



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

ESTUDIO CLIMATICO Y EDAFICO PARA EL ESTABLECIMIENTO  
DE HUERTOS DE MANZANO (Malus sp.) EN ATZITZINTLA,  
PUEBLA.

## T E S I S

Que para obtener el Título de  
INGENIERO AGRICOLA

p r e s e n t a n

**HECTOR JESUS GARCIA MONTIEL**  
**ROBERTO RUIZ CASTRO**

Cuautitlán Izcalli

1987



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 está 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.

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCION .....	1
I.1. OBJETIVOS .....	4
I.2. HIPOTESIS .....	4
II. REVISION DE LITERATURA .....	5
II.1. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL CULTIVO - DEL MANZANO .....	5
II.1.1. Valor Nutritivo .....	5
II.1.2. Importancia Mundial .....	5
II.1.2.1. Producción Mundial y dis- tribución .....	6
II.1.3. Importancia en México .....	7
II.2. INFLUENCIA DEL CLIMA SOBRE EL CULTIVO DE MAN- ZANO .....	9
II.2.1. Temperatura .....	10
II.2.1.1. Temperaturas Bajas .....	11
II.2.1.1.1. Heladas .....	11
II.2.1.1.2. Horas Frío .....	20
II.2.1.2. Temperaturas Altas .....	29

	Página
II.2.1.2. Temperaturas Medias .....	34
II.2.2. Precipitación Pluvial .....	37
II.3. INFLUENCIA DEL SUELO SOBRE EL CULTIVO DE MAN-	
ZANO .....	43
II.3.1. Textura del Suelo .....	43
II.3.2. Humedad del Suelo .....	47
II.3.3. pH .....	50
II.3.4. Disponibilidad de Nutrientes .....	51
II.3.4.1. Nitrógeno .....	51
II.3.4.1.1. Efectos por -	
carencia o de	
masía de ni-	
trógeno .....	53
II.3.4.2. Fósforo .....	55
II.3.4.2.1. Efectos por -	
carencia de -	
fósforo .....	56
II.3.4.3. Potasio .....	57
II.3.4.3.1. Efectos por -	
carencia de -	
potacio .....	58
II.3.4.4. Calcio .....	59



II.3.4.4.1.	Efectos por carencia de calcio .....	59
II.3.4.5.	Magnesio .....	60
II.3.4.5.1.	Efectos por carencia de magnesio ..	61
II.3.4.6.	Zinc .....	62
II.3.4.6.1.	Efectos por carencia de zinc .....	62
II.3.5.	Topografía y Pendiente .....	63
III.	MATERIALES Y METODOS.....	65
III.1.	MATERIALES .....	65
III.2.	METODOS .....	66
III.2.1.	Métodos Utilizados en el Estudio - Climático .....	67
III.2.2.	Métodos Utilizados en el Estudio - Edafico .....	74
III.3.	DELIMITACION DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	76
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	79

	Página
IV.1. CLIMA .....	79
IV.1.1. Temperaturas de Primavera y Verano .	79
IV.1.2. Temperaturas de Invierno .....	84
IV.1.3. Precipitación Pluvial .....	85
IV.2. SUELO .....	88
IV.2.1. Textura .....	91
IV.2.2. pH y Conductividad Eléctrica .....	93
IV.2.3. Materia Orgánica .....	94
IV.2.4. Contenido de Nitrógeno, Fósforo y - Potasio .....	94
IV.2.5. Contenido de Calcio, Magnesio y Azu- fre .....	96
IV.2.6. Capacidad de Intercambio Cationico .	97
IV.2.7. Porcentaje de Saturación de Bases ...	98
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	99
VI. BIBLIOGRAFIA .....	103

- ANEXO    A    TABLAS  
          B    GRAFICAS  
          C    MAPAS

## I. INTRODUCCION

En México, el crecimiento inmoderado de la población, genera la demanda constante y creciente de bienes de consumo. - En contraste la producción agrícola es insuficiente debido a la constante transferencia de capitales del sector agrícola a los otros sectores de la economía, la descapitalización del sector primario provoca la escasez de alimentos. Ante una producción agrícola insuficiente e inconstante, el alza de precios se manifiesta de inmediato, sumándose a las causas iniciales del proceso inflacionario, aunado a esto, algunos productos agrícolas tienen que ser importados para satisfacer las necesidades de la población, esto es importante para la economía de México, ya que tiene una fuerte participación en el producto nacional bruto, donde el valor y la composición de las exportaciones e importaciones tienen un papel de primera magnitud.

Por esto, es urgente la reconversión del sector primario, - canalizando los recursos suficientes que estimulen la producción y el arraigo de la población del medio rural, mejorando los canales de comercialización para lograr una mejor distribución del ingreso, mediante planes de acción que promuevan el desarrollo integral de las comunidades rurales.

La producción de manzana en México, es inestable, por lo que se tiene que importar de E.U.A. y Argentina, para satis

facilitar la demanda interna de manzana es necesario aprovechar al máximo nuestros recursos naturales, planificando racionalmente el establecimiento y manejo de los huertos de manzano.

Los principales problemas que influyen en la baja producción de la manzana son: La mala ubicación y selección del terreno, variedades, porta-injertos y polinizadores inadecuados, falta de investigaciones sobre selecciones de clones más productivos, inadecuada densidad de plantación, presencia de granizo, lluvias y viento en forma tempestuosa, la baja polinización por falta de insectos polinizadores, mal manejo de post - cosecha en cuanto a conservación y comercialización.

La problemática se centra en la elección de especies y cultivares que se adapten al medio ecológico y en la selección y ubicación del terreno, una sola equivocación puede arruinar la empresa o limitar sus probabilidades de éxito.

El municipio de San Antonio Atzitzintla se encuentra en la parte oriente del Estado de Puebla, en su totalidad se dedica a la agricultura de temporal, la tecnología empleada se enmarca dentro de la tradicional y de subsistencia. Los principales cultivos son: Maíz, frijol, papa, haba, chícharo, trigo, avena, cebada, hebo y otros, en su mayoría son cultivos anuales, que en muchos de los casos son poco redituables, debido a la falta de capital, a la irregularidad de la pre-

cipitación, la presencia de siniestros climatológicos y sobre todo a la falta de investigación agrícola.

El presente trabajo pretende estimar cuales son los cultivares, polinizadores y portainjertos de manzano que más se adaptan a las condiciones climáticas y edáficas de la zona agrícola de San Antonio Atzitzintla, Puebla, en base a evaluaciones realizadas en condiciones similares y/o controladas, reportadas en la bibliografía.

### I.1. OBJETIVOS:

Estudiar las características climáticas y edáficas de la zona agrícola del Municipio de San Antonio Atzitzintla, Puebla, para estimar si tiene aptitud para cultivar el manzano (Malus sp. Mill)

### I.2. HIPOTESIS:

Si existe gran diversidad genética en el manzano (Malus sp. Mill), provocada por la reproducción sexual y/o mutaciones, entonces es posible seleccionar algunos clones para adaptarlo a condiciones de clima y suelo conocidos.

## II. REVISION DE LITERATURA

### II.1. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL CULTIVO DEL MANZANO.

El manzano (Malus pumila Mill), es originario del Cáucaso - desde el Norte del Irán en el Mar Caspio, hasta Trebisonda, en el Mar Negro. El manzano Malus sp. Mill, pertenece a la familia Rosacea, incluye veinticinco especies de las cuales sobresalen M. pumila Mill, M. Baccata (L) Bork, M. floribunda S., M. sieboldii (Reg) Rehd, M. kansuensis (Betel) y Sehneid y M. platycarpa Rehd. La mayoría de los cultivares pertenecen a M. pumila Mill. (Souty, 1965).

#### II.1.1. Valor Nutritivo.

El contenido de la manzana en vitaminas y glúcidos es uno de los mayores justificantes para utilizarla en la alimentación humana, contiene una gran cantidad de caroteno o vitamina A y vitamina C. Se puede consumir en fresco, en jugos, conservas, mermeladas, sidras y otros. La composición media de la manzana según (Souty, 1965) es:

AGUA .....	84%
CENIZAS .....	0.3%
GLUCIDOS .....	14.0
PECTINAS .....	0.4

AC. ASCORBICO .....	20	- 500 ppm.
AC. ORGANICOS .....	1.5	
TANINOS .....	0.3	
LIPIDOS .....	0.3	
PROTEINAS .....	0.3	

## II.1.2. Importancia Mundial.

### II.1.2.1. Producción Mundial y Distribución.

La producción mundial de manzana y su distribución en el mundo se puede observar en la siguiente tabla:

TABLA I PRODUCCION MUNDIAL EN MILES DE Tm.

	<u>1982</u>
EUROPA	16 995
URSS	7 400
ASIA	8 151
N.C. AMERICA	4 375
S. AMERICA	1 446
OCEANIA	522
AFRICA	502
PRODUCCION MUNDIAL	<u>39 391</u>

(ANUARIO DE PRODUCCION FAO, 1982).

La producción mundial de manzana se concentra en Europa y los principales países productores de manzana se pueden observar en la siguiente tabla:



TABLA II PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE MANZANA - MILES DE Tm.

<u>EUROPA</u>	<u>1982</u>
FRANCIA	3 016
ALEMANIA FEDERAL	2 775
ITALIA	2 200
POLONIA	1 893
<u>N.C. AMERICA</u>	
U.S.A.	3 724
<u>ASIA</u>	
CHINA	3 022
URSS	7 400

(ANUARIO DE PRODUCCION FAO, 1982).

Los principales países productores de manzana, se localizan en las zonas templadas del mundo, que se extienden del Trópico de Cáncer hasta el Círculo Polar Artico en el Hemisferio Norte y del Trópico de Capricornio hasta el Círculo Polar Antártico en el Hemisferio Sur. A nivel mundial la manzana es una de las frutas de mayor consumo (Westwrod, 1982).

### III.1.3. Importancia en México.

El consumo per - cápita de manzana en México ha aumentado - de 1.858 Kg. en 1930 a 5.521 Kg. en 1981. La producción nacional no alcanza a satisfacer la demanda interna, por lo -

que se tiene que importar, principalmente de E.U.A. y Argentina (S.P.P., 1980). En México el ascenso de los niveles de consumo, el cambio en los hábitos alimentarios, así como una oferta interna inconstante e insuficiente, se refleja en la escasez de la manzana, situación que provoca su importación como medida necesaria para satisfacer el mercado nacional. Cabe mencionar que, el comercio exterior es un factor crítico en la economía de México, ya que tiene una fuerte participación en el producto nacional bruto, donde la composición de las exportaciones e importaciones tienen un papel de primera magnitud (CONAFRUT, 1982).

En cuanto al volumen de producción, los frutales más importantes en México son: Naranja, Plátano, Mango, Limón Agrio, Uva, Aguacate, manzana, Café Oro, Durazno, Copra y Cacao. (SARH - DGEA, 1981).

