que se deben conocer de un suelo para determinar si se trata de uno productivo; también se explica de manera breve la relación existente entre planta–suelo–agua: Como los productores de esta zona están interesados en la producción de flores y hortalizas se estudió la importancia económica que estos cultivos tienen, además de su descripción, se exponen los requisitos y necesidades edafo-climáticas generales que requieren para su establecimiento.

Para caracterizar los suelos de la localidad fue necesario hacer muestreos y

recolección de muestras en terrenos de la comunidad “Los Dolores”, Tepetzotlán, Estado de México. Las parcelas se eligieron con el objetivo de hacer un reconocimiento general de la zona de estudio, considerando principalmente a los productores que mostraron interés en este trabajo.

Para cumplir con los objetivos planteados en este trabajo se realizó la caracterización física y química de las muestras recolectadas en las parcelas muestreadas, la que fue llevada a cabo en el laboratorio de Investigación de suelos L-211 de la FES C-4. Al mismo tiempo se efectuó el estudio general del clima a través de la recopilación de datos de dos estaciones climatológicas; Almaraz y Presa La Concepción, con los datos ahí obtenidos se elaboró la estación de crecimiento y período de crecimiento. Con la información recabada tanto de los suelos como del clima se delimitarán los meses apropiados así como los cultivos idóneos de flores y hortalizas para introducir a la zona de estudio.

## **2. Objetivos.**

### **Objetivo general.**

Determinar a través de la caracterización física y química de los suelos y de un estudio climático, los cultivos de flores y hortalizas para introducir en la comunidad “Los Dolores”, Tepetzotlán Estado de México.

### **Objetivos Específicos:**

- ◆ Elaborar un mapa general de la zona de estudio, para delimitar el área y seleccionar sitios representativos de muestreo.
- ◆ Describir las características climáticas a través de la información recopilada en distintas estaciones climatológicas.
- ◆ Establecer la estación y el período de crecimiento de acuerdo a los datos climáticos obtenidos.
- ◆ Determinar las características de los suelos de la zona por medio de un análisis de suelos.
- ◆ Señalar y proponer las hortalizas y flores adecuadas para su establecimiento en función de los resultados obtenidos de las características edafo-climáticas de la zona de estudio.

## **3. Hipótesis.**

Para proponer los cultivos óptimos en una zona agrícola, es necesario hacer una caracterización del suelo y del clima, así como determinar las características que podrían limitar el crecimiento de los posibles cultivos, para sugerir el manejo más adecuado.

## **4. Revisión de literatura.**

### **4.1 El clima y su importancia en la agricultura.**

Los procesos biológicos dependen del clima, y la temperatura es en gran parte el elemento que rige la vida vegetal y animal, también el agua es un elemento indispensable por que la vegetación la necesita tanto o igual que a la temperatura. Lo frondoso de la vegetación, así como la producción de los cultivos dependen de estos elementos y de la producción vegetal depende la vida animal y por lo tanto la del hombre, esto nos demuestra la enorme importancia del clima desde todo punto de vista. (Papadakis J. 1980)

Los requerimientos varían mucho de acuerdo a la planta, y no se puede generalizar sobre el terreno o clima ideal para el crecimiento de todas ellas, porque cada una tiene sus propias exigencias. (Valdez L. A. 1990) El impacto más significativo de las condiciones meteorológicas es sobre la agricultura y la producción de alimentos, permaneciendo como el factor limitante en la productividad agrícola, y a su vez en el suministro de alimentos. (Carlson P. S.1990).

El clima puede estudiarse desde dos puntos de vista distintos; El primero por medio de la meteorología dinámica, que se basa en su génesis: el calentamiento de la tierra por el sol, la forma en que se disipa esta energía en el espacio, la evaporación del agua y formación de la lluvia: La circulación general de la atmósfera, las condiciones meteorológicas de cada lugar y a cada momento, como resultado de todos estos procesos.

El otro punto de vista es la distribución geográfica de los climas (meteorología geográfica sinóptica o climatología), su influencia sobre la producción agropecuaria, flora, fauna, el hombre, etc. Ésta es la de nuestro mayor interés, gracias a ella se han multiplicado las estaciones climatológicas y pluviométricas, haciendo observaciones

de radiación, temperatura, lluvia, viento, etc., que antes no se hacían o se hacían muy poco. Pero toda esta información está en general sepultada en los archivos de los servicios competentes, muy poco se publica, y lo que se llega a obtener no siempre es interpretado y usado.

Los parámetros de las estaciones meteorológicas son importantes, sin embargo uno de los más útiles es la temperatura extrema media, que permite estimar el peligro de heladas. La composición atmosférica cambiante es una parte del recurso climático ya sea para aumentar o disminuir la productividad agrícola, variando considerablemente las cosechas de año en año según las condiciones meteorológicas (Papadakis J. 1980).

La influencia del clima sobre la actividad agrícola se manifiesta principalmente a través de la adaptabilidad que los cultivos tienen ante la precipitación, temperatura, radiación y evapotranspiración que se encuentra en el lugar. (Gallegos T. A. 1997). El viento es otro factor que se debe tomar en cuenta ya que son ocasionados por la diferencia de presiones atmosféricas entre dos zonas, lo cual genera una corriente de aire que va de la alta a la baja presión, desde las grandes corrientes atmosféricas que se trasladan de unas latitudes a otras hasta los movimientos de aire entre los surcos de un cultivo, son ejemplos a evaluar para fines específicos como lo es en los cultivos así las sombras y espacios soleados alternados ocasionan vientos muy particulares, los cuales se miden de acuerdo al interés del estudio. (Barradas V.L. 1994).

A pesar de la importancia que tiene el clima sobre la vida del hombre y el planeta entero, no fue sino hasta hace poco más de 200 años cuando se empezó a medir, registrando la temperatura, lluvia, etc. (Papadakis J. 1980).

La elaboración de pronósticos sobre cómo puede afectar el cambio de clima al crecimiento y productividad de las plantas son muy variados. Por ejemplo, el aumento de temperatura en el aire puede incrementar la productividad agrícola, pero

si se da en exceso provocaría una mayor velocidad de la evapotranspiración, lo que disminuiría la cantidad de agua disponible retenida en el suelo. También la duración del día tiene consecuencias en los sistemas agrícolas, algunas plantas florecen y dan fruto respondiendo a la duración de la noche (fotoperiodo). Cuando sucede esto, las plantas cesan el crecimiento vegetativo y comienza la etapa reproductora de su desarrollo.

Los diferentes tipos de plantas responden de forma distinta a la duración del día. Las plantas de día corto (noche larga), por ejemplo la soya, florece solamente cuando la duración de la noche es mayor que un determinado valor. Las plantas de día largo (noche corta), como muchas variedades de cebolla, florecen o conforman su bulbo solamente cuando la duración de la noche es menor. Algunas plantas son de día neutro y no les afecta la duración de la noche o del día. En la mayoría de las plantas, estas duraciones aceleran o retrasan la floración, pero no disparan inmediatamente la reproducción o la evitan por completo (Powers E. L., Mc Sorley R.2000).

#### **4.2 El suelo y su importancia en la agricultura.**

Las características de los suelos varían a lo largo de la superficie terrestre, cambiando mucho de un lugar a otro, desde su composición química a su estructura física, cada suelo está determinado por el material geológico del que se origina, de la cubierta vegetal, el tiempo en que ha actuado la meteorización, la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas (Gallegos T. A. 1997). El efecto combinado del clima y las labores agrícolas sobre el suelo durante un tiempo, lo afectan directamente, transformándolo de manera adecuada o inadecuada para producir cultivos, debido a esto se provoca un cambio en las propiedades físicas y químicas, modificando sus componentes (Teuscher y Adler.1997).

El suelo no es considerado como un ente estático, si no como un cuerpo natural dinámico que interactúa con su medio y como consecuencia cambia a lo largo del tiempo y en respuesta a los cambios ambientales (Terrón U, Rojo H. C. 1992). Así el



suelo se define como la cubierta superficial de la tierra, siendo un agregado de minerales no consolidados y de partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica (Hammond B. H.1974).

Para los agricultores es importante la comprensión de todas las propiedades del suelo, porque el conocimiento de los componentes minerales, orgánicos, aireación y capacidad de retención del agua, entre otros son necesarios para la producción de buenas cosechas. Las condiciones físicas que prevalecen en el suelo durante el transcurso del ciclo agrícola son afectadas principalmente por la textura y la estructura influenciada por la presencia de materia orgánica (Gallegos T. A. 1997). Las variaciones del suelo en la naturaleza son graduales, excepto las derivadas de desastres naturales. Por ello se han tenido que desarrollar métodos para prevenir la alteración perjudicial del suelo debida al cultivo excesivo y para recuperar suelos que ya han sido alterados con graves daños (Hammond B. H.1974).

Un suelo que naturalmente es improductivo o de baja productividad, puede llegar a ser productivo aplicando una tecnología adecuada, por medio de la aplicación de materia orgánica, enclavado etc., y de acuerdo a sus características. Es importante recordar que ningún suelo puede producir todos los cultivos con igual éxito, ni puede, un solo sistema de manejo (paquete tecnológico) provocar los mismos efectos sobre todos los suelos (Honorato P. R. 2000). Por lo anterior los agricultores y profesionales asociados con el ramo, han desarrollado técnicas más precisas como lo son los análisis de laboratorio, entre otras para determinar el potencial de los suelos agrícolas, los cuales por efecto de las profundas modificaciones ocasionadas por la labranza, se comportan de forma totalmente diferente a los suelos vírgenes (Gallegos T. A. 1997).

El estudio del suelo tiene como resultado que el agricultor obtenga la posibilidad de mantener y mejorar la fertilidad natural del suelo a través de la aplicación de medidas tales como:

- ◆ El suministro necesario de nutrientes.
- ◆ Preparación adecuada del suelo.
- ◆ Aplicación de mejoradores de acuerdo a los resultados de los análisis y necesidades de los cultivos.
- ◆ Adición de materia orgánica y
- ◆ Adecuada rotación de cultivos. (SEPB).

Para evaluar el suelo desde el punto de vista agronómico es preciso determinar las propiedades físicas y químicas del terreno, tales como: textura, estructura, consistencia y drenaje, mayor o menor resistencia a la erosión, se deben determinar propiedades; salinidad, pH (problemas de salinidad y toxicidad) etc., en el contexto de producción. En este análisis se deben contrastar las propiedades edáficas de los suelos con los requerimientos de los cultivos. Una vez determinadas las características particulares de los suelos, se procede a la interpretación de los resultados y se darán las recomendaciones que dependerán de los objetivos y a menudo, reflejarán su aptitud agrícola, en general o para un cultivo en específico (Honorato P. R. 2000).

#### **4.3 Influencia del clima y suelo en la producción.**

La humanidad se nutre de los recursos del campo y del mar principalmente, por ello se estudia el curso natural de los cultivos estableciendo las diversas fuerzas y sucesos que influyen en el proceso de desarrollo de las plantas. Al hacer esto inmediatamente se descubre que las circunstancias principales que intervienen en la vida vegetal son: las condiciones climatológicas y edáficas, convirtiéndose en los factores indispensables para el desarrollo de las mismas (SEPa). Por lo cual la “fertilidad del clima” se establece tan importante como la “fertilidad del suelo”.

Los estudios sobre este tema se remontan desde la época de Aristóteles (384 – 322 A.C.), sin embargo fue hasta 1850, fecha en que se escribió; “La química aplicada a

la agricultura y la fisiología” por el químico Alemán Justo Von Liebing quien afirmo que las plantas asimilaban los nutrientes del suelo (León A. R. 1991). Desde entonces se fueron adquiriendo nuevos conocimientos científicos que permitieron el desarrollo de métodos de análisis físicos y químicos más confiables ampliando las técnicas para prácticas agrícolas más diversificadas (Gallegos T. A. 1997).

Es necesario conocer el clima y el suelo donde se va a desarrollar la planta, de ello depende su desarrollo y fructificación, porque cualquier alteración en sus valores provoca disturbios fisiológicos (Salunkhe D.K., Kadam S.S. 2004). A los factores críticos de la vida vegetal se les denominan generalmente como “factores de crecimiento” que son: clima, suelo, cultivo y nutrientes (Valdez L. A. 1990).

Al obtener mayor conocimiento sobre este tema, los agricultores se dieron cuenta de que estos elementos estaban estrechamente relacionados con la productividad de los cultivos y para poder determinar los indicados es importante elegir el sistema agrícola más adecuado, abono, práctica de manejo y conservación. (Gallegos T. A. 1997).

Las plantas son los recursos más importantes para el hombre ya que suministran directa o indirectamente hasta el 95% de la alimentación mundial (Carlson P. S.1990) y cuyo objetivo es el de obtener una determinada cantidad de materia de los órganos que serán cosechados, es importante conocer sus necesidades (las cuales difieren según los órganos que se desean) (Gallegos T. A 1997).

Millones de personas dependen fundamentalmente de lo producido en huertos familiares y pequeñas parcelas para su alimentación e ingresos (Carlson P. S.1990). De ahí la importancia de conocer los mecanismos generales de su funcionamiento tales cómo: genética, necesidad de nutrientes y relación con el medio.

#### **4.4 Características de los suelos productivos.**

Hace tiempo la definición de tierra fértil se basaba en la abundancia de producción, tanto en la cantidad como en calidad y en facilidad de labranza (Gallegos T. A. 1997). Actualmente se ha demostrado que para que un suelo sea productivo es necesario que sea fértil. Sin embargo, un suelo fértil no es necesariamente productivo. Por ejemplo existen suelos fértiles en zonas áridas que no pueden producir sin riego (SEPB).

Un suelo fértil tiene una estructura y profundidad adecuadas para proporcionar un ambiente favorable al desarrollo de las plantas, manteniendo sus condiciones durante un periodo largo, inclusive ante influencias adversas climáticas y de vegetación. (SEPB).

La condición física del suelo, con relación al crecimiento de la planta y facilidades de labranza, está relacionada con su textura y su consistencia en diversos grados de humedad, esa capacidad depende, en parte, de la granulación y de la estabilidad de la misma.

Los nutrientes, por su parte, son los elementos más importantes que requiere la planta para obtener un óptimo crecimiento, los cuales ayudan a que un suelo sea fértil, y aunque la planta emplea unos en mayor proporción que otros, todos son importantes, siendo tres los más representativos; Nitrógeno, Fósforo y Potasio; al faltar alguno de ellos o presentarse en cantidades ya sea en menor o mayor proporción a las que el cultivo necesita, la producción no puede esperar rendimientos elevados (Teuscher y Adler.1985).

#### **4.5 Relación planta–suelo–agua.**

Los requerimientos varían mucho de acuerdo a la planta, y no se puede generalizar sobre el terreno o clima ideal para el crecimiento de todas ellas (Valdez L. A. 1990).

A los factores críticos de la vida vegetal se les denominan generalmente como “factores de crecimiento”, los cuales se presentan en 4 grupos que son: las condiciones climatológicas, las condiciones físicas del suelo, cultivo y nutrimentos (ver tabla núm.1); pero no son los únicos, porque solamente sirven para indicar el significado de factor de crecimiento (Teuscher y Adler. 1985).

**Tabla núm. 1. Factores de crecimiento que influyen en el desarrollo de los vegetales.**

Grupo principal	Factores de crecimiento incluidos en el grupo
Condiciones climatológicas	Insolación, o cantidad de luz útil Temperatura del aire Cantidad y distribución de la precipitación pluvial Contenido de oxígeno y de bióxido de carbono en el aire y en la atmósfera de suelo
Condiciones físicas del suelo	Contenido de piedras del suelo Tamaño de partículas del suelo Profundidad de la capa arable Profundidad del cultivo Capacidad de retención de agua del suelo Temperatura del suelo Condición coloidal del suelo que rige su capacidad de intercambio ácido-básico Reacción (pH) del suelo
Cultivo	Condición de los semillas Tipo de plantas cultivadas Época de siembra Densidad de siembra
Nutrimentos	Las cantidades de los diversos nutrimentos existentes deben ser considerados individualmente y lo mismo las proporciones de uno con respecto a los otros.

Fuente: Teuscher y Adler. 1985

El contacto de la raíz con el suelo representa la superficie por la cual los elementos minerales y el agua podrán penetrar en la planta. La superficie explorada por las raíces es el parámetro generalmente considerado para apreciar la importancia de este contacto; “Entre mayor sea esta superficie mejor será la nutrición de la planta” (Gallegos T. A. 1997).

El desarrollo y buen funcionamiento del sistema radicular está afectado por los obstáculos mecánicos (textura, gravas, piedras, profundidad efectiva del suelo y otras propiedades físicas), que obligan a las raíces a seguir un camino sinuoso. Las capas compactas en el suelo formadas por el paso de ciertos implementos (piso de

arado) pueden constituir obstáculos aún más impenetrables si están secos. Finalmente, para el buen uso de las reservas hídricas y minerales del suelo, es conveniente que la colonización de las raíces esté bien distribuida en todo el perfil, tales condiciones se encuentran en suelos bien aireados, homogéneos y con abundante macro – porosidad, en una profundidad mayor a la mínima requerida por la planta (Gallegos T. A. 1997).

Se puede considerar que durante el curso del ciclo agrícola, la presencia de condiciones físicas favorables dependen de la posibilidad de obtener y mantener una red continua de poros en todo el perfil y una interfase suelo – atmósfera fragmentada que permita la germinación, los intercambios gaseosos, la infiltración de agua, etcétera (Gallegos T. A. 1997).

El suministro del agua en el suelo es indispensable para la vida y el crecimiento de la planta, de ahí la preocupación de conocer la forma en que esta se mueve en el terreno, la cantidad que puede captar el subsuelo, el líquido aprovechable por la planta y la forma en que debe reabastecer el suministro.

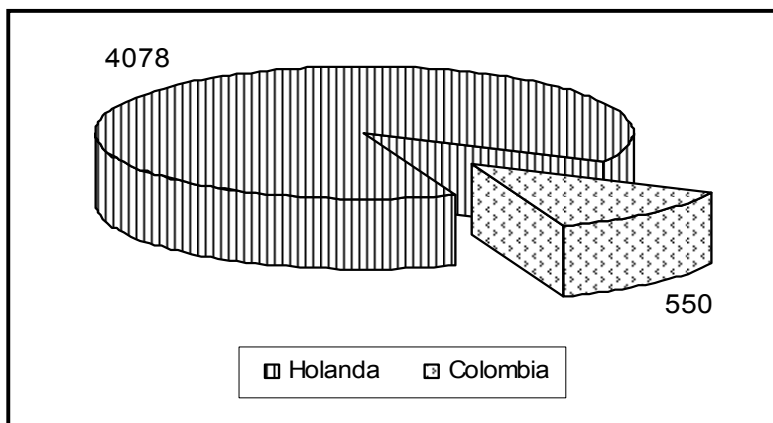
La cantidad de agua que el suelo capta depende también del volumen de materia orgánica del mismo (Departamento de agricultura de los E. U. A.1987). Sin embargo, menos del 5% del agua que penetra en las plantas es retenida en los tejidos, ya que la mayor parte de ella pasa a la atmósfera por medio de la transpiración de las hojas. El contenido de agua en las plantas varía con la especie, la naturaleza del órgano y el tejido, constituyendo el ingrediente necesario para asegurar la turgencia de las células y representa el reactivo principal en muchos procesos fisiológicos fundamentales (Alpi A., Tognoni F.1991).

La importancia de los riegos radica en que se debe dar un adecuado suministro de agua, siendo preferibles los riegos ligeros y frecuentes que los pesados para evitar disturbios anatómicos, como bulbos dobles en cebolla, rajadura de raíces, formación prematura de partes comestibles, aborto de flores, etc. (Valdez L. A. 1990).

#### 4.6. Importancia económica de la floricultura.

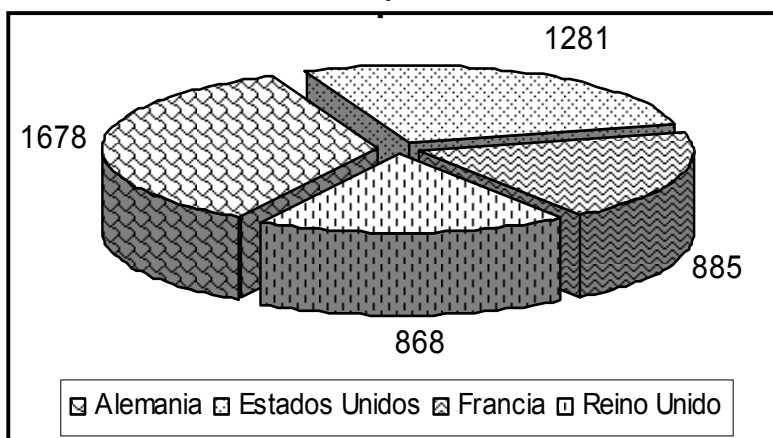
Desde finales de los años sesentas el mercado de flores comenzó a elevarse, siendo Colombia quien mejor supo aprovechar esta oportunidad; se desarrolló y creció con gran éxito, ocupando el segundo lugar en exportación. Mundialmente, Holanda es el principal país exportador de flores con 4 mil 78 millones de dólares; su más cercano competidor es Colombia con 550 millones (gráfica 1) y el principal importador es Alemania con mil 678 millones de dólares, seguido por Estados Unidos con mil 281 millones, Francia con 885 millones y Reino Unido con 868 millones (gráfica 2).

**Gráfica 1 Países exportadores de flores.**



Fuente: El Universal. 28 de marzo de 2005.

**Gráfica 2 Países importadores de flores**



Fuente: El Universal. 28 de marzo de 2005.

Las exportaciones mexicanas de flor en su mayoría se dirigen a los Estados Unidos (93.7 %) y a Canadá (6.08 %). Pero Colombia detenta 61 % del total del mercado estadounidense con 566 millones de dólares y México abastece apenas el 3 %, por lo que se debe prestar mayor atención a ésta actividad (Hernández E. G. 2005).

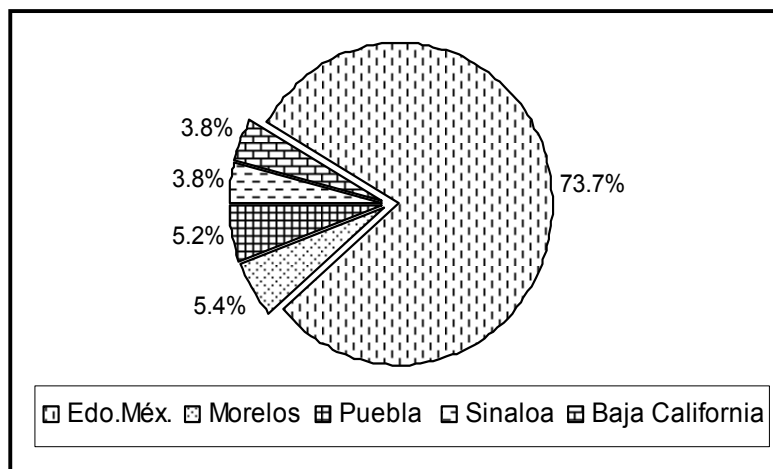
México ha llamado la atención de los inversionistas, por su gran diversidad de condiciones climáticas similares al de Colombia, ya que permiten desarrollar una gran variedad de productos florales con calidad de exportación y que cuenta con oferta de flores todo el año, así como en los meses de mayor producción relacionados con las principales fechas comerciales (14 de febrero, 10 de mayo, 12 de diciembre), además de su cercanía a Estados Unidos. A pesar de ello, México no está catalogado como país de exportación debido a que es altamente consumidor y por lo tanto el producto es comercializado dentro del país.

De acuerdo con la agrupación de ornamentales que hace el Sistema de Información de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Alimentación y Desarrollo Rural de México, se tienen datos de 77 especies que incluyen flores, plantas y follajes. (FOCIR. Marzo 2005). Actualmente en México existen 14 mil 400 hectáreas de producción de las cuales 11 mil son para flores, de estas el 92 % se cultiva a cielo abierto y 8 % en invernadero, aunque no necesariamente se obtiene la mejor calidad y las 3 400 hectáreas restantes son para plantas y follajes.

El consumo nacional es alto comparado con otros países, consumiendo el 90 % de lo que se produce, y el 10 % restante para exportación. Del 90 % producido son cinco estados del país donde se concentra: Estado de México con 73.7 %; Morelos, 5.4 %; Puebla, 5.2 %; Sinaloa 3.8 % y Baja California con 3.8% (gráfica 3). El consumo de las flores naturales en México representa unos 500 millones de pesos al año” (boletín informativo 25 de agosto de 2004). Cabe destacar que Baja California exporta claveles a California, Estados Unidos; mientras Tabasco, Veracruz y Chiapas exportan flores exóticas y tropicales (aves del paraíso) (Hernández E. G.2005).



**Gráfica 3. Principales Estados productores de flor en México.**



Fuente: El Universal 2005.

En 1994 con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio, se dio inicio a una nueva etapa del comercio internacional en México que parecía ofrecernos un gran número de ventajas. Sin embargo, México empezó a enfrentarse con un sinnúmero de problemas, como el desconocimiento de los requisitos para exportar o la falta de infraestructura, que aún no han sido completamente solucionados. El sector de la floricultura en 1994 ya exportaba una buena cantidad de productos florícolas a Estados Unidos y Canadá, pero la reglamentación vigente en el mercado, como los requisitos de embalaje, normas fitosanitarias, etc., aunados a la política de desgravación arancelaria impidieron el crecimiento proyectado para los años siguientes al TLC, por lo que México se ha quedado estancado para ser competitivo a otros países.

En esta época, países como Colombia, Israel y Holanda, invirtieron en la mejora de sus procesos productivos de la floricultura desplazando a los productos mexicanos en cantidad y calidad. Por otro lado, México no se ha preocupado por abarcar otros mercados. Hoy en día las exportaciones se dirigen a Estados Unidos y una pequeña parte a Europa que es un mercado potencialmente más grande para comerciar. Los mercados asiáticos también están en crecimiento; su consumo de flores es cada vez mayor lo que sin duda debe ser aprovechado por nuestro país.

En México, uno de los problemas existentes para comercializar las flores ornamentales es la calidad de la flor cortada la cual se determina por el tamaño del tallo, la forma, color, número de hojas de la flor y los pétalos (forma), además de la duración de ésta (García G., Hernández C., Martínez L. 1999). La industria es otro aspecto al cual se le debe prestar atención, porque las flores proporcionan esencias y aceites para la perfumería, siendo Francia uno de los principales importadores de flores y también hierbas de olor para la elaboración de perfumes, percibiendo que éste es otro mercado importante a ingresar.

#### **4.7. Importancia económica de las hortalizas.**

Las hortalizas han destacado, sobre todo, por su importancia económica y nutritiva; en México la producción de estos cultivos es una actividad valiosa por la captación de divisas que aporta a la economía nacional. Resaltando que México es el principal país exportador de hortalizas frescas a Estados Unidos (Villa C. M. M., Inzunza I.M.A, Catalán V. E. A. 2001).

Por lo tanto son los productos de mayor peso en cuanto a valor de exportación agroindustrial que tiene México, después les siguen en importancia: bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre; frutas, caucho y sus manufacturas, pescados, crustáceos y moluscos, animales vivos, madera y preparaciones alimenticias diversas. En términos de competitividad en el contexto latinoamericano, México se ubica en el segundo lugar después de Chile, según el 'Informe de Competitividad Latinoamericano 2001- 2002' elaborado por el Foro Económico Mundial y la Universidad de Harvard (Perfil del mercado agroalimentario de México. 2003).

Se han marcado dos tendencias claras en la evolución del subsector agrícola en los últimos años: la producción de frutas y hortalizas ha aumentado su participación, al tiempo que la de cereales se reduce. Así, en 1990 (Tabla núm. 2) el valor de la producción agrícola para las hortalizas era del 29.6 %, mientras que los cereales

tenían 27.3 %, para el 2002 las frutas y hortalizas aumentaron a 35.4 % y los cereales disminuyeron a 19.7 %.

**Tabla núm. 2. Estructura Porcentual del Valor de la Producción Agrícola, 1990-2002.**

Productos	Años												
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Otros	13.8	14.5	8.3	11.7	13.5	10.6	10.2	9.5	10.2	10	9.5	11.5	12
Industriales	15.1	14.6	12	12.1	14.6	17.5	17.7	18	15.6	14.9	15.3	15.2	14.5
Forrajes	14.1	12.3	16.2	13.2	15.7	15.2	17.8	16.6	19	17.6	19.1	18.8	18.4
Cereales	27.3	25.7	29.2	28.9	25.2	28.4	27.1	22.8	20.6	18.8	20.2	19.8	19.7
Frutales y Hortalizas	29.6	32.9	34.3	34.1	31	28.3	27.1	33.2	34.5	38.8	35.9	34.8	35.4

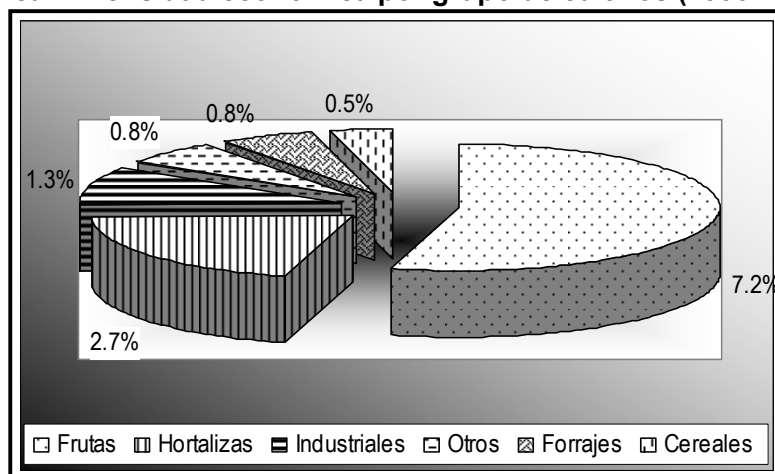
Fuente: SAGARPA. Agosto 2003. El ingreso rural y la producción agropecuaria en México (1989-2002).

El comportamiento de las hortalizas y frutas se debe a la dinámica exportadora del sector, cuyo principal mercado es Estados Unidos. El sector aportó en promedio más del 67.4% de las exportaciones agrícolas. De 1990 a 2002, se registró un alza anual de 7.3%.

Las hortalizas y frutas generan una rentabilidad para el agricultor mayor a la que obtienen los productores de cereales. Un incremento de 1% en la superficie sembrada de frutas y hortalizas genera aumentos en el valor de la producción de 7.2% y 2.7%, respectivamente. Mientras que un incremento de 1% en la superficie sembrada de cereales provoca un alza del valor de la producción de 0.5%. (SAGARPA. Agosto 2003).

La presencia mexicana de frutas y hortalizas en los mercados de Canadá y Estados Unidos se considera una "historia de éxito", ya que aumentó su presencia en más de 120 % y amplió la oferta, sostiene la Corporación de Solución de Controversias sobre Frutas y Hortalizas México (RDC, por sus siglas en inglés).

**Gráfica 4. Densidad económica por grupo de cultivos (1990-2002).**



Fuente: SAGARPA. Agosto 2003.

México es el principal proveedor de hortalizas con un valor de 2 mil 400 millones de dólares; es decir, abastece 59 % de ese mercado, que importa productos hortícolas por más de 4 mil millones de dólares cada año. Las 10 hortalizas nacionales que incrementaron sus exportaciones durante el 2004 fueron las lentejas, frijol seco, chícharo seco, arruruz (planta para extraer almidón), camote, mezclas de hortalizas en conserva, alubias, berenjena, lechuga fresca y espinacas congeladas; el crecimiento fue de 70 %.

Los exportadores mexicanos abastecieron 13.6 % del mercado canadiense consumidor de hortalizas por 220 millones de dólares. Canadá importó hortalizas por mil 560 millones de dólares anuales. Es decir, se registró un aumento de 42 % de exportaciones mexicanas respecto al 2003. "México continúa teniendo una alta competitividad en frutas y hortalizas en el mercado de América del Norte" (Hernández E. G. 2005).

## **4.8 Clasificación y requisitos para el establecimiento de flores y hortalizas.**

### **4.8.1 Flores.**

La floricultura está definida como la multiplicación y cultivo de las plantas con flores y de las plantas con follaje ornamental, destinadas a la decoración de interiores o de las zonas ajardinadas. Tradicionalmente se han diferenciado dos grandes tipos de producciones florales:

- ◆ La producción en invernadero, es decir con protección.
- ◆ La producción al aire libre, es decir sin protección (Vidalie H.1983).

La clasificación de las flores es muy amplia y poner cada una de ellas no es relevante en este trabajo, por lo tanto nos limitaremos a dar una explicación general de las plantas con flor. En el aspecto botánico, se les conoce con el nombre de plantas anuales o plantas de temporada que son todas aquellas que germinan, florecen y forman nuevas semillas en el período de un año, con un periodo del ciclo agrícola o vegetativo de 90 a 120 días; mientras que plantas bianuales o bienales, son las que sembradas en el primer año, la floración inicia hasta el siguiente, por lo que su ciclo biológico se comporta en el tiempo de dos años. Tanto anuales como bianuales, destacan por sus llamativas floraciones; las hay de todos los colores y en prácticamente todas las estaciones del año, siendo el verano la época de mejor producción (Fairbank H. 1985).

Los tipos de suelo sobre los cuales pueden desarrollar este tipo de plantas de vida corta, serán muy amplios, pero deberán evitarse todos aquellos que puedan llegar a secarse rápidamente, a menos que se pueda proporcionar un riego adecuado. Para todas las plantas que sean capaces de pasar el invierno, es esencial la existencia de un drenaje excelente, pues son más frecuentes, las pérdidas causadas por el efecto de un suelo húmedo debido a que favorece el desarrollo de diversas enfermedades fungosas y bacterianas, siendo más dañinas que las originadas por heladas.

El establecimiento de flores tiene pocos requisitos sanitarios comparados con otros cultivos tales como las hortalizas, pudiendo sembrarse en aquellos lugares donde mejor se adapten siempre y cuando conserven las normas que el mercado exige. Al no haber una demanda limitada para el suministro de cualquier flor, muchas especies que son cultivadas al aire libre son vendidas como flor de corte. La relativa importancia de cada flor varía de forma considerable, dependiendo, entre otras causas, de la época del año, de la amplitud con que se presenta la competencia con otras flores y la inherente utilidad de la misma para ser empleada en el comercio de flores cortadas. La dalia, clavel, flor de muerto y margarita, que se cultivan al aire libre pueden ser citadas como ejemplos de flores más importantes (Fairbank H. 1985).

Para ser apropiadas al comercio de la flor cortada, las flores cultivadas al aire libre poseerán ciertas cualidades, como es la presentación, la duración de tiempo, cuando se usan en la decoración después de haber sido vendidas. Igualmente deberá tener una cierta facilidad para captar el agua colocada en vasos o receptáculos, aunque no todas las flores presentan una larga vida de florero. Deben ser capaces de resistir manipulaciones, como el embalaje entre otros. Sin que se rompan fácilmente o se desmoronen (Fairbank H. 1985).

Muchos cultivos de flores desarrolladas al aire libre se presentan en el mercado en una época del año cuando hay más competencia y los precios son sumamente bajos. Consistentes con la calidad, las clases y variedades seleccionadas para el cultivo, necesitan ser buenas actoras y capaces de dar rendimientos fructíferos. Excepto en los lugares en donde primariamente se proyecta para el comercio de la floristería, donde se precisa que los tallos florales sean de excelente longitud, rígidos y delgados, llevando las cabezas florales con una inclinación adecuada.