TABLA III. PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE MANZANA - EN TON.

<u>ESTADO</u>	<u>PRODUCCION 1981</u>
CHIHUAHUA	151 698
COAHUILA	43 467
NUEVO LEON	38 191
DURANGO	33 847
VERACRUZ	32 982
PUEBLA	28 842
OAXACA	18 750

(SARH - DGEA, 1981).

Los cultivares de manzano más importantes en México son: - Red Delicious, Doble Red Delicious, Golden Delicious, Rome Beatuy, Jonathan, Winesap, Winter Banana, Winter Permain, - Starkrimson, Starking Delicious y Rayada de Zacatlán (FIRA, 1981).

Para el año de 1982, la superficie cosechada con manzano a nivel nacional fue de 58,300 ha. con una producción total de 356,107 ton, la cual alcanzó un valor de 4'993,263,000 de pesos (SARH-DGEA, 1983).

## II.2. INFLUENCIA DEL CLIMA SOBRE EL CULTIVO DEL MANZANO.

Montoya (1973), señaló que el clima es el factor más importante en la adaptación y producción de frutales deciduos y que es la temperatura el elemento climático más decisivo en la distribución de esas especies.

Nieto (1974), indicó que uno de los aspectos técnicos de mayor importancia, y por lo tanto, que más debe analizarse antes de establecer cualquier plantación frutícola, es el clima; y dentro de este aspecto conocer muy especialmente los factores climatológicos que pueden impedir o dificultar la producción de los diferentes grupos de frutales caducifolios, mencionó los principales problemas que el clima de México, en su región central presenta al establecimiento de plantaciones con árboles de hoja cáduca, los cuales son: insufi-

ciencia de frío invernal, las heladas de primavera, el tipo de veranos que son templados y húmedos.

### II.2.1. Temperatura.

La temperatura influye en muchos procesos físicos y fisiológicos de las plantas entre los que cabe mencionar la difusión de los gases y de los líquidos, la solubilidad de los iones y la viscosidad del agua, que afectan a la velocidad de transporte y a la transpiración. La respiración y las reacciones químicas de las plantas se incrementan con la temperatura, lo cual influye en el crecimiento, maduración y conservación de las plantas y frutos. Otros efectos importantes de la temperatura, son el preacondicionamiento otoñal, la salida del reposo y la determinación del momento de floración en primavera. Por lo anterior, las plantas mueren cuando las temperaturas rebasan los límites de un rango determinado (Westwood, 1982; Devlin, 1980).

De Fina y Ravelo (1973), indicaron que la temperatura influye no sólo en los procesos fisiológicos de la planta, sino también en la propagación y desarrollo de enfermedades en los vegetales y consideraron que el crecimiento, distribución y actividades de los insectos se incrementan con la temperatura.

## II.2.1.1. Temperaturas Bajas.

### II.2.1.1.1. Heladas.

Se denomina helada a la disminución de la temperatura por debajo de los  $0^{\circ}\text{C}$ . García (1978), señaló que existen dos tipos de heladas en base a la temperatura y contenido de humedad en la atmósfera, si la temperatura de una faja delgada próxima al suelo se reduce bajo el punto de saturación, se efectúa la condensación que puede ser en forma de rocío, si el punto de rocío está a una temperatura mayor de  $0^{\circ}\text{C}$ ; es helada blanca si el punto de saturación de la temperatura es menor de  $0^{\circ}\text{C}$ . Si la temperatura del aire desciende a valores inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$ , sin que se alcance el punto de rocío no se efectúa la condensación y por lo tanto, no se forma la helada blanca, pero las plantas sufren el efecto de la baja temperatura, en este caso la helada es seca o helada negra.

Por la causa de las heladas se distinguen dos tipos: heladas por radiación y heladas por advección, convección o de invasión de masas de aire. Por la época en que se presentan pueden distinguirse: heladas tempranas o de otoño y heladas tardías o de primavera. (Calderón, 1977; Gameros, 1977; Nieto, 1974; Enriquez, 1976; Westwood, 1982; Tabuena, 1965; Wallace, 1966).

Los daños ocasionados en los árboles de hoja cáduca por las

bajas temperaturas son: quemaduras en las especies de corteza fina; hendiduras longitudinales en el tronco, ennegrecimiento de la médula de los ramos, congelación de las raíces, muerte de las yemas en reposo a mitad del invierno, muerte del cambium en brotes, ramas y troncos, daños en las flores y frutos por heladas de primavera y otoño (Westwood, 1982).

Devlin (1980), señaló que la formación de hielo dentro de las paredes externas de una planta crea condiciones de sequía al separar agua a expensas de las células vivas y la formación de hielo fuera de una célula no solamente priva a ésta de agua libre, sino que también provoca alteraciones mecánicas, al alterar la arquitectura de la célula y destruir las propiedades de permeabilidad de las membranas.

Westwood (1982), señaló que en la naturaleza es raro se den velocidades de congelación suficientemente rápidas como para causar congelación intracelular, consideró además que los golpes de sol que tienen lugar en la cara sur de las ramas o en la cara suroeste del tronco, pueden ser causadas por congelación intracelular o por una pérdida de la resistencia al frío por temperaturas templadas.

Orlova (1968), registró que las variedades resistentes a heladas tienen un alto contenido de azúcares en las ramas y yemas; en la variedad susceptible a heladas Belyj Naliv el contenido de azúcares es bajo especialmente en la corteza, encontró relación con disturbios en la dormancia y un incre

mento en la respiración.

Benko (1969), indicó que trabajó durante tres años en variedades resistentes y susceptibles a heladas y encontró que el crecimiento no es un confiable indicador de la sensibilidad de los árboles a las heladas.

El posible papel de las proteínas en el desarrollo de resistencia al frío en los árboles de manzano fue estudiada por Kengo (1969), constató que el ácido glutámico, asparagina y especialmente prolina se encuentran en grandes cantidades, en las variedades resistentes a heladas, registró que la acumulación más grande de prolina fue en el comienzo de la dormancia invernal. Por otro lado, Titus (1979), encontró que los retoños de manzano Golden Delicious recolectados en Octubre, se dañaron cuando fueron sujetos a una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ , en el laboratorio, en contraste con los retoños reunidos en diciembre, los cuales mostraron muy poco daño, en  $-40^{\circ}\text{C}$ . En otra prueba en árboles no resistentes tuvieron 9 mg. de proteína/gramos de corteza y se dañaron en  $-20^{\circ}\text{C}$ , mientras que los árboles resistentes tuvieron 15 mg. de proteína/gramo de corteza, y mostraron muy poco daño aún en  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Los árboles caducifolios detienen su crecimiento a finales del verano, se desprenden de sus hojas y adquieren resistencia frente al clima de invierno; entonces comienza la "maduración" de la madera y de las yemas (Westwrod, 1982).

Los carbohidratos se acumulan, la presión osmótica aumenta, las paredes de las células engruesan y los brotes se vuelven más rígidos, el porcentaje de agua tiende a decrecer y la actividad celular de los meristemos disminuye (Chandler, 1954; Hugará, 1957; Edgerton, 1960).

Howell y Weiser en 1970, realizaron tres experimentos en árboles cultivar Haralson, para determinar cuales son los factores que regulan la aclimatación al frío, el primer experimento mostró que la presencia de hojas promueve la aclimatación al frío, en árboles cultivados con largas noches de frío y lo inhibe, en árboles cultivados con noches cortas.

Otro experimento mostró que los árboles cultivados con noches largas de frío, eran menos resistentes que aquellos árboles cultivados en noches cortas, y que los estímulos a la aclimatación al frío, inducidos por un fotoperíodo, pueden ser translocados de una rama inducida a una rama no inducida, el tercer experimento mostró que las temperaturas bajas de 4-5°C promueven la aclimatación al frío y que este efecto, no puede ser translocado de una rama a otra.

Por otro lado, Westwood (1982) indicó que el ácido abscísico se produce en cantidades bastante grandes en las hojas al comenzar a acortarse la longitud del día al final del verano. Señaló que esta sustancia, que es un inhibidor del crecimiento, puede originar la formación de yemas terminales si no se formaron anteriormente, después de un corto perio-



do de tiempo, se habrá acumulado en las yemas una cantidad suficiente de inhibidor como para impedir el crecimiento. - Concluyó que el reposo invernal es regulado por un equilibrio de inhibidores y promotores del crecimiento mas que por el nivel de un inhibidor simple.

A las transformaciones que sufre el árbol a fin de otoño y principio de invierno por la acción de temperaturas bajas se le designa como "endurecimiento". Los cambios son: el aumento de la permeabilidad celular que permite a la célula luchar contra la formación de hielo en su interior, la disminución del volumen de las vacuolas y el incremento de la presión osmótica debido en parte a la transformación del almidón insoluble en sacarosa soluble (Chandler, 1954; Hugar 1957; Tabuenca, 1965).

Dobrynin (1972), realizó un experimento en árboles de un año de edad, cultivar Naliv Belyj, los plantó en toneles y en el tratamiento (a) fueron colocados bajo cubierta el 19 de octubre y el tratamiento (b) fueron puestos al descubierto, para confirmar que se necesitan dos periodos de "endurecimiento" para una buena resistencia a la escarcha, el primer acontecimiento en 6 a 0°C y el segundo en -2 a -15°C. - Señaló que los árboles del tratamiento (a) fueron colocados al descubierto el 10 de diciembre, después de una temperatura invernal de -36°C todos los árboles en (a) sufrieron daños por el hielo, mientras que aquéllos en el tratamiento (b) estaban completamente ilesos.

La resistencia al frío adquirida por la exposición a temperaturas bajas se pierde parcialmente durante períodos templados en el invierno, recuperándose de nuevo cuando vuelve a descender la temperatura (Chandler, 1954; Hugard, 1957; Tabuenca, 1965).

Wallace (1966), constató que las temperaturas invernales pueden dañar los frutales especialmente cuando son muy bajas y consecutivas a un período de tiempo suave, las temperaturas nocturnas muy bajas seguidas de temperatura relativamente altas al sol pueden motivar la rotura de la corteza y heridas de escaldadura por el sol en las partes del tronco y ramas que dan al sur, siendo particularmente propensos a ellas el manzano Coxs, Orange Pippin.

Magness y Traub (1941), indicaron que el manzano puede morir cuando ocurren heladas repentinas aunque la temperatura no baje más de  $-180^{\circ}\text{C}$ , los efectos de la helada varían, según las variedades y el "endurecimiento" previo, así los manzanos pueden soportar hasta  $-36^{\circ}\text{C}$ , sin graves daños. Las yemas de flor son afectadas a temperaturas superiores a las indicadas.

Westwood (1982), señaló que cualquier factor que incrementa la madurez de los tejidos aumenta normalmente la resistencia al frío y los factores que retrasan la madurez como: exceso de nitrógeno, aplicación otoñal de nitrógeno, riego y laboreo tardíos, defoliación precoz, cosecha excesiva y -

poda precoz, incrementan los daños por congelación.

Las heladas causan graves daños a los árboles frutales cuando se encuentran en período activo de crecimiento. La intensidad de los daños que las heladas pueden causar en la vegetación, están determinados por diversos factores: variedad o tipo de planta, tipo de órgano expuesto, estado fisiológico o vegetativo de la planta y del órgano, contenido de agua de las células y tejidos; intensidad y duración de la helada, ritmo de descenso de la temperatura y cantidad de calor almacenado en los tejidos u órganos (Calderón, 1977; Westwood, 1982; Gameros, 1977).

Westwood (1982), señaló que los daños ocasionados por las heladas están en función de la edad de los árboles, época del año y al ritmo de descenso de la temperatura; indicó que en el NW de Estados Unidos en noviembre de 1955, después de diez días con temperaturas moderadas, las temperaturas descendieron a  $-18^{\circ}\text{C}$ , permaneciendo así varios días, observó grandes daños en la mayoría de los árboles injertados de menos de doce años. Encontró que la parte inferior de los troncos y la inserción de las ramas principales fueron las partes más afectadas.

Las heladas primaverales son importantes porque pueden afectar a los botones florales, a las flores y frutos pequeños. Remy en 1958, indicó que la temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$ , se considera crítica durante la floración para la mayoría de los

cultivares, ya que destruye óvulos y los estigmas de la flor, impidiendo el cuajado de los frutos.

Saunier (1960), constató que los botones florales cerrados mostrando colos soportan - 3.9°C, las flores abiertas - 2.2°C y los frutos jóvenes - 1.6°C.

Gameros (1977), registró que las temperaturas críticas son las que afectan a una yema floral si permanecen por un período mayor de 30 minutos y varían para cada uno de los estadios, lo cual se puede observar en la tabla IV.

TABLA IV. TEMPERATURAS CRITICAS PARA EL Cv. Red. Delicious.

ESTADO DE LA YEMA FLORAL	TEMPERATURA CRITICA
PUNTA PLATEADA	- 9.5°C.
PUNTA VERDE	- 8.0
1 CM. VERDE	- 5.0
RACIMO APRETADO	- 2.5
PREROSADO	- 2.0
1a. FLORACION	- 2.0
PLENA FLORACION	- 2.0
CAIDA DE PETALO	- 2.0

(Tomado de Gameros, 1977).

Modlibowska (1957), señaló que los botoenes florales son perjudicados por las bajas temperaturas observándose el ennegrecimiento y muerte de estilos, estambres y el ovario; en

las flores observó que los primeros síntomas de ennegrecimiento de los pistilos se producen en el manzano en la base del estilo, donde un pequeño ennegrecimiento es suficiente para que no se produzca fruto, puede afectar al estilo, la placenta y el ovario con lo cual mueren los óvulos; en el fruto después de cinco o seis horas observó que puede separarse fácilmente del receptáculo y pedúnculo de los frutos; una capa de tejido formada por varias capas de células, cortando el frutito en dos, los daños de la formación de hielo pueden apreciarse en la base del fruto cerca del pedúnculo, en el receptáculo y en el ovario, formando manchas oscuras constituidas por células muertas desecadas y ennegrecidas.

Existen diferentes métodos para controlar las heladas. Los métodos indirectos son preventivos, tratan de evitar los efectos del frío. Los principales son la ubicación adecuada de la plantación, elección de especies y variedades resistentes, retraso en la entrada al reposo y mantenimiento del suelo en condiciones apropiadas. Los métodos directos tratan de actuar directamente contra el descenso de la temperatura. Los más efectivos son: la producción de humos y nieblas artificiales, el uso de ventiladores para el movimiento artificial del aire, el calentamiento del aire por medio de la emisión de calor y la aspersión de agua sobre los árboles (Gameros, 1977; Calderón, 1977; Wallace, 1966; Nieto, 1974; Tabuenca, 1965; Westwood, 1982).

Un medio de defensa indirecta de las heladas de primavera, es la selección de tipos resistentes, siendo los caracteres deseados: floración tardía que les de mayor probabilidad de escapar del período de heladas, o que sus flores y frutos, sean resistentes al frío (Tabuenca, 1965).

Gameros (1977), señaló que en el Estado de Chihuahua el sistema de protección de heladas más usual es el de calentadores que utilizan el Diesel como combustible, de éstos existen tres tipos: bote abierto, tipo jumbo o de chimenea y diesel a presión o centralizado, realizó un análisis del costo de operación y sugirió que se realizaran instalaciones de calefacción de Diesel presión centralizado, para ahorrar combustible y disminuir los costos de producción.

#### II.2.1.1.2. Horas Frío.

Una planta adaptada a la zona templada presenta un gran período de crecimiento durante el final de primavera o la primera mitad de verano, después del cual, al crecimiento se detiene y se forma la yema terminal. En otoño acontece la entrada en reposo. Durante este período el reposo se hace progresivamente más profundo hasta algún momento de octubre, noviembre o diciembre en el Hemisferio Norte. Para la salida del reposo, es necesaria una cantidad específica de frío invernal que restaura la capacidad de la yema para hincharse y ocurra el desporre y empiece a crecer de nuevo (Tabuenca, 1965).

ca, 1965; Calderón, 1977; Westwood, 1982).

Las temperaturas frías efectivas para salir del reposo oscilan entre 0° y 7°C, o incluso 10°C, para algunas especies la temperatura menor de 7.2° en un lapso de una hora es considerada por varios investigadores como hora frío. La necesidad de frío o cantidad específica de frío se puede cuantificar en horas frío. (Tabuenca, 1965; Calderón, 1977; Westwood, 1982).

La determinación del número de horas frío acumuladas hasta un momento dado se realiza contándolas en las bandas de un termógrafo, pero con alguna frecuencia este dato es difícil de obtener (Tabuenca, 1965; Calderón, 1977). Crossa-Raynaud en 1955, calculó el número de horas por debajo de 7°C, a partir de las temperaturas máximas y mínimas diarias. Da Motta en 1959, encontró en Brasil una ecuación de regresión  $Y = 485.1 - 28.52 \bar{X}$  para calcular la cantidad de horas frío, donde Y= número de horas frío en un mes y X es la temperatura media mensual.

Weinberger (1956), encontró correlacionando las medias de temperatura de los meses invernales con el número de horas frío necesarios para romper el letargo, evaluadas en términos de daños por reposo prolongado; que existía siempre un coeficiente de correlación positivo. El valor de  $r = 0.93$  obtenido por correlación con las temperaturas medias de diciembre y enero para el Hemisferio Norte, es el mejor indicador

del número de horas frío. Señaló que permite la predeterminación de la adaptabilidad de variedades de durazno con requerimientos de horas frío conocidos, a lugares donde sólo se dispone de registros de temperaturas.

Richardson et. al. (1974) observaron que las temperaturas cercanas a  $7.2^{\circ}\text{C}$ , tienen algún efecto de frío invernal, desarrollaron un modelo matemático donde se otorgan valores a ciertos rangos de temperatura y les denominaron "unidades - frío". Sin embargo, Erez et. al. en 1979, señaló que no se tienen evidencias experimentales suficientes, para establecer los valores considerados.

Erez y Lavee (1974), trabajaron en condiciones de temperatura controlada y encontraron que la temperatura más eficiente para la acumulación de frío invernal es de  $6^{\circ}\text{C}$ , indicaron que a la temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ , el valor para acumulación de frío era aproximadamente de la mitad que a  $6^{\circ}\text{C}$ , y que a temperaturas de  $21^{\circ}\text{C}$ ., cuando era alternada con bajas temperaturas, se conseguía nulificar el efecto del frío acumulado.

La deficiencia de frío invernal origina una serie de anomalías en el desarrollo de los frutales de zona templada, las cuales en conjunto se les denomina síntomas de "letargo prolongado" (Erez y Laves, 1974). Los síntomas más comunes del letargo prolongado son: retraso en la brotación de yemas, dominancia apical, crecimiento vigoroso de brotes, for



mación reducida de espolones en manzano y peral, caída de yemas, fructificación tardía en árboles jóvenes y reducción severa de la cosecha. (Horne et. al., 1962; Samish y Lavee, 1962; Weinberger, 1962; Sullivan, 1965; Erez y Lavee, 1974; Maggs, 1975).

Por otro lado, Tabuenca (1965), indicó que los principales efectos que producen los inviernos benignos son: retraso en la apertura de yemas, irregularidades en el crecimiento y caída de yemas.

Chandder y Brown (1951), mencionaron casos de floración en manzano a últimos de julio después de inviernos excesivamente templados en algunas zonas de California.

Souty (1959), señaló que el retraso en la apertura de yemas como consecuencia de inviernos templados va generalmente acompañado por un retraso en la maduración de la fruta, aunque éste es menos marcado que el experimentado por la floración.

Black (1953), indicó que las irregularidades de crecimiento son más evidentes en manzano y peral que en melocotonero y albaricoquero, ya que en los últimos, un tanto por ciento elevado de yemas de flor cae como consecuencia del frío invernal.

Sala (1950), describió que en Tarragona algunas variedades de manzano presentaban el 4 de junio la coexistencia de manzanas de regular tamaño y yemas en plena floración.

Black (1953), señaló que la caída de yemas es el efecto más perjudicial al producido por la falta de frío invernal en plantaciones frutales, especialmente en melocotoneros y albaricoqueros, en menor grado en ciruelas japonesas y europeos, siendo menos afectados el peral y todavía menos el manzano.

Fregoni y Gami (1964), indicaron que la caída de yemas puede ser consecuencia de otros factores distintos a la falta de frío invernal, consideraron que puede ser debido a las bajas temperaturas cuando la yema está en movimiento.

Huang y Powell (1982), experimentaron con seis cultivares de manzano con bajos y altos requerimientos de frío. A fines de noviembre se colocaron en la atmósfera húmeda a 4°C. A principios de abril se colocaron por tres semanas en tratamiento con calor, envueltos en una bolsa de plástico en un baño de agua a 39°C, durante dos horas. Los cultivares Beverly Hills y Ein Shemer de bajos requerimientos de frío fueron sensitivos al tratamiento con calor, el crecimiento del botón terminal y yemas laterales fue promovido considerablemente. Marin Onfroy, Gros, Bois, Delicious y Norther Spy con yemas de altos requerimientos de frío no fueron estimulados. Cuando el tratamiento de calor es a fines de febrero y principios de abril el crecimiento de las yemas fue promovido. Se observó también que el ABA endógeno no sufrió cambios en yemas con o sin calor.

Dereuddre (1981), señaló que en el cultivar Golden Delicious la formación del retículo endoplásmico es inducido con un tratamiento de 5°C, durante cinco semanas, mientras que los tratamientos de 20°C, no tuvieron efecto en la organización del retículo endoplásmico.