#### 4.8.2 Hortalizas.

Los autores clasifican a las hortalizas de acuerdo a diferentes puntos de vista: por su uso, por la parte comestible, por la posición sistemática y otras más. (Valdez L. A. 1990).

Por lo general una hortaliza es una planta herbácea con partes comestibles que se consume en estado fresco, procesado (cocida, congelado y/o envasado) sin que pierda sus características nutritivas (Valdez L. A.1990). Sirve principalmente para la alimentación humana. (Teuscher y Adler.1985). Tiene un alto contenido de vitaminas, minerales y proteínas de ahí su importancia. (Tabla núm. 3)

Características generales de las hortalizas: (Valdez L. A. 1990).

- a) Órganos o tejidos suculentos y tiernos.
- b) Por lo general son de tamaño pequeño
- c) Calidad. (más importante que el de rendimiento).
- d) Periodos de ciclo agrícola o vegetativo cortos, los que en promedio van de 40, hasta 85 y 100 días. (Valdez L. A. 1990).

**Tabla núm. 3. Clasificación de las hortalizas de acuerdo con el órgano de la planta utilizado.**

Hortalizas de raíz	Zanahoria, apio, nabo, ajo, chirivía, madioca, rábano, batata, remolacha de mesa.
Hortalizas de tallo	Espárrago, colinabo, taro, ñame.
Hortalizas de hoja	Amaranto, col, cardo, apio, col china, acelga, achicoria, cebolleta, amargon, endibia, cebolla, puerro, lechuga, col, col rizada, mostaza, espinaca.
Hortalizas de flor	Coliflor, brécol, alcachofa
Hortalizas de frutos inmaduros	Judías, pepinillo, berenjena, pepino, okra, guisante, pimiento, calabacín, maíz dulce.
Hortalizas de frutos maduros	Pimiento, calabaza, melón, tomate, habichuela.

Fuente: Salunkhe D.K., Kadam S.S. 2004. Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas.

El conocer las características específicas de las hortalizas, nos permite dar un buen manejo, ya que son muy sensibles y requieren una atención detallada. Porque aunque pertenezcan a la misma familia sus necesidades son diferentes (Salunkhe D.K., Kadam S.S. 2004). Así cualquier alteración en sus valores provocan disturbios fisiológicos (floretes secos en brócoli y coliflor, mancha interna en betabel, etc.).

Para el establecimiento de hortalizas, se deben implementar prácticas agrícolas que prueben que los productos no representan riesgos para la salud de los consumidores minimizando los riesgos en lo referente a uso de plaguicidas, agua, abonos orgánicos, higiene de los trabajadores, además de las condiciones sanitarias en los campos, en instalaciones de empaque y en el transporte. Este mecanismo mejora la competitividad de los productos hortícolas en los principales mercados.

Los países importadores de frutas y hortalizas requieren el cumplimiento de normas de higiene alimentaria, que garanticen la satisfacción y seguridad de los consumidores. El Sistema de aseguramiento de inocuidad alimentaria, se basa en la aplicación de prácticas agrícolas y de manufactura, que sirven para realizar un análisis sistemático y preventivo de identificación y control de los riesgos físicos, químicos y microbiológicos que pueden ocurrir durante todo el proceso de producción y procesamiento de frutas y hortalizas.

Las condiciones para el establecimiento de hortalizas son principalmente prácticas agrícolas de higiene, que aseguren un ambiente limpio y seguro para las mismas, minimizando el potencial de contaminación de los productos alimenticios.

Las prácticas agrícolas incluyen las condiciones generales de los campos de cultivo, el uso adecuado de plaguicidas y fertilizantes, procedencia y manejo de agua, monitoreo y manejo integrado de plagas y enfermedades, prácticas de cosecha, higiene del trabajador, entre otras.



En general el suelo debe presentar una condición acorde al uso del terreno, debe estar libre de materiales extraños (bolsas de plástico, envases de plaguicida, de vidrio, etc.). Evitando terrenos adyacentes a posibles fuentes de contaminación como: escurrimientos de aguas contaminadas, rellenos sanitarios o zonas industriales.

Se debe tener documentación donde se da una descripción física del tipo de terreno, historial de producción, uso previo y mejoras al suelo que serán usadas para identificar riesgos potenciales microbiológicos. El registro debe incluir la siguiente información:

- ◆ Descripción del tipo de suelo del terreno.
- ◆ Coordenadas GPS (Sistema de Posicionamiento Global).
- ◆ Historial de producción: Años sembrados con fruta u hortaliza; sí es menos de tres años, documente los cultivos anteriores o los usos del terreno.
- ◆ Uso previo de la tierra: Historial del uso de la tierra principalmente de aquellos eventos que sean poco comunes, tales como depósito de tierra de desechos, tierras para extracción de materiales de construcción, etc.
- ◆ Uso de las tierras adyacentes: Especificar el uso de las tierras adyacentes especialmente tierras de pastoreo o granjas.
- ◆ Análisis microbiológico del suelo: Cuando se sospeche de contaminación se sugiere un estudio microbiológico de suelo y agua.

Se recomienda usar fertilizantes orgánicos y estiércoles siempre que a partir de la caracterización del suelo se determine que hace falta su aplicación, estos deben pasar por un tratamiento que destruya los posibles agentes microbiológicos patógenos presentes en tales materiales, para lo que es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

- ◆ Siempre que se desee utilizar estiércoles, éstos deben haber sido composteados antes de ser aplicados en el campo.

- ◆ Los estiércoles deben mantenerse en confinamiento para su compostaje en zonas adecuadas, retiradas de los campos de producción de hortalizas de tal manera que no representen riesgo de contaminación para los cultivos, fuentes de agua y productos empacados.
- ◆ Las aplicaciones de abonos orgánicos deberán hacerse durante la fase inicial del cultivo, siempre y cuando estén debidamente composteados.
- ◆ Cuando se apliquen abonos orgánicos estos deberán ser debidamente incorporados al terreno.
- ◆ Nunca se debe usar estiércol fresco como abono para una hortaliza.
- ◆ Los animales tales como cabras, vacas, caballos, perros, etc., pueden ser fuentes de contaminación y se deberán mantener fuera de los campos de cultivo en la medida de lo posible.

El uso de composta curada<sup>1</sup> deberá tener una aplicación y manejo adecuado para evitar contaminaciones microbiológicas. Se debe tener en cuenta el origen del material, así como la realización de un análisis de las compostas, y no se debe aplicar al terreno mejoras orgánicas en época próxima a la maduración del cultivo. Las pruebas al terreno para la determinación de E. coli pueden ser necesarias donde los usos previos de la tierra tienen un riesgo potencial microbiológico.

El agua dada su naturaleza, puede ser un excelente acarreador de microorganismos, sustancias químicas de desecho así como de materiales extraños a los campos de cultivo. Las principales fuentes de contaminación suelen ser descargas de aguas residuales de poblados y materia fecal humana o animal, así como animales muertos depositados en la fuente de abastecimiento del agua de riego.

Es importante notar que bajo ningún caso es aceptable la utilización de aguas negras

---

<sup>1</sup> Es la etapa final del proceso de la descomposición de la composta lo cual ocurre después de que ha pasado por una reducción de patógenos y de que los materiales ya metabolizados han sido descompuestos y estabilizados.

en la producción de hortalizas, y en todo momento se deben llevar a cabo prácticas que garanticen una calidad adecuada del agua. Los pozos se deben mantener en buenas condiciones de operación, evitando posibles fuentes de contaminación. Hay que identificar y documentar las fuentes del agua usadas estableciendo de donde proviene (canal abierto, depósito) Municipio o Distrito, así como la frecuencia de análisis y describir el sistema de riego empleado.

En cuanto a los plaguicidas son sustancias útiles en el manejo sanitario de los cultivos hortícolas, sin embargo, un mal manejo de éstos puede conducir a la contaminación del producto, así como propiciar accidentes graves, por ello el manejo de plaguicidas es motivo de control y de registro desde la adquisición, hasta la aplicación en el campo. Se debe controlar a los pájaros, insectos, roedores y demás animales silvestres, como perros, gatos y otros animales domésticos evitando que entren al área de cultivo.

También debe proveerse de facilidades sanitarias a los empleados en el campo, para mantener condiciones de higiene por lo que se debe contar con agua limpia, jabón y papel secante para las manos, estas instalaciones deben estar ubicadas lejos de la fuente de agua de riego, a una distancia mínima de 400 metros del lugar de cultivo.

#### **4.9 Principales necesidades edafo-climáticas de cultivos propuestos.**

Las necesidades edafo-climáticas expuestas son generarles para los cultivos que se consideraron más adecuados para la zona de estudio, dándose solo una breve referencia de los requerimientos de los cultivos, para poder hacer la propuesta; una vez que los productores elijan un cultivo se procederá a buscar de forma detallada las exigencias de cada variedad a establecer.

#### **4.9.1 Flores**

##### **1. Crisantemo (*Chrysanthemum L.*)**

El suelo debe tener un pH entre 5.5 – 6.5 y estar bien drenado, la temperatura va de 15.5, 18 – 21 °C necesaria para mantener un estado vegetativo, respondiendo mejor a día largo. El crisantemo es un gran consumidor de agua y de nutrientes. Los suelos deben mantenerse cerca de la capacidad de campo, ya que los crisantemos presentan una gran área foliar y ocupan el suelo con sus raíces, realizando riegos alternos

##### **2. Clavel (*Dianthus caryophyllus L.*)**

Prefiere suelos de pH entre 6.5 – 7.5, francos con elevada capacidad de drenaje para evitar encharcamientos, sin embargo los acepta con barro y limo al mejorarse incorporando materia orgánica para optimizar la aireación, las temperaturas óptimas van de 10 – 21 °C soporta hasta los -3/-4°C sin helarse, pero para la formación de yemas desde los 8 °C y por encima de 25 °C.

##### **3. Dalia (*Dahlia variabilis*).**

Prefiere los suelos francos, con un perfecto drenaje y con un pH comprendido entre 6 y 8, que posea un elevado contenido en materia orgánica y nutrientes. Las temperaturas que prefiere oscilan entre 18 y 23 °C, la humedad relativa va de 75 al 78%. Las dalias son plantas que se cultivan en zonas soleadas, aunque también las podemos encontrar en semisombra.

##### **4. Gardenia (*Gardenia jasminoides*).**

Necesitan un suelo fuertemente ácido, con un pH 4 – 4,5: el rango de temperatura

óptima es de 15 °C noche y 30 °C día. Son plantas de día corto a alta temperatura y son neutras si la temperatura nocturna desciende a los 14 – 15 °C, la falta de riego pueden causar la caída de botones florales. Normalmente el riego se realiza durante el período de crecimiento y de floración.

#### **5. Gladiolos (*Gladiolus sp.*)**

Es poco exigente en suelos, si tiene alto contenido de arcilla no pasará nada, siempre y cuando conserve un buen drenaje para evitar enfermedades. El pH óptimo está entre 6 y 7, la mejor temperatura para su desarrollo va de 10 – 25 °C. La humedad ambiental deberá estar comprendida entre el 60 – 70%.

#### **6. Perritos o Dragón (*Antirrhium majus L.*)**

Crece mejor en suelos medios porosos, bien drenados y aireados. Los suelos compactos atrofian el crecimiento de la planta, sistema radicular débil y floración retardada. La temperatura que requiere es de 18 – 21 °C. El pH óptimo que necesita es de 6.0 en cuanto a humedad no debe ser excesiva.

#### **7. Tulipán (*Tulipa sp.*)**

No es una especie exigente, le son favorables los suelos sueltos, mullidos y ricos en materia orgánica. El pH ideal se sitúa entre 6.5 – 7.5. Es una especie que resiste las bajas temperaturas, entre 13 – 16 °C siendo sensible a condiciones de calor. Se riegan frecuentemente hasta la floración; a partir de ese momento el riego debe ser moderado.

## **4.9.2 Hortalizas**

### **1. Acelga (*Beta vulgaris L.*)**

Requiere suelos de consistencia media, frescos y bien provistos de materia orgánica. Es poco tolerante a la acidez, su pH va de 6.0 a 7.0, de clima templado – húmedo con una temperatura de 15 – 20 °C, requieren de una humedad constante y notable en todas las fases del ciclo (Maroto B. J. V. 2002).

### **2. Ajo (*Allium sativum L.*)**

Prefiere suelos medios limosos, negros, bien drenados, sin ser muy pesados, ricos en humus y con adecuado contenido de Potasio, es moderadamente tolerante a la acidez con un pH de 5.5 – 6.8, el clima apropiado es el templado seco, la temperatura que requiere es de 13 – 24 °C, no es muy exigente, y no requiere mucha humedad.

### **3. Brócoli (*Brassica L.*)**

Acepta bien los suelos de textura ligera con buen poder de retención de humedad, no le perjudican los suelos ácidos aceptando pH de 5.5 la temperatura que requiere va de 15.5 – 18.5 °C con un ambiente húmedo.

### **4. Calabaza (*Cucurbita pepo L.*)**

Se adapta a diferentes terrenos, aunque vegeta mejor en suelos sueltos profundos, frescos, asoleado y con materia orgánica. Soporta la acidez con un pH 5.5 – 6.8, la temperatura que requiere es de 18 – 24°, en cuanto a humedad no es muy exigente al principio durante la fase de germinación, pero necesita riegos constantemente a continuación, conservando entre el 65 y el 80 % de humedad.

### **5. Cebolla (*Allium cepa* L.).**

Requiere suelos sueltos profundos, de consistencia media o ligera, ricos en materia orgánica, aunque se desarrolla bien en suelos arcillosos (bien drenados) con un pH que va de 6.0 – 6.8 siendo poco tolerante a la acidez. De clima templado, la temperatura que requiere va de 12 a 24 °C, la humedad no debe variar bruscamente y exige más a partir del engrosamiento de bulbos

### **6. Chícharo (*Pisum Sativum*, L).**

Resistente al frío, de clima templado húmedo, se adapta a diversos terrenos, aunque prefiere los que no se compactan y el pH que requiere va de 5.5 – 6.0. En las regiones templadas se debe asegurar de riego adecuado durante y después de la floración.

### **7. Col común (*Brassica oleracea*. L).**

Prefiere suelos ricos de textura media y arcillosa, franco profundo que retenga bien la humedad, pero sin presentar problemas de encharcamiento, pH 5.5 – 7 tiende al ácido. De clima templado húmedo, requiere una temperatura de 15 – 21 °C, en cuanto al agua no es muy exigente al principio en la fase de germinación, después se debe dar riegos constantes para mantener alta la humedad.

### **8. Espinaca (*Spinacea oleracea* L).**

Prefiere terrenos tendiendo a sueltos, ricos en materia orgánica, el pH óptimo del suelo es 6.0 – 7.0 en terrenos con bajo contenido de cal, la planta no crece adecuadamente. Es de clima templado con una temperatura de 15 – 18 °C, sin estancamiento de agua, es una planta de día largo.

### **9. Haba (*Vicia faba* L.).**

Prefiere suelos arcillosos, dotados de buena retención de agua, con pH de 5.5 – 6.8. De clima templado, requiere 15 – 18 °C, (temperaturas -14 °C aceleran la floración), la humedad debe mantenerse constante durante todo el ciclo, aplicando riego desde el comienzo de su desarrollo hasta el principio de su floración.

### **10 Lechuga (*Lactuca sativa* L.).**

Suelos francos y frescos que no retengan humedad excesiva, abundante contenido de materia orgánica, prefiere pH de 6.0 a 6.5 debido a que es un cultivo susceptible a las deficiencias de Calcio. De clima templado, la temperatura que requiere es de 15 – 20 °C, al principio poco exigente de agua, después equilibrada y muy frecuentes a continuación.

### **11. Rábano (*Raphanus sativus* L.).**

Prefiere suelos ricos, medios o ligeros, con buenos contenidos de materia orgánica, el pH se ubica entre 5.5 – 6.8. De clima templado, con temperatura de 15 – 18 °C de ambiente fresco y húmedo (Raymond. A. T.G. 1989)



## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Descripción y localización del área de estudio.**

El presente trabajo se llevo acabo en la comunidad de “Los Dolores” en el Municipio de Tepetzotlán, Estado de México, a solicitud de la asociación municipal de productores rurales (A.M.P.R.), Los terrenos muestreados se encuentran dentro de los ejidos de Villa del Carbón, San Martín Cachihuapan y San Francisco Magú.

El municipio de Tepetzotlán, es de origen otomí, su nombre en náhuatl significa “lugar del jorobado”. Está ubicado en la parte norte del Estado de México, y al noreste de la ciudad de Toluca, en el kilómetro 44.5 sobre la autopista México Querétaro hacia la parte noroccidental del Valle Cuautitlán-Texcoco. Las coordenadas geográficas son: 19° 43' 50" latitud norte y 99° 13' 24" longitud oeste, del meridiano de Greenwich, con una altura de 2 250 msnm y posee una superficie de 208.83 km<sup>2</sup>, representando el 4.6% de la superficie total del estado, con una longitud perimetral de 88, 256.21m.

La topografía del Municipio presenta distintos registros sobre el nivel del mar. La altitud en la cabecera del municipio alcanza 2 250 msnm. hasta los 2 990 msnm que tiene el cerro de “Tres cabezas” siendo el más alto de la sierra de Tepetzotlán. Dada la orografía del municipio, existen escurrimientos y pequeños arroyos cuyo caudal se incrementa en la época de lluvias durante los meses de mayo a octubre. (INEGI 2002). Cuenta con un vasto valle dedicado principalmente a la agricultura la que se ve amenazada últimamente por la urbanización. (Enciclopedia de los Municipios de México. 2001).

**Mapa 1. Ubicación del Municipio de Tepotzotlán y la comunidad "Los Dolores"**



### **5.1.2 Clima.**

El **clima** que predomina en el municipio es el clima Templado subhúmedo, con lluvias en verano. Existen tres subtipos de clima dentro del municipio con base en los datos de la estación la Presa "La Concepción", y la estación meteorológica de "Tepotzotlán situadas en el límite sur de la Sierra de Tepotzotlán:

- ◆ C(w<sub>0</sub>)(w)(i')g.- El más seco de los templados subhúmedos con lluvias en verano y con cociente precipitación total menor de 43.2 mm., con un porcentaje de lluvia invernal menor del 5% de la total anual. Es un templado con verano fresco largo.
- ◆ C(w1)(w)(i')g.- Intermedio entre los templados subhúmedos con lluvias en verano.

- ◆ C(w2)(w)(i)g.- El más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano

Las lluvias son de origen básicamente de tipo ciclónico, en especial se presentan durante el verano y en menor proporción se asocian a nortes en el invierno. La estación lluviosa se encuentra entre los meses de mayo a octubre. El volumen máximo de precipitación que hay es de 180 mm. y mínimo de 4.0 mm. al mes. La temperatura media anual fluctúa entre los 9.4 y 14.4 °C la temperatura promedio del mes más frío está entre -3 y 14 °C, con una temperatura del mes más caliente entre 6.5 y 22 °C llegando a tener temperatura de hasta 30 °C; con poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales (entre 5 y 7°C), según datos de la estación meteorológica número 96 del estado de México ubicado en el municipio de Tepetzotlán, Estado de México. (INEGI 2002, Enciclopedia de los Municipios de México. 2001).

### **5.1.3 Hidrología.**

Estudios realizados para respaldar las obras de drenaje profundo, revelaron que el subsuelo de la Sierra de Tepetzotlán, al igual que el resto de la cuenca se encuentra saturado de agua, cuenta con importantes recursos hidrológicos y es del subsistema "Lago de Zumpango" de donde se derivan las subcuencas:

- 1). Presa "La Concepción", con una capacidad de 12, 500,000 m<sup>3</sup> de agua. Este sistema hidrológico, representa la principal fuente de irrigación para los pueblos de Santiago Cuahutlapan, Santa Cruz, y San Mateo Xóloc, (Enciclopedia de los Municipios de México. 2001). La superficie que se irriga a través de este sistema es de 1,857 ha.( INEGI 2002).
- 2). Los arroyos Tierra Colorada, el Gavilán y el Capulín. (INEGI 2002).
- 3). "Río Lanzarote". (Enciclopedia de los Municipios de México. 2001).
- 4). "Los Dolores".
- 5). "Río Tepeji".

#### **5.1.4 Geología.**

En este lugar se observan dos formaciones diferentes de suelo, una montañosa y la otra un pequeño valle, parte de la depresión de la cuenca central tiene su origen en tres épocas diferentes de actividad volcánica. La primera está constituida por rocas extrusivas de las épocas terciaria y postterciaria, sin embargo existen muchas variantes, las primeras rocas son de tipo andesítico, las segundas de tipo basáltico, las terceras, son producto de erupciones volcánicas, lluvia de ceniza y sedimentación producida por la erosión; siendo este valle depósito de diversos materiales. (Enciclopedia de los Municipios de México. 2001)

#### **5.1.5 Vegetación.**

La posición geográfica del municipio de Tepotzotlán, lo hace pródigo en cuanto a la gran variedad de flora existente, pero con el paso del tiempo se ha reducido considerablemente a raíz de la expansión agrícola, la tala inmoderada y a los incendios forestales accidentales o inducidos. La vegetación del municipio de Tepotzotlán, se agrupa en 7 tipos:

1. Bosque Mixto de Pino y Encino (*Quercus sp.* y *Pinus sp.*)
2. Matorral de Quercus (Encinos)
3. Matorral Xerófilo
4. Pastizales.
5. Plantas Arvenses
6. Plantas Ruderales

#### **5.1.6 Tipos de suelo y su uso.**

Algunos de los suelos de la zona están clasificados como: Feozem, Vertisol, Litosol, Cambisol, siendo más abundantes los tres primeros. El uso del suelo en el municipio se divide en área urbana y rural, el primero ocupa una superficie de 1,852.8 Ha.,

representando el 8.9% del municipio incluyendo áreas que se dedican al uso habitacional, industrial, comercial, vialidades, equipamiento y servicios. El segundo tiene una superficie de 19,030.5 Ha, o sea el 91.1 % de la zona incluye las áreas agrícolas, pecuarias, forestales, turísticas y cuerpos de agua que se encuentran dentro del municipio.

**Tabla núm. 1. Uso del suelo de Tepetzotlan Estado de México**

CONCEPTO	SUPERFICIE	%
Área urbana	1 852.8	8.9
Área rural	19 030.5	91.1
Total	20 883.3	100.0

Fuente: Dirección de fomento y desarrollo agropecuario 2001

### 5.1.7 Agricultura en Tepetzotlán.

La tenencia de la tierra en el municipio, está formada principalmente por ejidos y terrenos de propiedad privada aunque en menor proporción, en la tabla 5 se enlistan los nombres de los ejidos pertenecientes al municipio de Tepetzotlán y los marcados con asterisco son los que conforman la comunidad de “Los Dolores”.

**Tabla núm. 2. División ejidal del municipio de Tepetzotlan Edo. Mex.**

Nombre del ejido	No. de hectáreas.
Ejido de Tepetzotlán	1 823.82
Ejido de San Mateo Xóloc	396.00
Ejido de Santa Cruz Tepetzotlán	1 188.50
Ejido de Santiago Cuahutlalpan	1 112.00
Ejido de Villa del Carbón*	986.98
Cachihuapan Ejido de San Martín*	963.80
Ejido de San Francisco Magú*	5 514.86
San Bartolo Tlaxihuicalco	119.90
Ejido de Teoloyucan	348.00
Ejido de Coyotepec	915.00
Total	13 368.82

Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de México. 1995

La agricultura básicamente es de temporal y debido al crecimiento urbano ésta se ha desplazado a los terrenos que ocupan los bosques de la región, esto ha traído como consecuencia un incremento en los índices de erosión de suelo, extinción de flora y fauna silvestre.

Los principales cultivos que se siembran en el municipio son de temporal; maíz (*Zea maiz*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), cebada (*Hordeum vulgare*), representando el 23.88% de la Superficie Municipal; Los semipermanentes anuales con riego son la alfalfa (*Medicago sativa*), Maíz, frijol y Calabaza (*Cucúrbita pepo*), representan el 8.07%; los Bosques de encino el 24.41%; el Matorral 3.59%; los pastizales 36.63% y otros 3.42%.

En la agricultura bajo riego los principales cultivos son las hortalizas, especialmente el chícharo, cebolla, tomate verde, haba, frijol, acelga, ajo, alcachofa, betabel, chile, espinaca entre otras. Como puede observarse, existe una mayor diversidad de cultivos en comparación con los que se siembran en temporal, debido a la disponibilidad de agua, de contar con los mejores suelos de la región, lo que permite que se obtengan buenas cosechas y se mantengan ocupadas las tierras la mayor parte del año. La fruticultura, horticultura y floricultura, han mostrado un potencial enorme de desarrollo debido a las condiciones edafo-climáticas de las zonas agrícolas del municipio (INEGI 2002).

#### **5.1.8 “Los Dolores” Estado de México, antecedentes y uso del suelo.**

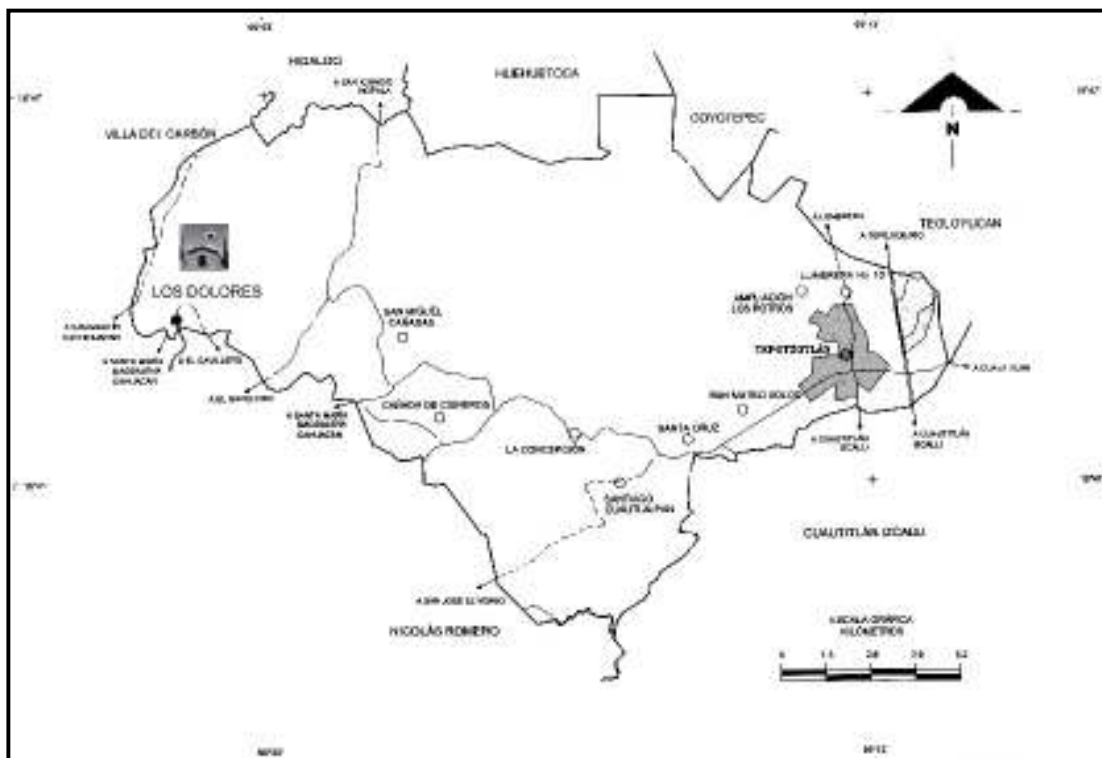
“Los Dolores”, es un pueblo rural conformado por el centro delegacional con asiento en el casco de la Ex hacienda de “Nuestra Señora de los Dolores”, donde convergen los ejidos de San Francisco Magú, San Martín Cachihuapan y Villa del Carbón, lo mismo que los predios Rancho Alto, La Laguna, Rancho el Rodeo, Rancho Los Bueyes, El Huizache y La Concepción. (Enciclopedia de los Municipios de México. 2001) El clima que predomina en esta zona es el C(w2)(w)(i)g, siendo el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano.

La actividad agrícola ha perdido importancia sin embargo actualmente se ha comenzado a dar apoyo técnico y financiero, provocando con ello que reaparezca el interés por la agricultura. Es importante mencionar que tanto en la cabecera

municipal como en el poblado de "Los Dolores" las prácticas de preparación de terrenos y manejo de cultivos es mecanizada, pero a pesar de ello la tracción animal es común. (INEGI 2002).

El sistema de irrigación "Los Dolores" está compuesto por 42 bordos o pequeñas represas que funcionan como auxiliares en el riego de cultivos, abrevaderos para el ganado y criaderos de peces, especialmente en la comunidad de "Los Dolores". (Enciclopedia de los Municipios de México. 2001). También es de importancia el río que nace en el pinar del municipio de Nicolás Romero, que se deriva de la presa "Los Molinos", funciona para dar puntas de riego a más de 2,000 ha. y alimenta a más de 50 bordos (INEGI 2002).

**Mapa 2. "Los Dolores" Municipio de Tepetzotlán, Estado de México.**



Fuente: anuario estadístico del Valle de México.

## **5.2 Trabajo de gabinete.**

### **5.2.1 Recopilación general de la información climática de la zona.**

La recopilación de los datos se hizo a través de la Comisión Nacional del Agua (CNA) del Valle de México y sistema Cutzamala, y la Facultad de Estudios Superiores Campo 4, quienes proporcionaron los datos de las estaciones climatológicas: Presa Concepción del periodo 1999 al 2004, y Almaraz de 1994-2005, la primera se ubica en el municipio de Tepetzotlán Estado de México, y la segunda en la FES – C 4, así mismo se tomaron los datos de la Enciclopedia de los Municipios de México 2001, que datan de 1953 a 1999 de la estación la Concepción. Los principales parámetros que se tomaron son;

- ◆ Precipitación
- ◆ Temperatura
- ◆ Evaporación

Estos parámetros sirven para determinar el periodo de crecimiento; número de días durante el año en el que existe disponibilidad de agua (50 mm. agua necesaria para germinar) y la estación de crecimiento; que es el período libre de heladas (4.5 °C temperatura agro-meteorológica), es decir la temperatura favorable para el desarrollo de los cultivos.

Para elaborar la gráfica del periodo de crecimiento se necesitó la evapotranspiración potencial (ETP) esta se calcula multiplicando 0.75 (factor de corrección) por la evaporación. Una vez calculada la ETP se multiplica por 0.5 para determinar el periodo de crecimiento, este valor no es casual si no que es el considerando necesario para la germinación de los cultivos.



### **5.2.2 Elaboración del mapa de la zona.**

En relación con las demás comunidades del municipio de Tepetzotlán, la comunidad “Los Dolores” es grande, y esta conformada por los ejidos de Villa del Carbón, San Francisco Magú y San Martín Cachihuapan, así que para hacer el estudio de los suelos fue esencial realizar un mapa en el cual aparecieran las parcelas donde se llevaron acabo los muestreos, de esta manera se consiguieron tres objetivos;

1. Delimitar la zona
2. Llevar el registro correspondiente, de cada una de las parcelas
3. Proporcionar a los miembros de la Asociación Municipal de Productores Rurales (AMPR) de la comunidad; “Los Dolores” un mapa completo de la zona de estudio.

Para la elaboración de este mapa se acudió con los presidentes de los ejidos: Villa del Carbón y San Francisco Magú, quienes proporcionaron los mapas parcelarios de sus ejidos, sin embargo aunque también forma parte de la comunidad el ejido de San Martín Cachihuapan no se incluyó con detalle debido a que las parcelas que se encontraban en este ejido se ubican a las orillas del de San Francisco Magú.

Una vez obtenidos los mapas parcelarios de San Francisco Magú y Villa del Carbón, se procedió a ensamblarlos para plasmar en un mapa único la conformación del área, de esta forma tener una representación de la ubicación de las parcelas empleadas en el estudio (ver mapa en el anexo).

El mapa se elaboró con el fin de situar correctamente cada una de las parcelas donde se realizó el muestreo, a las cuales se les asigno un número, establecido de acuerdo al lugar que ocupa en el mapa así se seleccionaron los terrenos más cercanos, resolviendo que lo más recomendable era dividir en tres zonas el área muestreada, principalmente por la ubicación de las parcelas y de esta forma, detectar

las semejanzas o diferencias existentes en las características físicas y químicas en los suelos de la zona de estudio, con base en el lugar donde se encuentran, para poder dar posteriormente las recomendaciones más adecuadas.

### **5.3 Trabajo de campo.**

#### **5.3.1 Recorrido de la zona de estudio.**

En el mes de marzo del 2005 se realizó un recorrido donde los productores de la Asociación Municipal de Productores Rurales (AMPR), fueron los guías para conocer la comunidad en donde se realizaría el muestreo de suelos

#### **5.3.2 Selección de los sitios de muestreo.**

A partir del mapa que se elaboro de los ejidos que conforman la comunidad “Los Dolores”, se determinaron las parcelas donde se realizaron los muestreos, por la extensión de la zona se hizo una distribución al azar de los puntos de muestreo, (mapa del anexo) para posteriormente hacer una valoración general de los suelos. Así se seleccionaron 11 parcelas en total considerando principalmente a los productores que mostraron mayor interés en este trabajo, los cuales estaban dispuestos a participar en el muestreo y en el manejo de las muestras.

Por la cercanía, características superficiales y facilitar el manejo de la información de las parcelas al momento de hacer el análisis, se decidió agrupar a las muestras compuestas en tres zonas de acuerdo a la tabla número 6.