Las necesidades de frío de manzano presentan diferencias para un mismo cultivar de año en año y de localidad a localidad. Estas diferencias se originan por influencias ecológicas locales; alta oscilación diaria de la temperatura, irregularidad estacional en la presencia de bajas temperaturas, presencia de épocas definidas de gran calor durante el invierno, gran radiación solar y ausencia de nubosidad, reducida humedad ambiental y edáfica, presencia de vientos cálidos, fotoperiodismo correspondiente a baja latitud, suelos arenosos de color claro. (Tabuenca, (1965); Calderón, (1977)).

La influencia de sol o de las temperaturas elevadas, durante el período de reposo, no sólo tienden a acumular menos frío, sino que existe la evidencia de que contrarestan parte del frío ya acumulado (Weinberger, 1950; 1954; Overcash y Campbell, 1955).

Las temperaturas frías efectivas para salir del reposo oscilan entre 0 y 7°C, o incluso 10°C, para algunas especies. El sistema inhibitorio interno que controla el reposo parece alterarse enzimáticamente a estas temperaturas (Westwood, 1982).

Devlin (1980), indicó que el tratamiento por el frío, necesario para que muchas yemas pueden interrumpir el reposo, - puede ser un medio para elevar la concentración de giberelina hasta el nivel necesario para dicha interrupción. Nitsch, (1959), encontró que la concentración de giberelina endógena resultó aumentada por acción de las bajas temperaturas.

Westwood (1982), indicó que el acortamiento de la longitud del día al final del verano desencadena el cese de crecimiento en muchas especies, mencionó que las hojas son los receptores de esta respuesta a los días cortos (D.C.) a través - del mecanismo de conversión de fitocromo de una de sus formas en la otra.

Por su parte, Wareing en 1953 y 1954, demostró que en las especies leñosas el reposo de las yemas es un fenómeno fotoperiódico, que es causado por los días cortos y termina con la llegada de los días largos, indicó que, los receptores - del estímulo fotoperiódico son las hojas y las yemas.

Wareing (1953), encontró que las yemas de plantitas de haya (*Fagus sylvatica*) sin hojas son capaces de realizar la percepción fotoperiódica, interrumpiendo el reposo en condiciones de días largos y manteniéndose en reposo cuando la longitud de los días era de doce horas o menos.

Westwood (1982), señaló que los períodos de entrada en reposo, reposo y salida de reposo están acompañados de cambios en reguladores endógenos de crecimiento y en el metabolismo,

señaló que cuando el reposo concluye se produce un marcado incremento de los promotores respecto a los inhibidores y la respiración aumenta bruscamente, así como la actividad enzimática global.

Las yemas del árbol tienen diferentes requerimientos de frío, de acuerdo a la edad y posición de las yemas. Las yemas más jóvenes, las terminales y las cercanas a ellas, así como las que se encuentran en las partes más elevadas de ramas inclinadas o arqueadas, con las que presentan menores necesidades de frío invernal. Este fenómeno de requerimientos diferenciales, está relacionado con el de dominancia apical y de distribución de auxinas, que por su movimiento polar, ocasiona diferentes posibilidades de brotación y diversos grados de vigor a las yemas, de acuerdo a sus posiciones sobre ramas de distinta colocación (Calderón, 1977; Villegas, 1985).

Calderón (1977), señaló que existen requerimientos diferenciales de frío entre las yemas a flor y las yemas vegetativas de los frutales caducifolios, indicó que las yemas a flor son de menores necesidades.

Magness y Traub en 1941, señalaron que el manzano requiere entre 900 y 1000 horas de frío invernal.

Oppenheimer y Slor (1968), menciona a los cultivares Michal y Maayan como cultivares de bajos requerimientos de frío.

Rodríguez en 1977, evaluó las cultivares Ana, Elah, Vered,

Maayan y Michal de origen Israelita, la selección Rayada del Valle de México y el cultivar Winter Banana de origen Norteamericano en Chapingo, México, injertados sobre tres portainjertos clonales M-7, MM-111 y M-26; señaló que los portainjertos no influyen significativamente en el comportamiento de los cultivares, mencionó que los cultivares con mejores perspectivas para la zona son: Ana, Winter Banana y la selección Rayada.

Siller (1981), mencionó que en 1974 inició la evaluación de los cultivares Golden Delicious y Rome Beauty en sus tipos standard y spur, injertados sobre cuatro patrones distintos y con diferentes densidades de plantación en Bachinivia, Chihuahua, constató que la calidad de los frutos de Golden Delicious es superior y que el cultivar Rome Beauty presenta una alta productividad en su tipo spur; mencionó que el patrón MM-111 es el de mejor adaptación y recomendó la densidad de 350 a 450 árboles por hectárea.

Slowk (1975), indicó que la selección Rayada es de bajos requerimientos de frío.

Villiers (1947), realizó una correlación entre el rendimiento de fruto y temperaturas medias para los dos meses más fríos (junio y julio) en Africa del Sur; constató que se pueden cultivar frutales deciduos en áreas donde la temperatura media para junio y julio varía de 7.2°C, a 11.1°C.

Gieberger (1972), consignó que la mayoría de los cultivares

de manzano requieren más de 1000 horas frío, aunque destaca que Golden Delicious, Doble Red Delicious y Star Krimson tienen requerimientos menores 800, 700 y 750 horas frío respectivamente.

Miller y Baker (1982), evaluaron el crecimiento y calidad de la fruta en treinta y dos cultivares de manzano tomados en cuenta por tener bajos requerimientos de frío; se cultivaron en Gainesville y Monticello en Florida donde hay 350 y 550 horas frío respectivamente, considerando como hora frío a las temperaturas menores de  $7.2^{\circ}\text{C}$ . Los cultivares Anna, Dorsett Golden, Michal, Elah, Maayan y Shlomit se adaptaron a las condiciones de Florida y tuvieron aceptable calidad en la fruta.

Mazzochi y Pucci (1963), evaluaron en Tripolitania los cultivares golden Delicious, Jonathan, Red Delicious y Star-king; encontraron que vegetan y florecen bien después de 600 a 800 horas frío por debajo de  $7^{\circ}\text{C}$ .

#### II.2.1.2. Temperaturas Altas.

Durante el invierno, las temperaturas altas del orden de  $21^{\circ}\text{C}$ , aún alternadas con bajas temperaturas nulifican el efecto del frío sobre el reposo invernal (Erez y Lavee, 1974).

Calderón (1977), señaló que los árboles en el invierno al estar desprovistos de follaje, expuestos a elevadas tempera

turas y alta radiación solar resultan dañados con quemaduras en troncos y ramas.

En primavera, las temperaturas elevadas también pueden ser perjudiciales. Gourley y Howlett en 1949, encontraron que la germinación del polen puede disminuir considerablemente cuando se incrementa la temperatura por encima de 26°C, aunque es suficiente para efectuar la fecundación; también constataron en condiciones de laboratorio que el crecimiento del tubo polínico se detiene por ruptura, y se desecan los estigmas y los estilos a temperaturas de 32°.

Calderón (1977), indicó que altas temperaturas, combinadas con sequía edáfica y atmosférica interfieren en el proceso de la polinización y fecundación, al determinar el secado de la mucosidad estigmática e impedir la adherencia y retención de los granos de polen.

La temperatura elevada en la época de floración sobre todo cuando ya acompañada de un grado bajo de humedad, tanto en el ambiente como en el suelo, da origen a una capa de abscisión en el pedúnculo de la flor y más tarde en el pedúnculo del fruto, lo que determina la caída de las flores y frutos (Martínez Zaporta, 1964; Simón; 1963).

Uota (1952), constató que temperaturas de unos 25°C, inhiben la formación de pigmento, por lo que algunas variedades de manzano, si se cultivan en zonas de temperaturas altas durante el otoño, no alcanzan buena coloración, encontró --



que la temperatura media durante la noche parece estar más relacionada que la del día con la pigmentación, la que se favorece con temperaturas frías por la noche y con días templados en la época en que la fruta está madurando.

Dermine en 1957, señaló que hacen falta períodos de temperatura baja cuando los frutos se aproximan a la época de maduración, para obtener frutos coloreados, indicó que es posible que el frío modere la vegetación y permita así a los azúcares acumularse en los frutos activando la formación de pigmentos.

Tabuenca (1965), señaló que temperaturas elevadas durante la maduración de la fruta ocasionan manchas oscuras, frecuentemente suberosas que van acompañadas de depresiones, encontró que un período de tiempo con temperaturas altas, justo antes de la recolección de las manzanas, especialmente si va acompañada de noches frías, causa una caída abundante de los frutos.

En Bachinivia, Chihuahua, el tizón del fuego del peral (Erinxinia amylovora (Burr) Winslow) próspera a temperaturas de 24 a 28°C, provoca el marchitamiento y la muerte de los racimos florales durante la primavera, los cuales tienen la apariencia de haber sido atacados por el fuego. Asimismo, en los brotes y las ramas se forman cánceres de color amarillo o rojizo. El sellado de las heridas de poda, y las aplicaciones de Agrimicin 500, durante la floración previenen -

la penetración de la bacteria en la planta (SARH-INIA, 1984).

La palomilla del manzano Las peyresia pomonella L. es una plaga de importancia económica en el Estado de Chihuahua. El número de generaciones de palomilla aumenta con el incremento de las temperaturas máximas y mínimas. Las aplicaciones de insecticida deben ser tantas como el número de generaciones de palomilla se presenten en el ciclo (SARH-INIA, 1984).

Por otro lado, las temperaturas altas pueden resultar benéficas. Calderón (1977), señaló que cuanto más altas sean las temperaturas medias después del reposo, mayor precocidad habrá en la floración, y que primaveras frescas dan lugar a floraciones tardías y prolongadas.

Gardner et. al, (1939), observó que abren antes las flores que han estado sometidas a temperaturas más altas, encontró que en la variedad Olden burg para alcanzar la floración plena se necesitan a partir del 1o. de abril, 12 días a 21°C, 11 días a 26°C y 7 días a 31°C.

Gardner et. al, (1939), constató que la manzana Red Delicious y sus mutaciones necesitan para cuajar bien sus frutos de temperaturas relativamente elevadas durante la floración y ocho días subsiguientes, registró fructificación débil (5 por 100) si las temperaturas máximas durante los siete días que siguen a la plena floración son de 16-18°. En cambio el

cuajado de los frutos es superior (10 por 100) si las temperaturas máximas durante los mismos días son del orden de 22-23°C.

Tabuenca (1965), registró las necesidades de calor durante un período de 10 años en la Estación experimental de Aula Dei, cuantificó el número de días hasta floración plena con temperatura media superior a una dada de 4 a 10°C. Para los cuales el coeficiente de variación es mínimo, a partir del 1o. de febrero encontró que el manzano requiere 60 días con temperaturas superiores de 7°C.

Calderón (1977), señaló que las necesidades de calor se pueden cuantificar con el número de horas con temperaturas de 10° o superiores, constató que una vez terminado el reposo para llegar a plena floración, el manzano requiere de 600 a 800 horas calor.

Tabuenca (1965), indicó que para predecir la fecha de floración en una localidad determinada se puede realizar acumulando unidades de calor. Las unidades de calor se calculan como día grado, eligiendo un umbral de temperatura, con frecuencia de 6°C. Cada día equivale en este sistema a tantas unidades de calor como grados centígrados la temperatura media sobrepasa el umbral.

Tabuenca y Herrero (citado por Tabuenca, 1965), calcularon que para que comience la floración del manzano se han de acumular 305 días grado. Tomando como base 6°C, contados a -

partir del 10. de febrero.

#### II.2.1.2. Temperaturas Medias.

Caldwell (1928), consideró para el cultivo del manzano, que las temperaturas medias óptimas para los meses de verano es t $\acute{a}$ n entre 18° y 24°C, en las principales zonas productoras de Norteamérica.

Gardner et. al, (1939), consideraron temperaturas medias óptimas de verano, para el cultivo del manzano, aquellas comprendidas entre 11° y 18°, así las variedades Hiberna y Oldenburg prosperan con una media de 11°C; Baldwin, Rhode Island, Northern Spy y Wealthy con 13°C; Jonathan, Delicious y Yellow Newton con 15°C; York Imperial, Grimes y Stayman con 17°C y Winesap y Ben Davis con 18°C.

Childers (1961), indicó que donde la temperatura media de junio a septiembre está entre 18 y 21°C, en Norteamérica, se cultivan las variedades de manzano: Mc Intosh, Cortland Rhode Island, Greening, Northern Spy, Wealthy, Delicious, Macoun y Oldenburg y donde la temperatura media de junio a agosto en algunas zonas de ese país, está entre 24° y 27°C, se cultivan Jonathan, Golden Delicious, Delicious, Ben Davis, Stayman Winesap, Grimes Golden, York Imperial y Wealthy.

Souty (1965), mencionó temperaturas estivales óptimas para algunas variedades de manzano. Las variedades Hiberna y -

Oldenburg tienen buena vegetación y pueden fructificar con  $11.11^{\circ}\text{C}$ ; Northern Spy y Wealthy con  $13.33^{\circ}\text{C}$ ; Jonathan y Red Delicious con  $15^{\circ}\text{C}$ ; York Imperial con  $16.67^{\circ}\text{C}$  y Winesap con  $17.78^{\circ}\text{C}$ .

Gómez (1970), encontró que el manzano tiene desarrollo vegetativo óptimo y buena fructificación con temperaturas medias del mes de julio, del orden de  $17.0$  a  $26.8^{\circ}\text{C}$ .

Allen (1951), señaló que los manzanos fructifican mejor con una estación de crecimiento larga y fresca, siendo difíciles de adquirir un tamaño conveniente y buena textura, donde las altas temperaturas van combinadas con alta humedad. En zonas donde prevalecen altas temperaturas durante el verano, sólo se recomiendan variedades de maduración temprana; las variedades más tardías en tales zonas tienen su crecimiento interrumpido durante el verano y resultan generalmente de pequeño tamaño y pobre textura.

Remy (1958) (citado por Tabuenca, 1965), señaló que las variedades de manzano Borowitzky y Transparente Blanca, se desarrollan bien con una temperatura media de  $12^{\circ}$  entre la floración y la maduración; Jonathan, Red Delicious y la mayor parte de las variedades, necesitan temperaturas medias de  $15^{\circ}$ ; Rome Beauty, Stayman Winesap y Winesap, precisan temperaturas medias de  $18^{\circ}\text{C}$  entre la floración y la maduración.

Boynton (1960), indicó que las temperaturas relativamente

bajas durante el verano pueden ser un factor que limita el cultivo del manzano en las zonas de elevada altitud en los trópicos.

Acerca de la duración de la estación de crecimiento. Tabuenca en 1965, señaló que en E.U. las variedades Haralson, - Wealthy, Milton, Oldenburg Mc Intosh y Norther Spy son aconsejadas para distritos con estaciones de crecimiento de 90 a 180 días; Golden delicious, Lodi, Winesap y Stayman Winesap, para 150 a 200 días; Yelow Newton, Delicious, Starking Red Rome, Beauty y Jonathan, para 150 a 250 días; yelow - Transparent, Gravenstein, Astracán Roja y Early Mc Intosh, son indicadas para una duración de la estación vegetativa - que varía entre límites tan amplios como de 90 a 250 días; en el distrito costero de California, de veranos calurosos y una estación de crecimiento de más de 240 días de duración, puede darse alguna variedad de manzano, como Valmore y Beverly Hills.

Por su parte Gómez (1970), indicó que el manzano requiere - de un período libre de heladas de 184 a 264 días.

Caivallet y Souty (1950), señalaron que el intervalo de - días entre la plena floración y maduración de la fruta cons<sup>u</sup>tituye una característica varietal y parece estar afectada sólo en extensión limitada por las conducciones de crecimento.

Remy (1958), indicó que las variedades de maduración tardía

no pueden tener éxito en zonas con un período vegetativo de masiado corto, ya que los frutos no maduran convenientemente y la maduración de la madera es insuficiente.

Gourley y Howlett (1949), señalaron que el número de días - requeridos por distintas variedades de manzanas para alcanzar la maduración, contados a partir de la fecha de floración, es de 125 para Rhode Island Greening, de 140 a 145 para Jonathan, de 145 para Grimes Golden y Baldwin, de 145 a 150 para Delicious, de 150 a 155 para Ben Davis, de 160 a - 165 para Belleza de Roma, de 165 para Stayman Winesap y de 165 a 170 para Winesap.

Allen (1951), indicó que en California la maduración de - Yellow Newton tiene lugar a los 150-170 días después de la floración, Delicious a los 155-160 días y Golden Delicious a los 150 ó 160 días.

### II.2.2. Precipitación Pluvial.

La precipitación pluvial junto con la temperatura son los - elementos del clima que más influyen sobre la adaptación de los árboles de manzano (Tabuenca, 1965; Wallace, 1966; Calderón, 1977; Wetwood, 1982).

Tabuenca (1965), encontró que para el buen desarrollo y producción de los frutales de hueso y pepita, se requiere a lo largo de la estación de crecimiento abundante humedad en el suelo, señaló que la falta o exceso de agua, afecta el desa

rrollo radicular, limita el crecimiento vegetativo y disminuye la producción.

Kongsrud (1969), trabajó con manzanos, observando el efecto de la sequía en diferentes etapas de crecimiento, constató que el efecto de la sequía en el crecimiento de los brotes disminuyó con el avance de la temporada. Señaló que después de un período de sequía al principio del verano, el número de frutos se incrementó; pero en junio descendió por un período de sequía inmediatamente después de la floración. Indicó que cuando ocurre un período de sequía inmediatamente antes de la cosecha el tamaño de la fruta se redujo.

Doichev y Makariev (1971), encontraron al estudiar el efecto de la humedad excesiva en el suelo, en árboles de un año de la variedad Golden Permain injertados sobre manzanos silvestres, que se redujo el contenido de agua de las hojas y de los retoños, el de clorofila, el total de proteínas y los contenidos de ceniza cruda de las hojas, registraron una gran reducción en el desarrollo de los brotes y en las raíces, cuando la humedad excesiva se presentó en julio y agosto.

Por otro lado, el crecimiento de las plantas no depende directamente de la humedad del suelo sino de la relación entre el agua absorbida por la planta y la que pierde por transpiración. Esta relación es función de la planta misma, del suelo y de los factores climatológicos (Aceves, 1985).



Rebour (1961), señaló que las necesidades de agua varían mucho según las especies, las variedades y el patrón empleado indicó que las especies muy resistentes a la sequía que normalmente se cultivan sin riego son: albaricoquero injertado sobre almendro, cerezo sobre Santa Lucía, melocotonero sobre almendro y variedades precoces de peral y manzano sobre franco.

Remy (1960), indicó que las necesidades de agua anuales para distintas variedades de manzano cultivado en secano es entre 600 6 800 mm.

Wallace en 1966, señaló que en Inglaterra una precipitación anual de 900 mm. ocasiona limitaciones en la producción y precipitaciones de más de 1000 mm. hacen dudoso el éxito de las plantaciones.

En Chihuahua, constataron que el cultivo del manzano requiere de una lámina de riego anual de 108 centímetros, consideraron aspectos básicos como: velocidad de infiltración, pendiente, textura, densidad aparente, capa de control de humedad, área de riego y el gasto del pozo, señalaron que los productores de esta zona dan tres riegos por ciclo; el primero cuando se presenta el amarre del fruto; el segundo 25 a 30 días después, durante la división celular, que se distingue por la caída de frutos (final de mayo y principios de junio) época en que las deficiencias hídricas causan mayores daños al cultivo, y el último riego debe darse 30

días después del segundo (SARH-INIA, 1984).

Tabuenca (1965), señaló que algunas variedades de manzano presentan con frecuencia ruginosidades en la piel de sus frutos. Las ruginosidades son originadas por un resquebrajamiento de la epidermis seguido de un aumento del desarrollo de un parénquima acorchado, accidentes que parecen más intensos y frecuentes en climas húmedos o durante estaciones lluviosas.

Calderón (1977), indicó que el agrietamiento o ruptura de los frutos hasta partes muy internas del mesocarpio, se origina por alta humedad precedida de un estado de intensa sequía.

Gourley y Howlett (1949), encontraron que las distintas variedades difieren en su capacidad de absorción del agua y en la capacidad de expansión de los tejidos de la periferia. Las variedades que debido a la permeabilidad de su piel, absorben agua en cantidad considerable y tienen pequeña capacidad de expansión se agrietan con facilidad, mientras que aquellas con baja absorción junto con pronunciadas posibilidades de expansión son menos susceptibles o inmunes al agrietado (citado por Tabuenca, 1965).

Calderón (1977), constató que en el manzano son variedades muy susceptibles al agrietamiento: Stayman Winesap, Jonathan, Belle de Boskoop, Coxs Orange Pippin, Wealthy y Stayman.

La excesiva humedad en el aire y en el suelo son condicio--

nes favorables para el desarrollo de enfermedades de importancia económica.

Calderón (1977), señaló que debido a la presencia de lluvias en verano no se obtienen frutas de caducifolios de buena calidad, observó falta de coloración, deficiente maduración, ausencia de aromas, manchas parasitarias, deformaciones y rupiduras, alta acidez y bajo contenido de azúcares.

Westwood (1982), indicó que uno de los principales factores limitantes de la fruticultura en la parte oriental de E.U., son las lluvias frecuentes en verano, lo que incrementa los costos de producción por la aplicación de tratamientos químicos.