**Tabla núm. 3. Ubicación de las parcelas.**

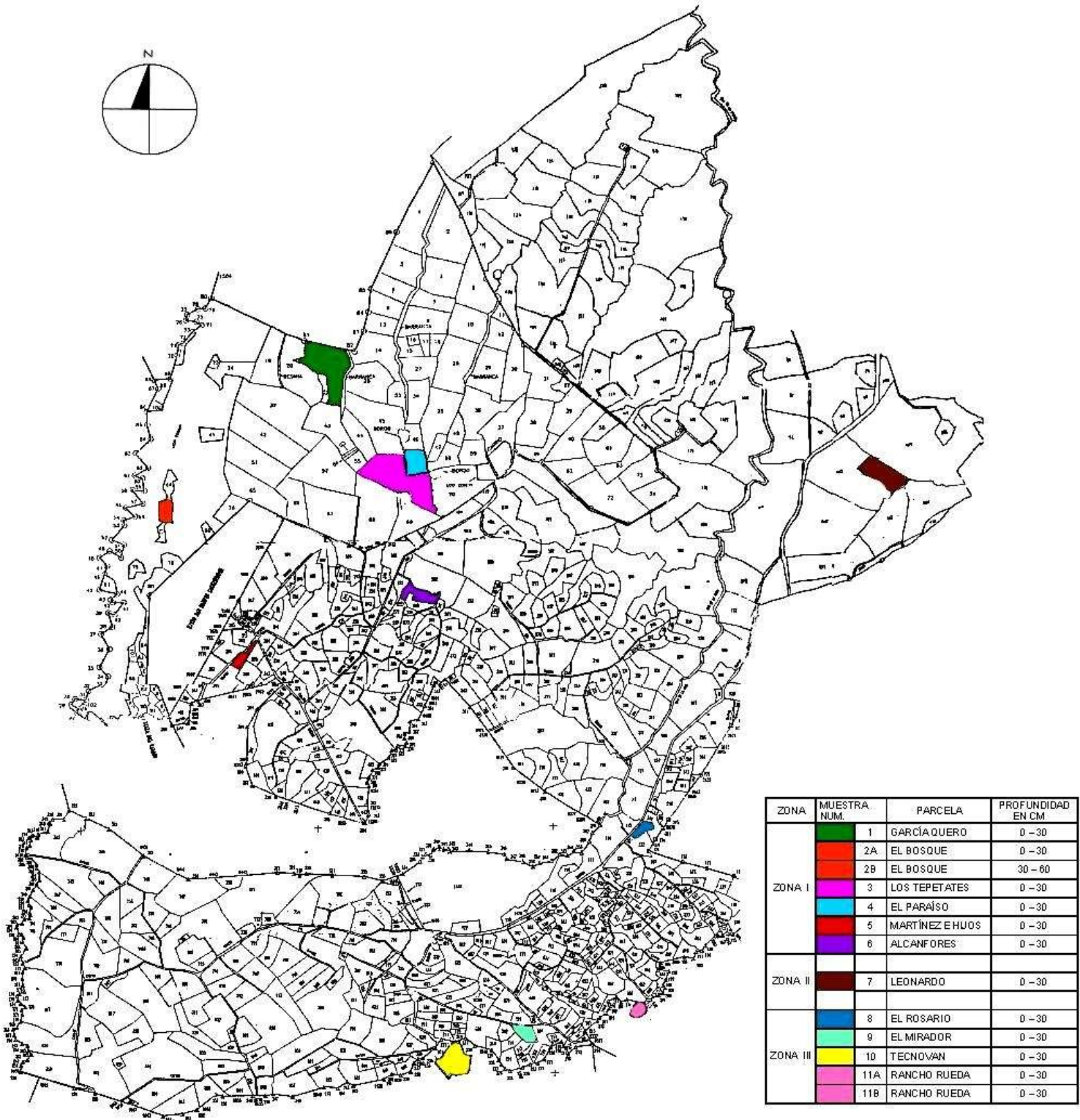
ZONA	MUESTRA NUM.	PARCELA	PROFUNDIDAD EN CM
ZONA I	1	GARCÍA QUERO	0 – 30
	2A	EL BOSQUE	0 – 30
	2B	EL BOSQUE	30 – 60
	3	LOS TEPETATES	0 – 30
	4	EL PARAÍSO	0 – 30
	5	MARTÍNEZ E HIJOS	0 – 30
	6	ALCANFORES	0 – 30
ZONA II	7	LEONARDO	0 – 30
ZONA III	8	EL ROSARIO	0 – 30
	9	EL MIRADOR	0 – 30
	10	TECNOVAN	0 – 30
	11A	RANCHO RUEDA	0 – 30
	11B	RANCHO RUEDA	0 – 30

### **5.3.3 Muestreo y recolección de muestras.**

El muestreo y recolección del suelo se llevo acabo también en el mes de marzo del 2005, el cual se realizó de acuerdo a las características de la zona de estudio, el diseño utilizado fue semialineado en zig-zag, este consiste en recorrer el terreno siguiendo una línea quebrada o en zig-zag tomando muestras individuales a una profundidad de 30 centímetros cada una con el mismo volumen de suelo, esto se hizo con el propósito de tener una muestra representativa de cada una de las parcelas, en total se tomaron un promedio de 8 submuestras por cada muestra compuesta final.

La recolección de las muestras se hizo en pozos en forma de “V” de 30 cm. de profundidad (capa arable) tomando una rebanada de aproximadamente 5 cm. de grosor a la que se le quitan las orillas con una espátula, y se deposita en una bolsa para posteriormente preparar las muestras compuestas, cada submuestra debe contribuir con la misma cantidad de suelo, de no hacer adecuadamente la toma de muestras los resultados obtenidos serán incorrectos y por lo tanto no podrán ser aprovechados por el agricultor.

Mapa 3. Ejidos que conforman la comunidad  
"Los Dolores" Tepetzotlán Edo. de Méx.



En la zona I la submuestra 2 se tomo a diferentes profundidades una de 0 – 30 y otra de 30 – 60 por que se observó que había una diferencia notable a esa profundidad, para la muestra 11, se tomaron dos muestras debido a la diferencia en el terreno y se decidió dividirlo en dos secciones.

#### **5.3.4 Manejo y preparación de muestras.**

Una vez recolectadas las muestras se procedió a usar el método del cuarteo para prepararlas, el cual consiste en hacer una mezcla de las muestras individuales obtenidas por un mismo diseño, que en este caso fue el de zig-zag, con el mismo volumen, y representando la misma capa muestreada, por lo que solo puede mezclarse las muestras obtenidas de una misma parcela, a la misma profundidad y mediante el mismo diseño de muestreo. Una vez mezclada se divide en cuatro partes iguales separando las que quedan esquinadas y juntando las restantes. Este procedimiento se sigue hasta quedar aproximadamente 2 kilogramos de suelo, posteriormente se dejo secar el suelo en un lugar con sombra y donde no le diera el viento. Ya seco el suelo se procedió a molerlo y tamizarlo pasándolo a través de un tamiz de 2 mm. para su posterior análisis, al terminar se colocó dentro de una bolsa donde se anotaron los datos correspondientes para la identificación de la muestra.

#### **5.4 Trabajo de laboratorio.**

Una vez mezclado, secado, molido y tamizado, el suelo se trasladó al laboratorio de Investigación de suelos de la FES – C4, y se procedió a realizar el análisis.

Las determinaciones Físicas, Químicas y Fisicoquímicas se hicieron de acuerdo a la metodología planteada en el Manual de prácticas para la caracterización física y química de muestras de suelo y composta, de la UNAM.

## **5.4.1 Determinaciones Físicas.**

### **5.4.1.1 Análisis granulométrico por el método de Bouyoucos (textura).**

Es importante conocer la textura ya que el tamaño de las partículas se relaciona con la porosidad, estructura y drenaje así como la disponibilidad y retención de nutrimentos, además de permitirnos clasificar los suelos en finos, medios o gruesos, esto nos ayuda al momento de hacer las recomendaciones para el mejoramiento y conservación del suelo.

### **5.4.1.2 Densidad aparente, densidad real, porcentaje de espacio poroso (%E.P.).**

La densidad aparente se utiliza para calcular el peso de un volumen de suelo, el cual se toma como base para transformar a Kg./Ha., ya que los resultados analíticos de los nutrimentos se reportan en partes por millón (ppm) y en miliequivalentes por 100 gramos de suelo (meq./100g), así como para el cálculo de láminas de riego y dosis de aplicación de fertilizante, abonos o mejoradores químicos (materiales de encalado o enyesado) que se aplicarán a un suelo.

### **5.4.1.3 Color.**

Los suelos tienen distintas coloraciones ya sea en húmedo o en seco y por medio de estas diferencias se pueden deducir las condiciones de drenaje. Usando el método de comparación con las tablas de Munsell, se determinó el color presente en cada muestra de suelo.

## **5.4.2 Determinaciones Químicas y Fisicoquímicas.**

### **5.4.2.1 pH potencial y pH real.**

El pH influye en la solubilidad y disponibilidad de los diversos nutrimentos para las plantas, esta determinación se hizo a través del método potenciométrico, así determinar si el suelo es alcalino, neutro o ácido.

### **5.4.2.2 Porcentaje de materia orgánica.**

La presencia de la materia orgánica ya sea humificada o sin humificar tiene mucha importancia tanto en la génesis como en muchas de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Este parámetro nos permite hacer las prácticas necesarias para su rehabilitación. Esta determinación se hizo con el método de Walkley y Black<sup>1</sup>

### **5.4.2.3 Calcio y Magnesio.**

La importancia de Calcio y Magnesio radica en que son elementos principales en la nutrición de los vegetales, para determinar la cantidad presente en el suelo de estos elementos se usó el método complejométrico con EDTA, transformando los valores obtenidos en meq/100g de suelo a Kg/Ha.

### **5.4.2.4 Sodio y Potasio Intercambiables.**

El Potasio es un elemento esencial a diferencia del Nitrógeno, Azufre, Fósforo y varios otros elementos, no forma parte integral de los componentes de la planta, sin embargo, es imprescindible para las funciones fisiológicas. Con respecto al Sodio en suelos donde se presenta en exceso se intercambia con Potasio, Calcio y Magnesio

---

<sup>1</sup> Manual de prácticas para la caracterización física y química de muestras de suelo y composta de la UNAM

ocasionando graves problemas para las plantas. La concentración de Sodio y Potasio se determinó por el método de flamometría.

#### **5.4.2.5 Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.)**

Este proceso es extremadamente importante para el desarrollo de las plantas, especialmente en las regiones húmedas en donde los elementos nutritivos pueden perderse por lavado ocasionando que el empleo de fertilizantes no sea aprovechado.

El porcentaje de saturación de bases, es el porcentaje de sitios de intercambio que están ocupados por las denominadas bases intercambiables: Sodio, Potasio, Calcio y Magnesio. Se le considera también un índice de fertilidad del suelo cuando el catión Sodio se encuentra en concentraciones muy bajas.

$$\%SB = \frac{\sum Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^+, K^+}{C.I.C.T} \times 100$$

#### **5.4.2.6 Fósforo asimilable (METODO DE BRAY I).**

El Fósforo es un elemento esencial, participa activamente en los procesos bioquímicos de transferencia de energía que son vitales para la vida y crecimiento de las plantas. El método con el que se determinó la cantidad de Fósforo disponible fue el método colorimétrico de Bray utilizado en suelos ácidos y neutros.

#### **5.4.2.7 Porcentaje de carbonatos de Calcio en suelos.**

Una alta concentración de carbonato de Calcio ( $CaCO_3$ ) en los suelos confiere propiedades diferentes de textura, debido a su acción aglutinante. Cuando la concentración no es tan alta como para variar el pH, puede resultar bueno en los suelos de textura arenosos de baja productividad.



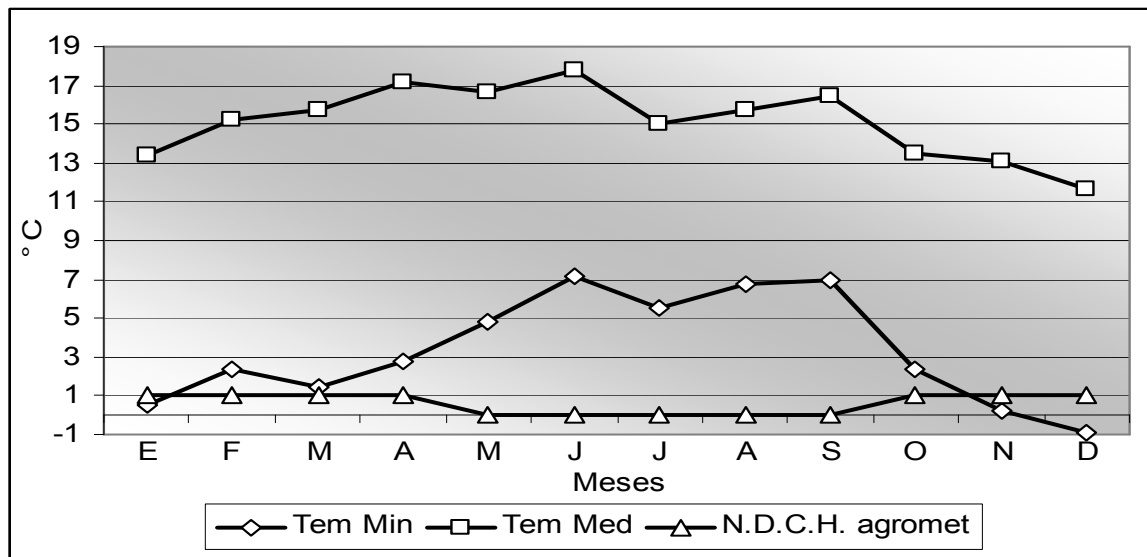
## 6. Análisis de resultados y discusión.

### 6.1 Análisis de resultados y discusión climatológica.

A partir de los datos de temperatura mínima, precipitación y evaporación que se obtuvieron de las estaciones meteorológicas; Presa: “La concepción” y “Almaraz” se elaboró;

- 1) La estación de crecimiento.
- 2) El periodo de crecimiento.

Gráfica 1. Estación de crecimiento: Presa la Concepción.

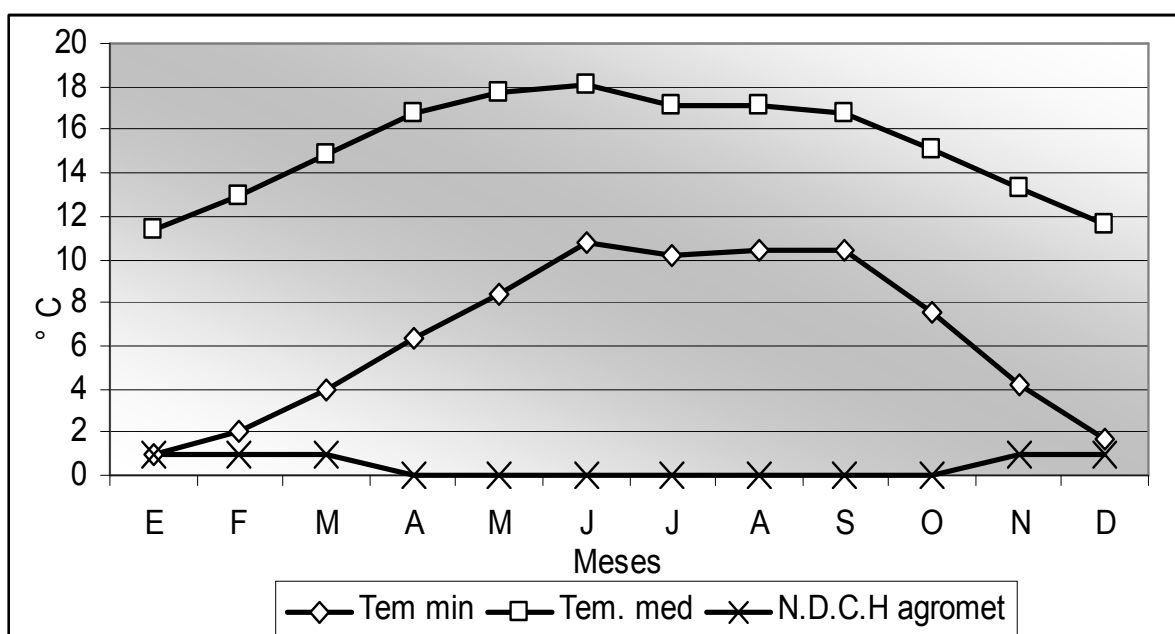


Fuente: CNA del Valle de México y sistema Cutzamala, (1953-1999) 1999 a 2004. temperatura mínima; temperatura media; N.D.C.H, número de días con heladas

En la gráfica 5 y 6, se puede apreciar la estación de crecimiento de ambas estaciones, advirtiendo que de mayo a septiembre son los meses libres de heladas, quedando 150 días disponibles para el desarrollo de cultivos susceptibles a ellas. Hay que tener presente que durante estos meses la temperatura media varía de 15 a 18 °C, con una mínima que va de 5 a 7 °C. Para los cultivos que se dan en el ciclo otoño – invierno la temperatura no es un factor limitante.

En la segunda estación (Almaraz, gráfica 6) la temperatura comienza a elevarse un mes antes que la anterior siendo abril el mes cuando empieza el periodo libre de heladas para finalizar en el mes de octubre, siendo de noviembre a marzo los meses con ocurrencia de heladas. Por lo tanto se tienen un total de siete meses libres para los cultivos susceptibles a bajas temperaturas, la media que se tiene durante los meses aptos va de 17 a 18 °C y la mínima de 6 a 11° C.

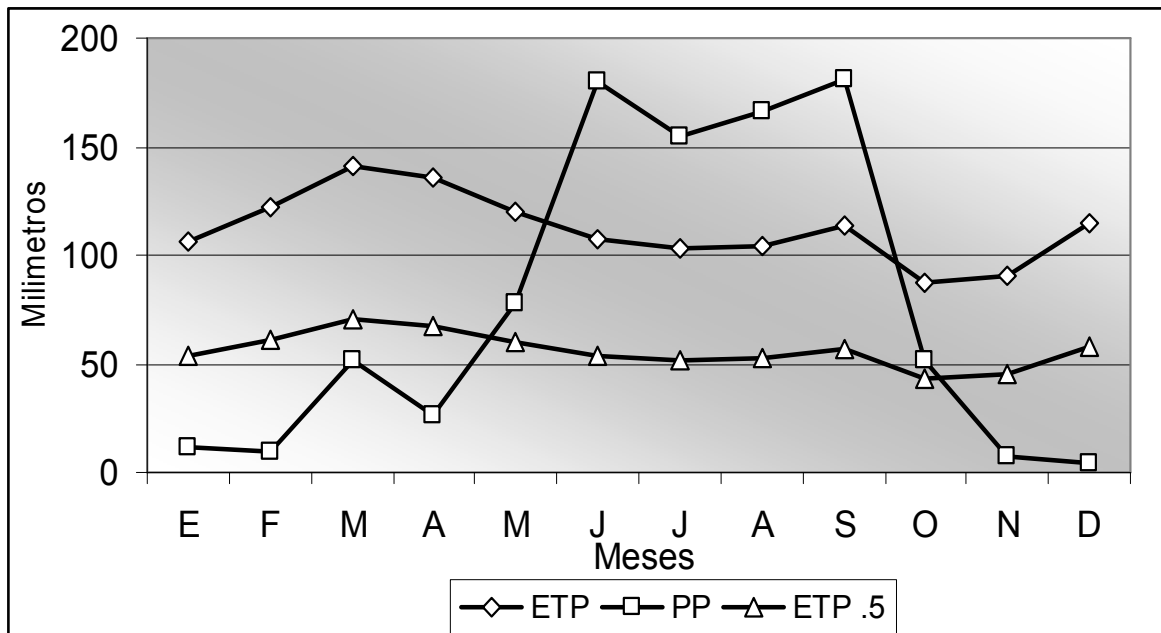
**Gráfica 2. Estación de crecimiento: Estación Almaraz**



Fuente: FES C – 4, de 1995 – 2004. Estación meteorológica Almaráz. temperatura mínima; temperatura media; N.D.C.H, número de días con heladas

De acuerdo al comportamiento de las gráficas, los meses idóneos para cultivos con susceptibilidad a heladas son cinco; mayo, junio, julio, agosto, y septiembre, pues a pesar de que la estación Almaraz tiene un periodo más largo libre de heladas, es la estación la concepción la que se encuentra más cerca de la zona de estudio por lo que nos inclinamos por ésta, sobre todo para evitar posibles heladas y daños al cultivo.

**Gráfica 3. Período de crecimiento: Presa la Concepción.**

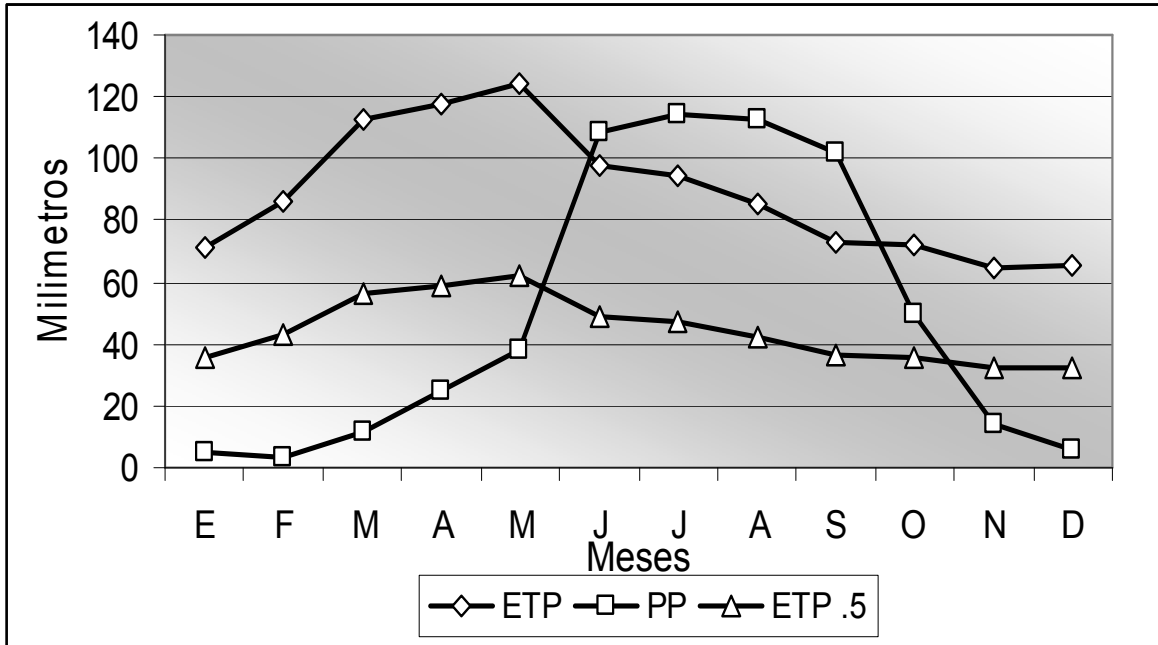


Fuente: CNA del Valle de México y sistema Cutzamala, (1953-1999) a 2004. ETP, evapotranspiración potencial; PP, precipitación; ETP.5, evapotranspiración potencial al 0.5

Las gráficas 7 y 8 nos muestran el periodo de crecimiento, haciendo notar que en la primera, la humedad disponible comienza a principios de mayo y se mantiene hasta finales de octubre, teniendo abundante precipitación durante los meses de junio a septiembre, aunque igual que con la temperatura, la lluvia disminuye en el mes de julio sin ser relevante. En la gráfica 8, la humedad disponible comienza a finales de mayo y es abundante durante los meses de junio a septiembre para terminar a finales de octubre.

En las dos gráficas se puede notar que desde mayo hasta octubre son los meses durante los cuales se tiene mayor precipitación, pero a pesar de la lluvia captada no toda es aprovechada por la planta, siendo únicamente los meses de junio a septiembre los que aprovechan el agua, por ello se toma en cuenta que para el desarrollo de las plantas será necesario riegos de auxilio, así mismo se contemplan láminas de riego para la producción de flores y hortalizas.

Gráfica 4. Período de crecimiento: Estación Almaraz.



Fuente: FES C – 4 de 1995-2004. ETP, evapotranspiración potencial; PP, precipitación; ETP.5, evapotranspiración potencial al 0.5

## 6.2 Análisis de resultados y discusión edáfica.

Los estudios realizados a las muestras, se hicieron en el laboratorio de suelos L-211, de la FES – C4, para su interpretación se utilizaron las tablas que se presentan en el anexo II.

### 6.2.1 Zona I

En la zona I se ubican seis de las parcelas donde se tomaron las muestras.

**Tabla núm. 1. Resultados de la caracterización edáfica de la Zona I.**

Muestra No.	Profundidad	Parcela
1	0-30	GARCÍA QUERO
2A	0-30	EL BOSQUE
2B	30-60	EL BOSQUE
3	0-30	TEPETATES
4	0-30	EL PARAÍSO
5	0-30	MARTINEZ E HIJOS
6	0-30	ALCANFORES

**Tabla núm. 2 Clasificación de textura y color.**

Muestra No.	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clasificación Textural	Color seco	Interpretación	Color húmedo.	Interpretación
1	42.52	20.00	37.48	Arcilloso	10 YR 4/2	Pardo grisáceo oscuro	10 YR 3/4	Pardo oscuro
2A	50.88	15.82	33.30	Arcilloso	7.5 YR 5/4	Pardo	7.5 YR 3/4	Pardo oscuro
2B	66.70	7.82	25.48	Arcilloso	7.5 YR 6/2	Gris rosado claro	7.5 YR 3/4	Pardo oscuro
3	38.72	23.64	37.64	Franco arcilloso	7.5 YR 4/2	Pardo oscuro	7.5 YR 3/2	Pardo oscuro
4	42.52	23.64	33.84	Arcilloso	10 YR 4/1	Gris oscuro	10 YR 3/1	Gris muy oscuro
5	30.52	29.64	39.84	Franco arcilloso	7.5 YR 4/6	Pardo fuerte	7.5 YR 3/2	Pardo oscuro
6	54.52	15.64	29.84	Arcilloso	2.5 Y 6/2	Gris pardo claro	2.5 Y 4/2	Pardo grisáceo oscuro

En la tabla 8, se puede ver que los suelos se clasificaron como de textura franco – arcillosa a arcillosa con valores que van del 30 al 54% de arcilla, la cual es la

limitante para las hortalizas. Por los contenidos de arcilla solo se pueden esperar problemas en la muestra 2A y 6 ya que la muestra 2B que presenta 66% no fue tomada en cuenta debido a que por lo regular las hortalizas no alcanzan esta profundidad, por otro lado al promover la agregación, adicionando materia orgánica esto podría no ser un problema.

Los colores que tienen estos suelos varían considerablemente encontrando colores como pardo grisáceo oscuro, pardo, pardo oscuro, pardo fuerte, gris pardo claro, el color que se diferencia de los otros es el de la muestra 2B pues es gris rosado claro, se le atribuye a que es una muestra recolectada de 30-60 cm. de profundidad, esto cuando el suelo esta seco, por que al mojarse el color que prevalece es el pardo oscuro, manifestándose también el gris oscuro, lo que indica poca existencia de materia orgánica. En general no se observaron moteados lo cual indica que no se tienen problemas de drenaje a pesar de que se tratan de suelos de textura arcillosa.

**Tabla núm. 3. Densidad real, densidad aparente y % de espacio poroso.**

Muestra No.	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> ) min.	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> ) máx.	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> ) prom.	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) min.	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) máx.	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) prom.	% de Espacio poroso.
1	2.19	2.32	2.27	1.02	1.10	1.07	52.86
2A	1.96	2.08	2.10	0.98	1.06	1.03	50.95
2B	2.32	2.44	2.37	1.06	1.14	1.09	54.01
3	2.25	2.27	2.26	1.04	1.16	1.09	51.77
4	2.30	2.46	2.38	1.08	1.19	1.15	51.68
5	2.25	2.38	2.31	0.94	1.03	0.99	57.14
6	2.38	2.44	2.41	1.07	1.18	1.13	53.11

Se tienen valores de densidad aparente mayor a 1 para prácticamente todas las muestras. La densidad real fue mayor al 2, siendo 2.10 el valor mínimo y 2.41 el máximo, por lo que en todos los casos el porcentaje de espacio poroso es mayor al 50 % sin sobrepasar el 60%. Los valores óptimos de densidad real como aparente son aquellos que al relacionarlos nos dan un % de espacio poroso cercano al 50%, lo que nos indica que en estos suelos se tiene buen drenaje y no hay compactación en el suelo (Tabla núm. 9).

El pH potencial que se encuentra en esta zona varía de extremadamente ácido a muy fuertemente ácido y se manifiestan condiciones de acidez que pueden ocasionar problemas a cultivos sensibles. Para el pH real los valores al igual que el anterior son diversos, cambiando desde 5.15 extremadamente ácido, a 7.10 neutro, quedando claro de que son suelos ácidos los que predominan en la zona.

**Tabla núm. 4. pH potencial, y pH real.**

Muestra No.	pH potencial	Interpretación	pH real	Interpretación
1	4.98	Muy fuertemente ácido	6.06	Medianamente ácido
2A	4.47	Extremadamente ácido	5.56	Fuertemente ácido
2B	4.73	Extremadamente ácido	5.15	Extremadamente ácido
3	4.85	Muy fuertemente ácido	5.80	Medianamente ácido
4	5.29	Ligeramente ácido	7.10	Neutro
5	5.00	Muy fuertemente ácido	6.06	Medianamente ácido
6	5.24	Fuertemente ácido	6.74	Muy ligeramente ácido

El porcentaje de materia orgánica se divide en; mediano para las muestras 2A, 4, y 6, rico para la 1 y 5, muy rico la 3 y pobre la 2B la cual fue tomada a una mayor profundidad. Mostrando con lo anterior que la materia orgánica que se encuentra en cada lugar varía considerablemente y su aplicación se debe hacer de acuerdo al contenido de cada parcela muestreada. Hay que tomar en cuenta que no se puede generalizar del todo porque cada lugar tiene sus propias necesidades. La cantidad de Nitrógeno total que se encuentra en la mayoría de las parcelas es pobre, encontrando solo en las muestras 3 y 5, un contenido medio de Nitrógeno.

**Tabla núm. 5. % de Materia orgánica, % de Nitrógeno total.**

Muestra No.	% M.O. Min.	% M.O. Max.	% M.O. Prom.	Interpretación	%N total.	Interpretación.
1	1.81	2.00	1.93	Rico	0.141	Medio pobre
2A	1.26	1.45	1.39	Mediano	0.098	Muy pobre
2B	0.18	0.54	0.36	Pobre	0.014	Extra pobre
3	2.49	2.87	2.74	Muy rico	0.194	Medio
4	1.60	2.13	1.83	mediano	0.124	Medio pobre
5	2.31	2.52	2.45	Rico	0.180	Medio
6	1.05	1.41	1.23	Mediano	0.082	Muy pobre

La cantidad de Calcio que se encuentra en casi todos los terrenos es bajo o moderado, por lo que son suelos pobres en este elemento lo cual se correlaciona con el pH bajo que presentan. En referencia al Potasio, se puede observar que es muy variable en cada parcela, encontrándose bajo en las muestras 1, 2B, y 3, recordando que la muestra 2B fue tomada a una mayor profundidad, para la 2A y 4 son moderados, por último la 5 y 6 son altos en este elemento. En cuanto a Magnesio, se encuentra en buenas cantidades para 4 de las muestras y moderados para la 2A y 6, teniendo solo un valor bajo que pertenece a la muestra 5. La condición de cada suelo se atribuye a que cada uno tiene manejo diferente (tabla 12).

**Tabla núm. 6. Kilogramos por hectárea de Calcio, Potasio, Magnesio.**

Muestra No.	Ca <sup>+2</sup> Kg/Ha	Interpretación.	K <sup>+</sup> Kg/Ha	Interpretación.	Mg <sup>+2</sup> Kg/Ha	Interpretación.
1	1219.80	Bajo	235.85	Bajo	943.74	Alto
2A	2039.40	Bajo	605.42	Moderado	519.12	Moderado
2B	2485.20	Bajo	160.17	Bajo	1294.92	Alto
3	2629.08	Moderado	135.56	Bajo	1326.31	Alto
4	3381.00	Moderado	591.46	Moderado	1490.40	Alto
5	2138.40	Bajo	2254.88	Alto	261.36	Bajo
6	4339.20	Moderado	1494.44	Alto	894.96	Moderado

La Capacidad de intercambio catiónico que se presenta para todos los terrenos es muy baja, lo que influye considerablemente en la cantidad de los elementos a retenerse en el suelo. El porcentaje de saturación de bases se mantiene por arriba del 40 %, sin sobrepasar el 75 %, lo que nos indica que el suelo se encuentra poco ocupado por bases de Sodio, Potasio, Calcio y Magnesio, en su mayoría son los protones H<sup>+</sup> los que ocasionan la extremada acidez y los cuales conviene neutralizar a través del encalado.

La concentración de Fósforo que se tiene es muy baja para todas las parcelas (excepto la muestra 3, que tiene un contenido medio) ya que al transformarlas a kilogramos por hectárea prácticamente todas resultaron ser pobres en este elemento, esto se debe a que en suelos ácidos se tiene fijación de Fósforo lo que hace que



disminuya su disponibilidad, además de que el contenido de materia orgánica es bajo, por lo que se hace necesaria la fertilización fosfatada y la aplicación de materia orgánica.

**Tabla núm. 7. Capacidad de intercambio catiónico total, Calcio, Magnesio Potasio, Sodio intercambiable y % de Saturación de Bases (meq/100g de suelo).**

Muestra No.	C.I.C.T	Interpr.	Ca <sup>+2</sup>	Interpr	Mg <sup>+2</sup>	Interpr	K <sup>+</sup>	Interpr.	Na <sup>+</sup>	% SB	Interpr.
1	10.80	Muy baja	1.90	Muy baja	2.45	Media	0.19	Muy baja	0.26	44.43	<b>Media</b>
2A	11.10	Muy baja	3.30	Baja	1.40	Media	0.50	Media	0.04	47.26	<b>Media</b>
2B	14.40	Muy baja	3.80	Baja	3.30	Alta	0.13	Muy baja	0.59	54.24	<b>Media</b>
3	16.53	Muy baja	4.02	Baja	3.38	Alta	0.11	Muy baja	0.09	45.93	<b>Media</b>
4	15.70	Muy baja	4.90	Baja	3.60	Alta	0.44	Media	1.02	63.43	<b>Alta</b>
5	10.80	Muy baja	3.60	Baja	1.10	Baja	1.95	Alta	0.26	63.95	<b>Alta</b>
6	16.00	Muy baja	6.40	Media	3.30	Alta	1.13	Alta	0.80	72.70	<b>Alta</b>

**Tabla núm. 8. Concentración de Fósforo.**

Muestra No.	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Concentración ppm	Kg/Ha	Interpretación
1	1.07	0.59913	1.92	pobre
2A	1.03	2.99323	9.25	pobre
2B	1.09	0.54594	1.79	pobre
3	1.09	4.92746	16.11	mediano
4	1.15	0.69101	2.38	pobre
5	0.99	1.00532	2.99	pobre
6	1.13	3.04158	10.31	pobre

Ya que los suelos resultaron ser ácidos, se obtuvo la necesidad de cal que cada terreno necesita para poder hacer una mejora a los terrenos y así obtener mejores rendimiento de los cultivos al aumentar el pH. La muestra 2 es la que más requiere del encalado de 2.8 a 5.2 ton CaCO<sub>3</sub>/Ha, después le sigue la 1, 3 y 5, con 2.2, 3.4, 2.8 ton CaCO<sub>3</sub>/Ha respectivamente, por último la 4 y 6 con 1.6 ton CaCO<sub>3</sub>/Ha.

**Tabla núm. 9. Necesidad de material de encalado CaCO<sub>3</sub>.**

Muestra No.	Necesidad de material de encalado Tons. de CaCO <sub>3</sub> /Ha
1	2.2
2A	5.2 – 4.5
2B	3.4 – 2.8
3	3.4
4	1.6 o menos
5	2.8
6	1.6

### 6.2.2. Zona II

En la zona II se ubica:

**Tabla núm. 10. Resultados de la caracterización edáfica de la Zona II**

Muestra No.	Profundidad	Parcela.
7	0-30	LEONARDO

**Tabla núm. 11. Clasificación de textura y color.**

Muestra No.	% Arcilla	% Limo	% Arenas	Clasificación Textural	Color seco	Interpr.	Color húmedo.	Interpre.
7	40.36	22.00	37.64	Franco Arcilloso	5 YR 5/1	Gris	5 YR 3/1	Pardo grisáceo

Esta parcela tiene 40.36% de arcilla, 22% de limo y 37.64% de arenas, quedando clasificado como un suelo de textura franco arcillosa. El color que presenta cuando en seco es gris, mientras que en húmedo es pardo grisáceo (Tabla 17).

**Tabla núm. 12. Densidad real, densidad aparente y % de espacio poroso.**

Muestra No.	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> ) min.	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> ) max.	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> ) prom.	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) min.	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) max.	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) prom.	% de Espacio poroso.
7	2.22	2.59	2.34	1.04	1.15	1.10	53.16

La densidad aparente y real es de 1.10 y 2.34 con un espacio poroso de 53.16%, por lo que no se presentan impedimentos para el desarrollo de las raíces.

**Tabla núm. 13. pH potencial, y pH real.**

Muestra No.	pH potencial	Interpretación	pH real	Interpretación
7	4.83	Muy fuertemente ácido	6.00	Medianamente ácido

El rango de pH que presenta esta zona, es muy fuertemente ácido a medianamente ácido, por lo que requerirá la adición de material de encalado para evitar toxicidad por algunos microelementos.