Calderón (1977), constató que en Zacatlán, Puebla, el manzano y el peral son atacados por parásitos, principalmente hongos, señaló que la única variedad de manzano que prospera bien en esa región es la Rayada, que posee una capa muy gruesa de cera que cubre al epicarpio e impide el ataque fungoso.

Tabuenca (1965), señaló que la enfermedad bacteriana de perales y manzanos "Fire blight" Erwinia amylovora (Burk) Winslow, es favorecida por temperaturas altas en primavera acompañadas de abundante lluvia. El tiempo seco reduce la propagación.

En Chihuahua, la pudrición del cuello del manzano Phytophthora cactorum (Ley y Cohn) Schroet. Se desarrolla bajo condi-

ciones de alta humedad y en patrones susceptibles. Este hongo permanece latente en el suelo y su ataque es más severo en aquellos poco profundos y con mal drenaje. Los patrones MM-VII, MM-111, MM-104, MM-106 son los más susceptibles. Una medida de prevención consiste en utilizar patrones resistentes y evitar excesos de humedad, para lo cual sugieren cavar una fosa alrededor del cuello del frutal y rellenarla con arena (SARH-INIA, 1984).

En Chihuahua, la pudrición texana en el manzano Phynatotrichum omnivorum (Scheer) Duggar se encuentra distribuida ampliamente, provoca la muerte del árbol; las medidas de control practicadas a la fecha han tenido poco o nulo resultado, es conveniente mantener un alto contenido de materia orgánica y evitar el exceso o carencia de humedad (SARH-INIA, 1984).

De la I. de Bouer (1984), señaló que las manzanas especialmente las que se producen en zonas húmedas se encuentran frecuentemente afectadas por la enfermedad de origen fungoso conocido como roña. La roña del manzano Venturia inaequalis (Cke). Wint., ataca las hojas, frutos, partes florales y brotes tiernos, causando un debilitamiento progresivo del árbol y una disminución en calidad y cantidad de la fruta. Las bajas temperaturas y alta humedad relativa favorecen el desarrollo del hongo (Miranda, et, al, 1984).

### II.3. INFLUENCIA DEL SUELO SOBRE EL CULTIVO DEL MANZANO.

El suelo constituye un factor de enorme importancia del medio ecológico que determina influencias de gran magnitud sobre los árboles frutales, al tener éstos gran parte de su estructura en contacto directo con él y depender casi totalmente del mismo para la nutrición mineral y obtención de agua (Calderón, 1983; Donahue et. al, 1981).

#### II.3.1. Textura del Suelo.

La textura del suelo es una característica importante que afecta las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, determina la capacidad de absorción y de almacenamiento del agua, la facilidad de cultivarlo, la cantidad de aire (vital para el crecimiento radicular) e influye en la fertilidad. La textura se refiere a la proporción relativa de arena, limo y arcilla en el suelo (Ortiz, 1980; Donahue, et. al. 1981).

El manzano se adapta en diversos tipos de suelo: presentándose un mejor desarrollo en suelos de textura franca (SARH-INIA, 1984).

Westwood (1982), señaló que varios estudios sobre suelos de textura gruesa indican que no hay reducción en el crecimiento del árbol o del fruto hasta que la humedad del suelo desciende hasta valores muy poco superiores al del punto de

marchitez permanente. Asimismo manzanos cultivados en un suelo artificial preparado mezclando partes iguales de suelo de labor, arena y turba no se han afectado hasta haber utilizado cuatro quintas partes del agua útil. Sin embargo, por contraste, otros estudios sobre suelos de textura gruesa y media, indican que el crecimiento del árbol y del fruto se reducen antes de que se alcance el punto de marchitez permanente. (Westwood, 1982).

Work (1939), postuló que el volumen de suelo explorado por las raíces del árbol es mucho mayor en los suelos de textura gruesa a media que en los de textura fina, así pues, debido tanto a la distribución radical limitada como a la dificultad del movimiento del agua nunca se llega a utilizar completamente el agua útil de los suelos arcillosos. Bajo tales condiciones el suelo en contacto con las raíces está probablemente mucho más seco que el situado a una corta distancia de las mismas. En suelos arcillosos las raíces crecen más lentamente y el agua absorbe principalmente por medio del ápice radical en crecimiento.

Westwood (1982), indicó que los suelos de diferentes texturas y contenidos en materia orgánica tienen distintas capacidades de retención de agua, siendo también diferentes las cantidades de agua aprovechable y disponible.

TABLA IV. PUNTO DE MARCHITEZ, CAPACIDAD DE CAMPO Y CAPACIDAD DE AGUA DISPONIBLE DE SUELOS DE VARIAS TEXTURAS.

Textura	Punto de <u>marchitez</u>		Capacidad <u>de campo</u>		Capacidad de <u>agua disponible</u>	
	Agua por pie de Profundidad (%) (pulg)	Agua por pie de Profundidad (%) (pulg)	Agua por pie de Profundidad (%) (pulg)	Agua por pie de Profundidad (%) (pulg)	Agua por pie de Profundidad (%) (pulg)	Agua por pie de Profundidad (%) (pulg)
Arena media	1.7	0.3	6.8	1.2	5.1	0.9
Arena fina	2.3	0.4	8.5	1.5	6.2	1.1
Franco arenoso	3.4	0.6	11.3	2.0	7.9	1.4
Franco arenoso fino	4.5	0.8	14.7	2.6	10.2	1.8
Franco	6.8	1.2	18.1	3.2	11.3	2.0
Franco Limoso	7.9	1.4	19.8	3.5	11.9	2.1
Franco arcilloso	10.2	1.8	21.5	3.8	11.3	2.0
Arcilloso	14.7	2.6	22.6	4.0	7.9	1.4

(Tomado de Donahue et. al. 1981).

Boynton y Oberly (1960), señalaron que los suelos más adecuados (textura) para el cultivo del manzano parecen ser los suelos francos profundos que permiten el libre desarrollo de las raíces.

Wallace (1966), indicó que los suelos que dan peores resultados si no reciben un tratamiento especial son los siguientes:

- Suelos ligeros: arenas y gravas ácidas mal lixiviadas, especialmente cuando el subsuelo es compacto o duro, o la roca está próxima a la superficie. Se desecan quizá excesivamente en verano y si el subsuelo es resistente algunas

zonas se encharcan.

- Suelos poco profundos de textura media o compactos: el subsuelo es impermeable por haber sido escasa la disgregación de las capas superficiales. Son pobres en materia orgánica y nutrimentos minerales y su contenido acuoso está sujeto a amplias fluctuaciones, encharcándose en periodos de lluvia y desecándose excesivamente si aquellos faltan.
- Suelos con drenaje impedido: comprende este grupo suelos compactos, situados en lugares donde el drenaje es muy lento, y suelos donde el agua subterránea ofrece un nivel muy alto por ser éste un carácter regional (por ejemplo en terrenos de aluvión) o local, cual sucede en los casos de yacer arenas o gravas sobre arcilla relativamente impermeables.
- Suelos muy calcáreos: figuran entre ellos suelos apoyados en formaciones de yeso, suelos contenidos, bandas de piedra caliza blanda o gravas de la misma en el subsuelo, y algunas arcillas calcáreas. El problema que pueden dar lugar es la clorosis inducida por el calcio (faltando la sustancia colorante en las hojas que muestran por ello un aspecto blanquecino) y debida a una deficiencia en fierro (Wallace, 1966).

El manzano es un tanto exigente en la calidad del suelo, requiriéndolas permeables, ligeros, franco-limosos o franco-arenosos, aunque escogiendo el portainjerto puede vegetar -



bien en tierras más o menos arcillosas o calizas, pero en estas últimas, los frutos serán menos sabrosos, siendo muy sensibles a la persistente humedad del suelo (Juscáfresa, 1978).

Los suelos limosos, constituyen un excelente substrato para el manzano, los suelos arenosos, si son suficientemente ricos en humus, permiten un buen crecimiento de los árboles. Los suelos calcáreos son, según la naturaleza de la cal, buenos o malos. Los calcáreos finos son francamente desfavorables, mientras que la presencia de caliza dura y resquebrajada, sin ser un medio excelente, no parece presentar inconvenientes graves (D'Esclapon, 1976).

### II.3.2. Humedad del Suelo.

En la presencia del agua que puede ser fácilmente absorbida por las raíces, y es necesario para el mantenimiento de la vida. Para el crecimiento, y para todos los procesos que determinan la productividad del árbol y la calidad de la fruta (Beyton y Oberly, 1960).

El punto de marchitez permanente (PMP) representa la humedad del suelo a la que la planta se marchita, sin que se recupere al colocarla en una atmósfera saturada. La capacidad de campo (CC) es la medida del porcentaje de humedad retenido por un suelo contra la fuerza de gravedad tras saturarlo de agua (Westwood, 1982). En un estudio se mostró que la

fruta de 'Golden Delitions' era un 24% más pequeña si el cultivo se hacía con humedad del suelo subóptima que si ésta era mayor. Sin embargo, en ningún momento de la estación vegetativa se observaron síntomas visibles de marchitez en los árboles de la parcela de humedad subóptima. Se extraía agua del fruto al producirse una transpiración elevada, dándose lugar a una disminución en volumen de aquél. No obstante en condiciones normales la turgencia se restablece y se produce el crecimiento durante la noche (Westwood, 1982).

Boyton y Oberly (1960), señalan que la disponibilidad del agua presenta dos aspectos: la capacidad de la planta para absorber el agua con la que está en contacto y la facilidad con la que la misma se traslada para reemplazar la utilizada por aquélla.

En los suelos desciende a valores muy pequeños cuando el contenido de agua disminuye por debajo de la capacidad de campo y se hace extremadamente pequeño al ir descendiendo el potencial de agua del suelo, aunque no llega a cero ni a valores por debajo de aquél a un potencial de -1 bar, la conductividad hidráulica en un suelo arcilloso es de 10<sup>-3</sup> cm/día y a -10 bares se reduce a algo más de 10<sup>-5</sup> cm/día. Las raíces no crecen en busca de agua si el suelo está seco, sino que sólo lo hacen si el suelo está humedo (por encima del PMP). Por consiguiente, puede ser útil para una raíz, incluso la humedad situada a 1 cm. de ella (Westwood, 1982).

La capacidad de agua disponible en la zona raciente de un perfil de suelo del huerto se clasifica desde 25 mm a 370 mm o más, la infiltración del agua dentro del suelo es dependiente no sólo en la intensidad de lluvia o irrigación y en la topografía, sino también en la textura y características del suelo y en la cubierta de la superficie (Boyton y Oberly, 1960).

La marchitez y la muerte de las hojas ocurre sólo después de una prolongada sequía y bajo tales condiciones se desarrolla más tarde en los árboles con una producción más grande que en los árboles de poca fertilidad.

Muchos estudios han sido conducidos a evaluar si en todo caso la irrigación suplemental es económica para los árboles cultivados bajo condiciones de humedad. Parecería que los factores determinantes son el tipo de suelo, profundidad de raciamiento, frecuencia de años secos, costo de irrigación, y el valor del mercado de la variedad del manzano (Boyton y Oberly, 1960).