**Tabla núm. 14. % de Materia orgánica, % de nitrógeno Total.**

Muestra No.	% M.O. Min	% M.O. Max	% M.O. Prom	Interpretación	%N tot.	Interpretación.
7	1.71	2.29	1.91	Rico	0.133	Medio pobre

La cantidad de materia orgánica que contiene va de 1.71 a 2.29 por lo que es un suelo rico en contraste con el Nitrógeno total que es medio pobre 0.133%.

**Tabla núm. 15. Kilogramos por hectárea de Calcio, Potasio, Magnesio.**

Muestra No.	Ca <sup>+2</sup> Kg/Ha	Interpretación	K <sup>+</sup> Kg/Ha	Interpretación	Mg <sup>+2</sup> Kg/Ha	Interpretación
7	3932.45	Moderado	89.33	Bajo	2217.43	Alto

En esta zona se tiene una cantidad moderada de Calcio, alta de Magnesio y baja de Potasio en Kg/Ha resultando ser el más pobre de estas tres bases, por lo que nos hace pensar que es necesaria la aplicación de alguna fuente de Potasio.

**Tabla núm. 16. Capacidad de intercambio catiónico total, Calcio, Magnesio Potasio, Sodio intercambiable y % de Saturación de Bases. (meq/100g de suelo)**

Muestra No.	C.I.C.T.	Interpr	Ca <sup>+2</sup>	Interpr	Mg <sup>+2</sup>	Interpr	K <sup>+</sup>	Interpr	Na <sup>+</sup>	% SB	Interpr.
7	15.26	Muy baja	5.98	Media	5.62	Alta	0.07	Muy baja	0.11	77.21	Alta

La capacidad que tiene para intercambiar cationes es muy baja de solo 15.26 miliequivalentes por cada 100 gramos de suelo, por lo que no se espera buena retención de nutrimentos. Los contenidos de Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio en

meq/100g de suelo de 5.98, 5.62, 0.07 y 0.11 respectivamente. La concentración de las bases intercambiables en términos generales son bajas, lo que ocasiona el pH tan bajo que se presenta en esta zona, el porcentaje de saturación de bases es del 77.21 lo que indica que el 22.79% de los sitios de intercambio están ocupados por elementos ácidos.

**Tabla núm. 17. Concentración de Fósforo.**

Muestra No.	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Concentración ppm	Kg/Ha	Interpretación
7	1.10	0.94246	3.10	Pobre

La concentración obtenida de Fósforo es de 0.94246 expresado en ppm, es decir que en total tiene 3.10 kilogramos por hectárea siendo pobre en este elemento.

**Tabla núm. 18. Necesidad de material de encalado CaCO<sub>3</sub>.**

Muestra No.	Necesidad de material de encalado Tons. de CaCO <sub>3</sub> /Ha
7	2.2 – 1.6

La cantidad de cal (CaCO<sub>3</sub>) que necesita para el mejoramiento del suelo es de 1.6 a 2.2 toneladas por hectárea, y la adición se hará en distintas etapas y de acuerdo al tipo de material de encalado más accesible.

### 6.3.3 Zona III

Finalmente en la zona III se encuentran las parcelas:

**Tabla núm. 19. Resultados de la caracterización edáfica de la Zona III.**

Muestra No.	Profundidad	Parcela
8	0-30	EL ROSARIO
9	0-30	EL MIRADOR
10	0-30	TECNOVAN
11A	0-30	RANCHO RUEDA
11B	0-30	RANCHO RUEDA

**Tabla núm. 20. Clasificación de textura y color.**

Muestra No.	% Arcilla	% Limo	% Arenas	Clasificación Textural	Color seco	Interpr.	Color húmedo.	Interpretación
8	36.52	21.64	41.84	Franco arcilloso	10 YR 5/2	Pardo grisáceo	10 YR 3/2	Pardo grisáceo muy oscuro
9	56.70	17.82	25.48	Arcilloso	7.5 YR 4/4	Pardo oscuro	7.5 YR 3/2	Pardo oscuro
10	40.52	25.64	33.84	Arcilloso	2.5 Y 4/0	Gris oscuro	2.5 Y 2/0	Negro
11A	40.70	23.82	35.48	Arcilloso	7.5 YR 5/4	Pardo	7.5 YR 3/2	Pardo oscuro
11B	50.70	19.82	29.48	Arcilloso	7.5 YR 5/4	Pardo	7.5 YR 3/4	Pardo oscuro

La clasificación textural que presentan la mayoría de los suelos ubicados en la zona III es de tipo Arcilloso, con un porcentaje de arcilla mayor al 40%, la muestra 8 es la única distinta con un 36.52% de arcillas, el tipo de textura puede afectar el desarrollo de tubérculos por lo que se deberá promover una agregación adecuada en estos suelos. Los colores son muy variables, sin embargo el color café o pardo es el que sobresale y solo la muestra 10 difiere porque presenta color gris oscuro, esto en suelo seco; en húmedo el color que predomina es el pardo oscuro, a excepción también de la muestra 10 que es de color negro.

**Tabla núm. 21. Densidad real, densidad aparente y % de espacio poroso.**

Muestra No.	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> ) min.	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> ) max.	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> ) prom.	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) min.	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) max.	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) prom.	% de Espacio poroso.
8	1.57	1.83	1.70	1.00	1.13	1.09	35.88
9	2.20	2.41	2.33	1.03	1.15	1.08	53.65
10	1.74	2.02	1.86	0.95	1.10	0.99	46.77
11A	2.35	2.44	2.38	0.91	1.06	1.03	56.72
11B	2.27	2.56	2.38	0.98	1.05	1.03	56.72

La densidad real en las muestras 8 y 10 tienen un valor de 1.70 y 1.86 respectivamente, mientras que las muestras 9, 11A y 11B sus valores son de 2.33, 2.38 y 2.38 g/cm<sup>3</sup>. La densidad aparente tiene un valor promedio cercano a 1.00 g/cm<sup>3</sup> excepto para la muestra 10 que tiene un valor de 0.99 g/cm<sup>3</sup> lo que indica que

los suelos no presentan compactación a excepción de las muestras 11A y 11B que poseen un porcentaje de espacio poroso superior al 56%. Por sus características físicas se espera que esta zona tenga más problemas de drenaje que en el resto, por ello se deberán añadir materiales de encalado y materia orgánica para mejorar el suelo.

**Tabla núm. 22. pH potencial, y pH real.**

Muestra No.	pH potencial	Interpretación	pH real	Interpretación
8	4.20	Extremadamente ácido	5.61	Medianamente ácido
9	4.10	Extremadamente ácido	5.26	Fuertemente ácido
10	4.86	Muy fuertemente ácido	6.00	Medianamente ácido
11A	4.60	Extremadamente ácido	5.61	Fuertemente ácido
11B	4.70	Muy fuertemente ácido	5.65	Fuertemente ácido

El pH potencial es de 4, es decir que el suelo es extremadamente ácido a muy fuertemente ácido, y el pH real es de 5 a 6 que va de fuertemente ácido a medianamente ácido, esto nos restringe el uso de estos suelos para cultivos sensibles a la acidez.

La cantidad de materia orgánica que se encontró en tres de las cuatro parcelas es superior al 2 %, con lo que nos dice que son ricas, en tanto que las muestras 8 y 11B que son las de menor valor tienen un % de M.O mediano. En cuanto al porcentaje de Nitrógeno que tiene cada parcela se relaciona con la cantidad de materia orgánica, puesto que los que tienen mayor cantidad de esta son los que poseen mayor cantidad de Nitrógeno y las que tienen menor cantidad de M.O son muy pobres en este elemento, por lo que se requerirá aplicarla ya sea como abonos o compostas.

**Tabla núm. 23. % de Materia orgánica, % de Nitrógeno Total.**

Muestra No.	% M.O. Min	% M.O. Max	% M.O. Prom	Interpretación	%N tot.	Interpretación
8	0.89	1.06	0.95	Mediano	0.069	muy pobre
9	1.96	2.30	2.13	Rico	0.152	medio
10	1.96	2.51	2.27	Rico	0.153	medio
11A	2.12	2.31	2.24	Rico	0.165	medio
11B	1.59	1.78	1.72	Mediano	0.124	medio pobre

La cantidad de Calcio que se encuentra en estas parcelas es moderado en las muestras 8, 10, 11B, y bajo, para la 9 y 11A. El Potasio se establece bajo para la muestra 8, moderado en la 9, 10 y alto para la muestra 11 tanto A como B. El comportamiento que tiene el Magnesio es muy bajo para la muestras 9 y 11B, moderado para la 8 y 11A y alto en la 10, esto se pone de manifiesto en el % de saturación de bases que es medio.

**Tabla núm. 24. Kilogramos por hectárea de Calcio, Potasio, Magnesio.**

Muestra No.	Ca <sup>+2</sup> Kg/Ha	Interpretación	K <sup>+</sup> Kg/Ha	Interpretación	Mg <sup>+2</sup> Kg/Ha	Interpretación
8	2877.60	Moderado	160.17	Bajo	418.56	Moderado
9	2138.40	Bajo	714.16	Moderado	38.10	Muy bajo
10	4039.20	Moderado	145.48	Muy bajo	1354.32	Alto
11A	1668.60	Bajo	1135.16	Alto	444.96	Moderado
11B	2595.60	Moderado	908.12	Alto	24.23	Muy bajo

La capacidad de intercambio catiónico que tienen es muy baja para todas las muestras ubicándose por debajo de 20, y la capacidad que tienen de intercambio los elementos; Calcio es baja exceptuado la 10 que es media; Magnesio que va de media (8y 11A) a baja (9 y 11B) y solo la 10 es alta; Potasio tiene muy baja cantidad de este elemento en las muestras 8 y 10, en la 9 es media, en la 11A, y 11B la C.I.C.T es alta. Estos suelos tienen más del 50% de Saturación de bases, esto quiere decir que se encuentran en la media e inclusive la 11B que es menor entra en este rango, la única superior es la 10 que tiene 61.81% siendo alto su porcentaje.

**Tabla núm. 25. Capacidad de intercambió catiónico total, Calcio, Magnesio Potasio, Sodio intercambiable y % de Saturación de Bases. (meq/100g de muestra)**

Muestra No.	C.I.C.T.	Interpr.	Ca <sup>+2</sup>	Interpr	Mg <sup>+2</sup>	Interpr	K <sup>+</sup>	Interpr	Na <sup>+</sup>	% SB	Interpr.
8	11.40	Muy baja	4.40	Baja	1.60	Media	0.13	Muy baja	0.48	57.92	Media
9	9.50	Muy baja	3.30	Baja	0.10	Baja	0.57	Media	0.91	51.30	Media
10	18.30	Muy baja	6.80	Media	3.80	Alta	0.13	Muy baja	0.59	61.81	Alta
11A	11.10	Muy baja	2.70	Baja	1.80	Media	0.94	Alta	0.37	52.35	Media
11B	11.80	Muy baja	4.20	Baja	0.10	Baja	0.75	Alta	0.15	44.10	Media

La cantidad de Fósforo que se encuentra en estas parcelas es relativamente baja por lo que la cantidad que hay por hectárea es pobre, teniendo así valores que van de 2 a 2.84 los más bajos y de 8.60 el más alto, no por ello menos pobre.

**Tabla núm. 26. Concentración de Fósforo.**

Muestra No.	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Concentración final ppm	Kg/Ha	Interpretación
8	1.09	0.86992	2.84	Pobre
9	1.08	0.73936	2.40	Pobre
10	0.99	2.89651	8.60	Pobre
11A	1.03	0.71518	2.21	Pobre
11B	1.03	0.66683	2.06	Pobre

**Tabla núm. 27. Necesidad de material de encalado CaCO<sub>3</sub>**

Muestra No.	Necesidad de material de encalado Tons. de CaCO <sub>3</sub> /Ha
8	2.2
9	4.5
10	3.4
11A	4.0
11B	2.8

La cantidad de encalado que cada una de las parcelas necesita es muy variado, ya que a pesar de tener valores de pH parecidos de 5 a 6, no todas estas parcelas necesitan tanta adición como es el caso de las muestras 9, 10 y 11A, las cuales requieren de 4.5, 3.4 y 4 toneladas por hectárea, la 8 y 11B son las que requieren 2.2 y 2.8 respectivamente, es conveniente cuidar que las cantidades que se pretende aplicar no se sobrepase por que a la larga podría ocasionar un sobreencalado, lo que producirá otra serie de problemas.



## **7. Conclusiones y recomendaciones.**

- ◆ A través de la elaboración del mapa de la zona de estudio se logro hacer la delimitación y ubicación de las diferentes parcelas donde se tomaron las muestras de suelo. El mapa fue proporcionado a los miembros de la Asociación Municipal de Productores Rurales (AMPR) de la comunidad; “Los Dolores” para su uso en la programación de diversos trabajos futuros.
- ◆ La estación de crecimiento (meses libres de heladas) son de mayo a septiembre y el periodo de crecimiento (meses de humedad disponible), son de junio a septiembre, es en éste período donde se encuentran las mejores condiciones para el desarrollo de los cultivos en especial los que no soportan las bajas temperaturas, teniendo 120 días para la producción, por lo que en estas fechas es el tiempo considerado para aprovechar las condiciones climáticas del lugar, por ello se establecen las fechas de siembra entre los últimos días de abril y principios de mayo de preferencia o a más tardar a finales de este mes, porque de no ser así, existiría la probabilidad de una ocurrencia de heladas antes de la cosecha, además se debe tomar en cuenta que si se siembra antes de junio no habrá problemas de heladas pero si será necesario un riego antes de la plantación, mientras se esperan las lluvias.
- ◆ El comportamiento de la humedad es importante ya que esta zona presenta inconvenientes, encontrando deficiencias de agua, y debido a que los cultivos requieren de riegos continuos y en la zona solo existe un riego de auxilio en algunas parcelas, es insuficiente para su desarrollo, en especial para las hortalizas que son las que más la requieren. Por otro lado durante la temporada de lluvias, se debe cuidar el cultivo sobre todo de flores para evitar que a causa de la excesiva humedad se presenten enfermedades que disminuyan su calidad.

- ◆ En general, el clima se presta para establecer tanto flores como hortalizas puesto que las primeras requieren de aproximadamente 90 a 120 días como máximo y las segundas requieren mínimo de 85 días y máximo de 100 para desarrollarse. Sin embargo los datos proporcionados en este trabajo sobre flores y hortalizas son generales por lo que solo sirven para tener una visión a grandes rasgos sobre los requerimientos de los cultivos, por ello es necesario que posteriormente se haga un estudio para determinar las características de cada variedad de flores y hortalizas especificando con más detalle sus necesidades, para así obtener un manejo agronómico apropiado en cada cultivo que se establezca.
- ◆ Los suelos de la zona I son de textura franco – arcillosa para la muestra 5 y 6 que corresponden a los Tepetates y Martínez e hijos, el resto de las muestras son de textura arcillosa es decir la 1 (García Quero), 2A, 2B (el Bosque), 4 (El paraíso) y 6 (Alcanfores) a pesar de ser del grupo de los arcillosos no tiene grandes problemas de drenaje favoreciendo una buena agregación, los suelos que predominan en esta zona son ácidos ya que solo se encontró uno con pH neutro que fue la parcela del Paraíso, debido a la acidez que se encuentra, la capacidad de intercambio de nutrientes del suelo a la planta es muy bajo, por lo que los elementos a pesar de estar en cantidades altas, moderadas y bajas no se permite el intercambio de protones de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ . Lo que nos indica que el porcentaje de saturación de bases se encuentra poco ocupado por Sodio y los elementos antes mencionados. Esto nos lleva a notar la incapacidad que estos elementos tienen para moverse en el suelo, debido principalmente a la cantidad de protones  $\text{H}^+$  que se encuentra en la arcilla del suelo. Por esta razón es necesaria la aplicación de encalado, que tiene la finalidad de mejorar el intercambio Catiónico. La cantidad de materia orgánica en estas parcelas es buena por lo que es conveniente conservar y mejorar la cantidad que se tiene en cada una de ellas, la consecuencia de esto es el óptimo desarrollo y funcionamiento del sistema radicular de las plantas. El Nitrógeno que se tiene para la mayoría de las parcelas es pobre o medio, por

lo que es preciso aumentar la cantidad de este elemento en el suelo mediante una fuente nitrogenada. El Fósforo asimilable es pobre, además de poca disponibilidad, debido principalmente al pH del suelo por lo que se requerirán aplicaciones de materiales fosfatados. A pesar de la acidez tanto las hortalizas como las flores tienen adaptación satisfactoria para su desarrollo, siempre y cuando no sea excesiva, y donde se encuentre más bajo con la aplicación de encalados será suficiente para incrementarlo.

- ◆ En la zona II, se encuentra la muestra 7 perteneciente a la parcela Leonardo la cual tiene una textura franco arcillosa sin problemas de drenaje, asemejándose a dos de las parcelas de la zona 1, éste es un suelo ácido, por lo que presenta deficiencias en la capacidad de absorción de nutrientes, a pesar de ser rico en materia orgánica, no tiene una cantidad suficiente de Nitrógeno siendo medio pobre, debiendo cuidar y manejar adecuadamente la adición de nutrientes necesarios igual que en la zona I. Las cantidades de los elementos de Calcio son moderado, y Magnesio alto, siendo Potasio el más bajo, y la disponibilidad de intercambio de nutrientes y de sodio es muy baja, lo que nos lleva a ver la necesidad de mejorar la capacidad de intercambio de elementos, así como su contenido en el suelo ya que el porcentaje de saturación de bases es alto.
  
- ◆ Los suelos de zona III son de textura arcillosa en las muestras, 9 (El mirador), 10 (Tecnovan) 11A y B (Rancho rueda), encontrando solo en la muestra 8 (El rosario) uno franco-arcilloso, esta zona al igual que las anteriores indica que son suelos ácidos con una cantidad de materia orgánica que va de medio a rico, en tanto que el porcentaje de Nitrógeno depende de la cantidad de materia orgánica que se encuentre en cada parcela. La cantidad de los elementos obedece a la forma en que es cultivada cada parcela (prácticas agrícolas) teniendo variaciones en ellos, así el Calcio va de moderado en las muestras 8, 10 y 11B, a bajo en la 9 y 11A. De Potasio se establece bajo y muy bajo para las muestras 8 y 10 respectivamente, moderado para la 9 y alto

para la 11A y B. Mientras que Magnesio va de muy bajo en la muestra 9 y 11B, a moderado en la 8 y 11A y alto en la 10. Pero al igual que en las dos zonas anteriores la forma en que se encuentran estos elementos no es aprovechable, porque la C.I.C.T. es muy baja. La saturación de bases que se encuentra en esta zona no es adecuada debido a los pH ácidos que se encuentran, esto puede ocasionar deficiencia de elementos como el Calcio y el Magnesio. Mientras que la cantidad de Fósforo que se tiene es pobre, por ello también es necesaria la aplicación de cal para una mayor disponibilidad, así como la incorporación de fertilizantes fosfóricos.

### **Recomendaciones.**

- ◆ La adaptación de flores y hortalizas en esta zona se dará apropiadamente al realizar prácticas agrícolas adecuadas, como la preparación del suelo, la adición de abonos orgánicos nitrogenados, como el estiércol de vaca el cual debe estar descompuesto, con esto se mejorará la estructura del suelo, además de complementarlo con la aplicación de fertilizantes químicos que contengan Nitrógeno, Fósforo y Potasio, estos se incorporarán de manera fraccionada para evitar su lavado, otra adición importante es el material de encalado con el que corregirá su acidez, beneficiando el intercambio de nutrientes y el desarrollo de raíces. En cuanto a plagas y enfermedades se controlarán mediante un manejo integral racionalizando el uso de químicos (herbicidas y plaguicidas) de acuerdo a las características de cada cultivo, aunque es normal que se encontrarán dificultades, pero siguiendo las recomendaciones y llevando un buen manejo agronómico se obtendrán buenos resultados en el cultivo.
- ◆ Una de las recomendaciones más importantes para la zona de estudio, sobre todo en los suelos que resultaron ser muy ácidos, es aumentar el pH a través del encalado, con materiales que se seleccionarán con base a su accesibilidad en la zona, su efecto neutralizante, manejo para su aplicación y costo, lo cual

será discutido con cada productor en particular durante la asesoría, en el caso de la zona I: Las parcelas de El Bosque, Tepetates, son las que necesitan de una mayor aportación de encalado para mejorar el suelo; en la zona II: aunque también requiere de encalado las cantidades requeridas son menores. Para la zona III: las muestras 9 y 10 son las de más requerimiento de  $\text{CaCO}_3$ , los suelos restantes necesitaran de una aportación, pero por las características y necesidades de pH de los cultivos no será tanta como en las anteriores, sin embargo es importante para mejorar la capacidad de intercambio catiónico, además de facilitar que el Fósforo retenido en el suelo se vuelva aprovechable para las plantas. Se debe tener presente que dicha adición se debe hacer con mucho cuidado, en dosis bajas y poco a poco ya que si se excede en este elemento, el resultado sería contraproducente y en vez de mejorar el suelo se contribuiría a empeorarlo.

- ◆ De acuerdo a la cantidad de materia orgánica que se encuentra en la zona I, se puede ver que unas parcelas tienen una cantidad razonable, por lo que es conveniente conservarlas, mientras en las parcelas 2A y B, 4, 6, se hace necesitara la adición, sobre todo en la del Bosque (2) porque a mayor profundidad es más pobre. En la zona II y III se debe conservar la que se tiene para las muestras 7, 9, 10, y 11A, en cuanto a la 8 y 11B será necesaria la adición de material orgánico.
- ◆ Los cultivos de flores, seleccionados para proponer su establecimiento son; El crisantemo (*Chrysanthemum L.*), la dalia (*Dalia variabilis*), el clavel (*Dianthus caryophyllus L.*), la gardenia (*Gardenia jasminoides*), perritos (*Antirrhium majus L.*), tulipán (*Tulipa sp.*), gladiolos (*Gladiolus sp.*) por sus características se adaptan al clima, sin embargo es necesario que se elijan variedades resistentes al frío, esta selección se llevara acabo en una segunda parte donde se especifiquen las características de cada variedad y haciendo pruebas previas al establecimiento del cultivo. En cuanto a los suelos algunos de estos cultivos los prefieren sueltos, pero se desarrollan en suelos franco

arcillosos, además de agradecerles los suelos ácidos, por lo que se pueden establecer en las parcelas muestreadas, a pesar de que unos son arcillosos y otros franco arcillosos, al mejorar el suelo por medio de abonos orgánicos será favorable. Las características que la flor debe tener para el mercado, sobre todo las de flor de corte son específicas, porque la presentación debe ser buena, y conviene vigilar que la humedad no sea excesiva, para así evitar problemas de enfermedades que afecten la calidad.

- ◆ Las hortalizas elegidas como propuesta son la acelga (*Beta vulgaris L*), calabaza (*Cucurbita pepo L*), cebolla (*Allium cepa L.*), chicharo (*Pisum Sativum L*), haba (*Vicia faba L.*), col común (*Brassica oleracea. L*), lechuga (*Lactuca sativa L*), rábano (*Raphanus sativus L*), espinaca (*Spinacea oleracea L*), estos cultivos son aptos para la zona, porque los parámetros que demandan de temperatura mínima son de 12 °C y máxima de 24 °C y en la zona se tiene una media de 17 a 18 °C y la mínima de 6 a 11 °C. Los suelos como ya se menciono son franco – arcillosos y arcillosos, con pH ácido esto permite que las hortalizas se puedan establecer, ya que la adaptación a estos valores es buena, no obstante en este tipo de suelos es necesario al igual que con las flores, adicionar materia orgánica, y encalados, así como darle un manejo adecuado con practicas agrícolas que se adecuen a las necesidades de cada hortaliza, las cuales se determinaran con el estudio específico posterior de cada una de ellas, por lo que también en este caso es importante la realización de ensayos previos al establecimiento final, que comprendan la evaluación de variedades, formulas de fertilización, etcétera seleccionando las mejores y obteniendo con ello más productividad.
- ◆ Los productores de la comunidad deberán tomar medidas acerca de la problemática de la falta de agua, siendo una recomendación el mejorar la estructura de riego, así dar un uso al agua eficiente, con la implementación de un sistema de riego con el cual ahorren agua.

## 8. Anexos

**Tabla núm. 1. Estación de Crecimiento. Estación Meteorológica Presa: La Concepción. Período 1999-2004**

Mes	Temperatura mínima	Temperatura media	N.D.C.H*
E	0.5	13.4	1.0
F	2.4	15.3	1.0
M	1.4	15.7	1.0
A	2.8	17.2	1.0
M	4.8	16.7	0.0
J	7.2	17.8	0.0
J	5.5	15.0	0.0
A	6.8	15.8	0.0
S	7.0	16.5	0.0
O	2.4	13.5	1.0
N	0.2	13.1	1.0
D	-0.9	11.7	1.0

Fuente: CNA del Valle de México y sistema Cutzamala (1953-1999, 1999- 2004), \* N.D.C.H. Número de días con heladas agro-meteorológicas.

**Tabla núm. 2. Estación de Crecimiento. Estación Meteorológica Almaraz. Período 1995-2004.**

Mes	Temperatura mínima	Temperatura media	N.D.C.H*
E	0.90	11.40	1.0
F	2.00	12.95	1.0
M	3.90	14.80	1.0
A	6.40	16.75	0.0
M	8.40	17.75	0.0
J	10.80	18.10	0.0
J	10.20	17.10	0.0
A	10.40	17.10	0.0
S	10.40	16.75	0.0
O	7.50	15.05	0.0
N	4.20	13.35	1.0
D	1.70	11.65	1.0

Fuente: FES C – 4, de 1994-2004, \* N.D.C.H. Número de días con heladas agro-meteorológicas

**Tabla núm. 3. Período de crecimiento. Estación Meteorológica. Presa: La Concepción. Período 1999-2004.**

Mes	ETP	pp	ETP 0.5
E	106.61	11.30	53.31
F	121.88	9.17	60.94
M	141.38	52.07	70.69
A	135.61	26.25	67.80
M	120.23	78.33	60.11
J	106.94	180.27	53.47
J	102.87	155.13	51.44
A	104.60	165.90	52.30
S	113.83	181.12	56.91
O	86.94	52.05	43.47
N	90.76	7.38	45.38
D	115.22	4.23	57.61

Fuente: CNA del Valle de México y sistema Cutzamala, (1953-1999, 1999- 2004); ETP, evapotranspiracion; pp; precipitación; ETP 0.5 evapotranspiracion al 0.5.

**Tabla núm. 4. Período de Crecimiento. Estación Meteorológica Almaraz, Período 1995-2004.**

Mes	ETP	pp	ETP .5
E	71.60	5.30	35.80
F	86.20	3.50	43.10
M	112.91	11.40	56.46
A	117.75	24.90	58.88
M	124.57	38.20	62.28
J	97.60	108.80	48.80
J	94.70	114.60	47.35
A	85.00	112.90	42.50
S	72.65	101.80	36.32
O	71.82	49.50	35.91
N	64.37	14.20	32.18
D	65.15	5.90	32.57

Fuente: FES C – 4 de 1995-2004. ETP, evapotranspiracion; pp, precipitación; ETP 0.5 evapotranspiracion al 0.5.



## TABLAS DE INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Tabla núm. 5. Reacción del suelo pH.

pH	INTERPRETACIÓN
<4.6	Extremadamente ácido
4.6 – 5.19	Muy fuertemente ácido
5.20 – 5.59	Fuertemente ácido
5.60 – 6.19	Medianamente ácido
6.20 – 6.59	Ligeramente ácido
6.60 – 6.79	Muy ligeramente ácido
6.80 – 7.19	Neutro
7.20 – 7.39	Muy ligeramente alcalino
7.40 – 7.79	Ligeramente alcalino
7.80 – 8.39	Medianamente alcalino
8.40 – 8.79	Fuertemente alcalino
8.80 – 9.39	Muy fuertemente alcalino
>9.40	Extremadamente alcalino

Fuente; R. Moreno Dahme (1978).

Tabla núm. 6. Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T) meq/100g de suelo

Rango	INTERPRETACIÓN
<5	Muy bajo
6 – 12	Bajo
13 – 25	Medio
26 – 40	Alto
>40	Muy alto

Fuente; Villarroel, 1988

Tabla núm. 7. Calcio intercambiable (meq/100g de suelo)

Rango	INTERPRETACIÓN
<2.0	Muy bajo
2.0 – 5.0	Bajo
5.1 – 10.0	Medio
10.1 – 20.0	Alto
>20.0	Muy alto

Fuente; Villarroel, 1988

Tabla núm. 8. Magnesio intercambiable (meq/100g de suelo)

Rango	INTERPRETACIÓN
< 0.5	Muy bajo
0.5 – 1	Bajo
1.1 – 3	Medio
3.1 – 8	Alto
>8.1	Muy alto

Fuente; Cochrane. T 1972

**Tabla núm. 9. Potasio intercambiable (meq/100g de suelo)**

<b>Rango</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<0.11	Muy bajo
0.11 – 0.20	Bajo
0.21 – 0.40	Medio
0.71 – 1.20	Alto
> 1.20	Muy alto

**Fuente; Cochrane. T 1972**

**Tabla núm. 10. Sodio intercambiable (meq/100g de suelo).**

<b>Rango</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
< 0.5	Muy bajo
0.5 – 0.2	Bajo
0.21 – 0.70	Medio
0.71 – 2.0	Alto
> 2.01	Muy alto

**Fuente; Cochrane. T 1972**

**Tabla núm. 11. Fósforo disponible (ppm)**

<b>Rango</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
0 – 5	Muy bajo
5 – 13	Bajo
13 – 19	Medio
19 – 28	Alto
> 28	Muy alto

**Tabla núm. 12. Saturación de bases (%)**

<b>Rango</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
< 20	Muy bajo
20 – 40	Bajo
41 – 60	Medio
61 – 80	Alto
81 – 100	Muy alto

**Fuente; Cochrane. T 1972**

**Tabla núm. 13. Materia orgánica. (%).**

<b>Rango</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
0 – 1	Muy bajo
1.1 – 2.0	Bajo
2.1 – 4.0	Medio
4.1 – 8.0	Alto
> 8.0	Muy alto

**Fuente; Villarroel, 1988**

**Tabla núm. 14. Nitrógeno total.**

<b>Rango</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
0 – 1	Muy bajo
1.1 – 2.0	Bajo
2.1 – 4.0	Medio
4.1 – 8.0	Alto
> 8.0	Muy alto

**Fuente; Villarroel, 1988**

**Tabla núm. 15. Calcio kg/ ha.**

<b>Rango</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
< 1,000	Muy bajo
1,000 – 2, 500	Bajo
2,500 – 5,000	Medio
5,000 – 10,000	Alto
> 10,000	Muy alto

**Fuente; Valencia Islas, 2002**

**Tabla núm. 16. Magnesio kg/ ha.**

<b>Rango</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
< 1 50	Muy bajo
150 – 300	Bajo
300 – 900	Medio
900 – 2,400	Alto
> 2,400	Muy alto

**Fuente; Valencia Islas, 2002**

**Tabla núm. 17. Potasio kg/ ha.**

<b>Rango</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
< 78	Muy bajo
78 – 312	Bajo
312 – 1,638	Medio
1,638, 7,480	Alto
>7,480	Muy alto

**Fuente; Valencia Islas, 2002**

## 9. BIBLIOGRAFÍA.

1. ALPI, A.; Tognoni 1999. Cultivo en invernadero. Edición Mundi-Prensa. Madrid.
2. Fersini A. 1976. Horticultura practica 2 Edición. Editorial Diana.
3. Boletín informativo 25 de agosto de 2004 “piensa y trabaja” Guadalajara, Jal., México podría ser exportador de flores
4. Boletín Núm. 060/04. SAGARPA invertirán empresarios holandeses y mexicanos cerca de 10 millones de dólares para impulsar exportaciones florícolas de nuestro país)
5. Carlson P. S.1990. Biología de la productividad de los cultivos. Primera edición. AGT Editor S.A.
6. Departamento de agricultura de los E. U. A.1987. Relación entre suelo-planta-agua. Colección: Ingeniería de suelos. Editorial Diana Servicio de conservación de suelos.
7. Enciclopedia de los Municipios de México. 2001. Estado de México. Tepetzotlán. Centro Nacional de Desarrollo Municipal. Gobierno del Estado de México.
8. Fairbank H. 1985. España. Cultivo comercial de flores al aire libre. Editorial acribia. Polimodal de la Orientación; Producción de Bienes y Servicios de la Escuela Media N° 5 de Garín Buenos Aires. 09/12/2002 (saco información de flores de ese libro)
9. FOCIR. Marzo 2005. Algunas características del mercado de ornamentales y plantas. Dirección de inteligencia competitiva sectorial.
10. Foster. B. A. 1981. Métodos aprobados en conservación de suelos. 3ra reimpresión. Editorial Trillas México.
11. Gallegos T. A. 1997. La aptitud agrícola de los suelos. Editorial trillas.
12. García G., Hernández C., Martínez L. Junio-agosto 1999. Campus Estado de México. Departamento de Economía, Estudiantes. Revista Investigación al Día Floricultura en México y entorno mundial)

13. Hammond B. H. 1974. Elementos de conservación del suelo. Fondo de cultura económica.
14. Hernández E. G. 2005, México D. F. Viernes 25 de marzo. El Universal. Hortalizas mexicanas triunfan en EU.
15. Honorato P. R. 2000 Manual de Edafología. Cuarta edición. Editorial Alfa-omega.
16. INEGI 2002. Cuaderno estadístico municipal. Tepotzotlán México.
17. Barradas V.L. 1994. Instrumentación Biometeorológica ediciones científicas universitarias.
18. León A. R. 1991. Nueva edafología. Segunda edición. Editorial Fontamara.
19. Maroto B. J. V. 2002. Madrid. Horticultura Herbácea Especial. 5ta edición. Editorial Mundi - Prensa.
20. Papadakis J. 1980. El Clima. Editor Albatros Argentina.
21. Perfil del mercado agroalimentario de México. Julio 2003. Corporación Colombia Internacional.
22. Powers E. L., Mc Sorley R. 2000. Principios Ecológicos en la agricultura. Editorial Paraninfo.
23. Raymond. A. T.G. 1989. Producción de Semillas de Plantas Hortícolas. Ediciones Mundi-Prensa. (Citado en el Boletín Biblioteca al Día. Boletín Bibliográfico N°88 Enero 2002)
24. SAGARPA. Agosto 2003. El ingreso rural y la producción agropecuaria en México (1989-2002)
25. Salunkhe D.K., Kadam S.S. 2004 Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. Editorial Acribia,
26. SEPa. Horticultura área de producción vegetal. Manuales para educación agropecuaria. Editorial -Trillas.
27. SEPb. 2000. Suelos y fertilización. Manuales para educación agropecuaria. Séptima reimpresión. Editorial Trillas.
28. Terron U, Rojo H. C. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Madrid. Editorial Mundi- Prensa.

29. Teuscher y Adler. 1985. El suelo y su fertilidad. Quinta impresión. Editorial Continental.
30. Valdez L. A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. S. A DE C. V
31. Valencia I. C., Hernández B. A. 1998. Manual de prácticas para la caracterización física y química de muestras de suelo y composta. UNAM.
32. Vidale. H. Producción de flores y plantas ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa 1992
33. Villa C. M. M., Inzunza I. M.A, Catalán V. E. A. mayo 2001. Zonificación Agroecologica de Hortalizas Involucrando Grados de Riesgo.
34. <http://www.edomexico.gob.mx/se/tepozdia.htm>