Wallace (1966), señaló que en un contenido acuoso alto corresponde a un contenido bajo de aire que, en casos extremos, puede conducir a la muerte de las raíces de los árboles por axfixia. Se ha registrado con frecuencia la muerte de los manzanos por esta causa después de un invierno muy húmedo cuando los terrenos drenan mal, haciéndose referencia a la misma, simplemente con el nombre de la "muerte".

### II.3.3. La reacción del Suelo (pH).

La reacción del suelo (pH) es una indicación de la acidez o alcalinidad del suelo y es medida en unidades de pH. El pH tiene influencia directa e indirecta en la disponibilidad de los nutrientes, la acidez o alcalinidad en los suelos, indica la clase de plantas que pueden desarrollarse mejor en ese medio y da idea sobre los tratamientos que deben aplicarse como práctica adecuada en el manejo del suelo (Ortiz, 1980).

Juscafresa (1978), estableció que para el manzano sea cual sea la naturaleza del porta ingerto, puede cultivarse desde los suelos más ácidos hasta los relativamente alcalinos, sin resentirse del exceso de calcio, y señaló un rango de tolerancia del manzano hacia el pH; mínimo, 5.8 a máximo, 8.2.

El manzano se adapta en diversos tipos de suelo; sin embargo, alcanza su desarrollo óptimo en suelos ligeramente ácidos con un pH de 6.5 a 6.8 (SARH-INIA, 1984).

Calderón (1983), indicó que las distintas especies frutales prosperan bien en suelos de diferente pH, pudiendo incluso haber sido observadas variaciones en la reacción óptima del suelo en relación a las variedades. Señaló que existen en los frutales una preferencia hacia suelos neutros o con un pH ligeramente ácido. Constató que los valores óptimos de pH para el manzano son de 6.5 a 7.5.

Boyton y Oberly (1960), determinaron que el pH óptimo para el manzano parece situarse hacia 6 y para valores de pH inferiores a 5 se han señalado deficiencias en el desarrollo, principalmente en la disminución del número de raicillas.

#### II.3.4. Disponibilidad de Nutrientes.

Los nutrientes a disposición de las raíces de la planta dependen de muchos factores entre los que se encuentran el clima, la especie, el patrón utilizado, el suelo, el contenido total de nutrientes, la humedad y el oxígeno del mismo, el contenido en humus, el pH y el porcentaje de saturación de bases (Westwood, 1982).

Juscafresa (1978), señaló que el cultivo de los frutales a diferencia de las especies herbáceas, por su larga permanencia en el suelo y por desarrollarse al margen de toda alterativa de cultivos, al cabo de un cierto tiempo y debido a su continuo consumo puede haber agotado de las fuentes naturales del suelo ciertos micronutrientes que, por lo regular, no han sido repuestos, dando origen a enfermedades carenciales tan difíciles de diagnosticar como de corregir.

##### II.3.4.1. Nitrógeno (N)

Este elemento se presenta en los suelos en forma generalmente orgánica, debido a que no es un producto de meteorización de los minerales del mismo. Dicha materia orgánica es descompuesta por los microorganismos del suelo, dando lugar a

nitrógeno y amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), que a su vez produce  $\text{NO}_3^-$  al ser oxidado por bacterias. Esta última forma de nitrógeno es fácilmente absorbida por las raíces de las plantas o pérdida por lixiviación. El ión amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), y la urea pueden ser absorbidos por algunas plantas (Westwood, 1982).

La disponibilidad para la planta de un nutriente del suelo está determinada por la interacción de varios factores, algunos de los cuales lo son del suelo y otros se refieren a la planta misma (Westwood, 1982).

Westwood (1982), concluye entonces, que la existencia y la disponibilidad que un suelo posea de nitrógeno es dependiente fundamentalmente de la materia orgánica que haya en él, y de la presencia y actuación de los microorganismos.

Juscafresa (1978), señaló que el nitrógeno es el elemento que más influye en el desarrollo del árbol, el cual, según la edad o especie requiere mayores o menores aportaciones. Los fertilizantes nitrogenados son más que necesarios durante el período de formación del árbol, por ser el elemento que más impulsa su desarrollo y es igualmente imprescindible para el desarrollo del fruto en aquellos casos en que el árbol ofrece una carga relativamente excesiva, el cual favorecerá su tamaño, aunque perderá resistencia a la conservación en frigorífico.

El nitrógeno es determinante para el crecimiento vegetativo promoviendo la formación de nuevos tallos y dando vigor a -

todos los elementos de ese tipo, que con su presencia se alargan y se hacen suculentos, tiene influencia en el contenido de proteínas de los productos vegetales, ya que es parte constituyente de ellas, al igual que la clorofila (Westwood, 1982).

#### II.3.4.1.1. Efectos por Carencia o Demasía de Nitrógeno.

Juscafresa (1978), señaló que la falta de nitrógeno se manifiesta a mitad del verano, tomando la corteza de los tallos tiernos una coloración rojiza, las hojas apicales pierden clorofila, sus bordes se repliegan hacia la cara superior y los frutos maduran de manera irregular.

D'Esclapon (1976), observó que la deficiencia de nitrógeno se manifiesta con un aspecto mezquino del árbol, con brotes cortos inclinados hacia abajo, ramas delgadas y hojas pequeñas y pálidas, con frutos pequeños que caen prematuramente.

D'Esclapon (1976), indicó que el exceso de nitrógeno provoca la enfermedad llamada escaldadura blanda (los frutos manifiestan manchas marrón claro deprimidas), que terminan por formar una banda casi continua alrededor del fruto.

Boyton y Oberly (1960), destacaron la influencia positiva del nitrógeno con respecto a la formación de proteínas y a la floración; informaron detalladamente sobre la posibilidad de fomentar la floración por medio del abono de N, siem

pre que se cuide que el abono no se aplique en cantidad tan abundante que el crecimiento llegue a ser excesivo.

Vitsch (1965), señaló que la fruta joven tiene un inmenso poder de absorción de nitrógeno, provocando un déficit de N, en las yemas vecinas a las frutas quedando más chicas y forman únicamente hojitas.

Boyton y Obertly (1960), dedujeron que la inhibición del crecimiento no sólo se debe a los procesos controlados por inhibidores, sino también a la escasez de N. Unos experimentos para conseguir por medio de determinadas dosis de N, que las variedades añeras de manzano produjeron una cosecha constante y regular, no dieron ningún resultado positivo.

Boyton y Oberly (1960), confirmaron que por medio de experimentos de fertilizaciones en manzanos, que tanto el exceso como la escasez de nitrógeno disminuye el número de flores. Una dosis mediana de N, acomodada a las necesidades de la especie y a las demás condiciones locales, tiene las mejores probabilidades para que el manzano mantenga un ritmo pa<sub>rejo</sub> de fertilidad acompañado de un alto rendimiento.

Coutanceau (1970), indicó que en tanto el exceso de nitrógeno no se traduce, en general, por una vegetación activa, por el desarrollo de hojas anchas de color verde oscuro, de caída tardía, por una madurez insuficiente de la madera, causa de la desecación de las extremidades en invierno, por floraciones débiles por la producción de frutos de mala conserva



ción y por una sensibilidad exagerada a los parásitos, los síntomas de carencia son muy diferentes, como el raquitismo, el agotamiento temprano de la madera, el desarrollo de hojas de pequeña dimensión, de color verde pálido, después con un tinte anaranjado, rojo o púrpura a lo largo de la nerviación principal.

Westwood (1982), estimó el número de kg/ha de nitrógeno extraído anualmente del suelo por árboles adultos de manzano y fue de 39 kg/ha.

#### II.3.4.2. Fósforo (P)

El contenido total en fósforo de los suelos es variable, aunque pequeño. El fósforo disponible proviene de la meteorización de los minerales o de la materia orgánica del suelo. Aunque nunca representa más del 0.5 al 1.0 por ciento del P total. Junto a formas orgánicas, el P se presenta principalmente como fosfato de calcio, ligeramente soluble, o apatitas (Westwood, 1982).

Juscafresa (1978), indicó que el fósforo es después del nitrógeno uno de los elementos más importantes para el crecimiento, desarrollo y la lubricidad del árbol. El fósforo actúa de material de resistencia en la formación y elaboración de la materia vegetal, y con su carencia difícilmente puede realizarse el proceso de la fotosíntesis. El fósforo aumenta, además, la precocidad y desarrollo del fruto.

Boyton y Oberly (1960), encontraron en los brotes más nuevos del manzano mayores cantidades de P, que en las ramas más viejas y que en el tronco.

#### II.3.4.2.1. Efectos por Carencia o Demasia de P (Fósforo).

Coutanceau (1970), describió las carencias de fósforo en el manzano por los síntomas siguientes:

- Brotación tardía y muerte de los brotes.
- Desarrollo tardío de las ramas y raíces.
- Falta de solidez de la madera.
- Coloración de las hojas, apagadas, después verde pálido, tomando enseguida un tinte rojizo o púrpura, que precede a la caída prematura.
- Frutos pequeños abollados, muy coloreados, a menudo vacíos, tiernos, poco sabrosos y acidulados.

Velo (1983), señaló que la escasez de P retarda en la primavera la brotación de los árboles, encontró que donde hay escasez de fosfatos, es generalmente en las partes basales de la copa, las primeras que muestran síntomas de decadencia; son justamente las partes que alternan más. En los lugares en que la carga frutal es mayor, se presenta una demanda de fósforo más alta, pues la fruta absorbe este elemento con relativa rapidez.

### II.3.4.3. Potasio (K)

Salvo en el caso de los arenosos, la mayoría de los suelos minerales tienen altos contenidos de K total, que llegan del 2 al 3 por ciento en sus primeros 30 cm. En su mayor parte, se presentan en forma de micas o feldspatos, en las que no es absorbible por las plantas. Las formas fácilmente disponibles son las sales potásicas disueltas en la solución del suelo y los iones K absorbidos en los coloides del mismo. Otra forma de K denominada lentamente disponible está fuertemente retenida en la red cristalina del complejo arcilloso. Parte de este potasio se transforma en disponible, al irse utilizando las formas más solubles (Westwood, 1982). Boyton y Oberly (1960), destacaron su buena movilidad dentro de la corteza del árbol. En el período de crecimiento primaveral fluye en primer lugar hacia los órganos más jóvenes del árbol. El potasio movilizado durante todos estos movimientos, proviene en parte de los tejidos de reserva del árbol y de las raíces.

Velo (1983), indicó que debido a la movilidad relativamente amplia del potasio, existe el peligro que, en caso de deficiencia de K, se produzca un empobrecimiento rápido de las porciones interiores de la copa, por migración de este elemento hacia las partes más jóvenes de ella. En consecuencia el interior de la copa experimenta una merma en su productividad.

La asimilación del potasio aunque no está sujeta a la acción de los microorganismos del suelo y a una gran parte de sus reacciones, contribuye a proporcionar una importante resistencia a los tejidos del árbol, haciéndole menos sensible a la sequía, al frío, al ataque de los insectos y a la invasión de los parásitos (Juscafresa, 1978).

#### II.3.4.3.1. Efectos Fisiológicos por Carencia de K

Boyton y Oberly (1960), determinaron algunos síntomas por carencia de potasio en manzano como: en el borde de ciertas hojas se observa un enrojecimiento y sobre todo en mayo, en la cara inferior; las hojas se curvan hacia arriba en canal al final de junio; el cambio de color se generaliza y se transforma en necrosis marrón que progresa hacia el interior, sin respetar las porciones del limbo en contacto con las nerviaciones. El enrollado puede continuar, dando a las hojas el aspecto de cigarros. El conjunto del árbol, parece un enrejado. Las ramas dejan de crecer. En julio-agosto, aparecen nuevos brotes de aspecto sano, estos brotes son tanto más reducidos cuanto más afectado esté el árbol. El aspecto especial de las hojas corresponde a las descripciones hechas en Inglaterra y en Estados Unidos de la afectación denominada "Leaf Scorch" y atribuida como síntoma a una carencia potásica (Coutenceau, 1970; Wallace, 1966).

Juscafresa (1978), consideró que la carencia de potasio se caracteriza por el limitado desarrollo y debilidad de los -

ramos por rizarse y doblarse el borde de las hojas hacia el haz y tomar una coloración castaño-rojiza, precipitándose su caída. En el fruto se reduce su tamaño, pierde colorido y puede verse afectada la piel por manchas acorchadas.

#### II.3.4.4. Calcio.

El Ca es considerado generalmente un elemento poco móvil y, por lo tanto, se acumula preferentemente en las partes viejas del árbol, especialmente en la corteza. En cambio en los brotes más jóvenes y de mayor floración la acumulación es más bien pobre (Velo, 1983). El mismo autor señaló que los tejidos activos del manzano tienen valores relativamente altos en fósforo y bajos en calcio.

El calcio como sustancia nutritiva es indispensable en los brotes frutales. La escasez de calcio inhibe el crecimiento de brotes y raíces (Mengel, 1961).

##### II.3.4.4.1. Efectos Fisiológicos por Carencia de Calcio.

Chávez (1983), indicó que los síntomas de "mancha amarga" - está comúnmente asociada con la carencia de Calcio en el árbol y en el fruto. Esto podría explicar alta concentración de Calcio, incidencia menor de frutos con síntomas de mancha amarga.

Bukovac (1958), encontró que la correlación entre el Ca del suelo y la enfermedad no es significativa. Estas diferencias

se deben probablemente al auge, los portainjertos presentan capacidad diferencial de absorción y transporte de Ca disponible en los suelos, de esta manera reportó que el cultivar Mc Intosh sobre portainjertos débiles tienen mayor capacidad de absorción de Ca radioactivo que sobre vigorosos.

Coutanceau (1970), indicó que los síntomas en el manzano se producen por la fragilidad de las ramas, un retraso en el crecimiento y, a veces, por la desecación de los brotes, los árboles son achaparrados, las raíces se desarrollan poco, la floración es irregular y poca y los frutos permanecen verdes y ácidos.

D'Esclapon (1976), consideró que la enfermedad de "manchas amargas", que presenta pequeñas manchas deprimidas de contorno irregular o de color verde oscuro, un poco pardo es a consecuencia de un desequilibrio mineral del suelo (carencia de calcio).

Juscáfresa (1978), señaló que con la carencia de calcio el árbol se desarrolla con ciertas dificultades, caracterizándose por el engrosamiento de los tallos, reducción de los entrenudos y raíces hasta el punto de atrofiarse sus extremidades deteniendo su desarrollo.

#### II.3.4.5. Magnesio (Mg).

Su existencia en los suelos es común en cantidades suficientes, presentándose bajo formas de carbonato, sulfato u óxi-

do de magnesio (Calderón, 1983).

Juscafresa (1978), señaló que después del calcio, el magnesio es uno de los elementos más generalizados en todos los suelos alcalinos y tan sólo suele manifestarse su carencia en los suelos de reacción ácida de bajo valor de pH y en los muy ligeros y arenosos.

#### II.3.4.5.1. Efectos Fisiológicos por Carencia de Magnesio.

D'Esclapon (1976), describió los síntomas visibles por carencia de Mg. en manzano que fueron: amarillamiento de las hojas en la parte media de las ramas y la base, con rubicundez de los tejidos entre las nerviaciones principales, dirigido hacia el bordo del limbo.

Juscafresa (1978), señaló que la carencia se traduce por la pérdida de clorofila en el borde de las hojas seguida de necrosis y por unas manchas en el centro del peciolo de un matiz castaño oscuro, provocando su caída. El tamaño del fruto se reduce, perdiendo resistencia y es causa del escaldo al conservarlo en frigoríficos; la caída prematura de las hojas del manzano en los viveros es a consecuencia de una carencia de magnesio.

Coutanceau (1970), describió los síntomas por carencia de Mg en manzanos indicó que aparecen con una disminución en la coloración verde en los espacios internervianos, aparecen a continuación necrosis de los tejidos entre las nervia

ciones principales de una forma progresiva, que empiezan por el borde del limbo hasta alcanzar el centro, la caída de las hojas, precedidas por un enrollamiento precoz, comienza por la base de las ramas. En casos graves, los frutos se quedan pequeños, no maduran y son insípidos y poco coloreados.

#### II.3.4.6. Zinc (Zn).

El zinc es un elemento que se encuentra en todas las tierras cultivadas en proporciones regulares, siendo más o menos asimilable por el árbol según sea la acidez o alcalinidad del suelo (Juscafresa, 1978).

Calderón (1983), indicó que la función del zinc actúa como agente catalítico en diversos procesos enzimáticos de su metabolismo, como es la síntesis de auxinas.

Juscafresa (1978), señaló que este elemento juega un papel muy importante en la formación de clorofila, siendo uno de los más activos catalizadores que ejercen una importante influencia en la formación de hormonas del crecimiento y el desarrollo.

##### II.3.4.6.1. Efectos Fisiológicos por Carencia de Zinc.

D'Eclapon (1976), señaló los siguientes síntomas: entrenudos muy cortos, hojas de bordes ondulantes, pequeñas y estrechas, frutos pequeños, tendencia a la alternancia.



Juscafresa (1978), indicó que la carencia se manifiesta en las hojas por la pérdida local de clorofila, manteniéndose verde el nervio central, los bordes se doblan hacia el haz, salpicándose de manchas verdes y formándose rosetas de hojas en la punta de los tallos. Los frutos no manifiestan alteración alguna.

Coutanceau (1971), indicó que en manzanos variedad Golden Delicious los árboles que sufren carencia de zinc presentan un contraste marcado entre la coloración verde oscuro de las hojas, a lo largo de las nerviaciones y la coloración amarillo claro del resto del follaje, que se manifiesta por un mosaico de manchas verdes sobre fondo amarillo.

Coutanceau (1971), señaló que los entrenudos son muy cortos las hojas se desarrollan formando rosetas. El agotamiento de las ramas se retrasa, las ramas son flexibles, se produce a finales del segundo año, el crecimiento de numerosos brotes dando la apariencia de escobas.

#### II.3.5. Topografía-Pendiente

Wallace (1966), indicó que los terrenos de pendiente acentuada dificultan en la plantación las operaciones de pulverización, cultivo y recolección, al tiempo que favorecen la erosión del suelo y que éste ofrezca un estado generalmente pobre y variable. Conviene sin embargo, que exista una pendiente ligera, que ha de favorecer el movimiento del aire y el drenaje del suelo.

El manzano se adapta en diversos tipos de suelo; sin embargo se desarrolla mejor en cuyos pendientes sean menores a - 2-5% (SARH-INIA, 1984).

## III. MATERIALES Y METODOS

## III.1. MATERIALES:

Material y equipo del laboratorio de suelos.- Para determinar propiedades físicas y químicas de los suelos.

Reactivos para análisis químicos.- Para determinar propiedades físicas y químicas de los suelos.

Cartas topográficas.- Editadas por el CETENAL, de la Secretaría de Programación y Presupuesto, para ubicar la zona de estudio y observar topografía, relieve y otros.

Cartas edafológicas.- Elaboradas por el CETENAL de la Secretaría de Programación Y Presupuesto, para conocer características generales de los suelos: Unidad y Subunidad.

Información Climatológica.- Recopilada por el Servicio Meteorológico Nacional y la Subdirección de Hidrología de la S.A.R.H. para determinar clima e índices agroclimáticos.

Pala y zapapico.- Para hacer los pozos de observación edafológica.

Bolsas de polietileno.

Cinta métrica.

Cámara Fotográfica.

Brújula.

Altímetro.

Libreta de campo.

Clicímetro con nivel de mano.

### III.2. METODOS.

El estudio del clima y del suelo, se realizó en tres etapas:

- En la primera etapa, se recopiló información bibliográfica sobre el clima, suelo y su influencia sobre el manzano y sus portainjertos; se reunió información climatológica proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional y la Subdirección de Hidrología de la SARH; información cartográfica, cartas topográficas, cartas edafológicas, cartas de uso actual y potencial del suelo, publicadas por el CETENAL de la S.P.P.

Se realizó la localización geográfica exacta y la delimitación de la zona de estudio.

- En la segunda etapa, se realizó trabajo de campo y laboratorio. En el trabajo de campo se seleccionaron y describieron los sitios del muestreo y las características de cada perfil de suelos; se efectuaron observaciones sobre la vegetación natural y cultivada y su respuesta al clima y suelo.
- En la última etapa, se caracterizó a los suelos en base a las observaciones de campo y los resultados de laboratorio y se determinó el clima e índices agroclimáticos de la zona de estudio. En base a diversas investigaciones -

sobre adaptación del manzano y sus portainjertos a diferentes climas y suelos, reportadas en la bibliografía, se estimó cuales son los cultivares, polinizadores y portainjertos que tienen mayor probabilidad de adaptarse a la zona de estudio.

### III.2.1. Métodos Utilizados en el Estudio Climático.

En el estudio climático, en primer lugar se localizaron las estaciones meteorológicas más cercanas a la zona de estudio las estaciones que fueron utilizadas son:

TABLA VI. ESTACIONES CLIMATOLOGICAS UTILIZADAS EN EL CALCULO DEL CLIMA E INDICES AGROCLIMATICOS.

ESTACIONES	ALTITUD	LATITUD		LONGITUD	
		N	W	W	W
CD. SERDAN, PUE.	2585 msnm	18° 59'		97° 27'	
CD. SERDAN, PUE.	2278	18° 59'		97° 26'	
ORIZABA, VER.	1248	18° 51'		97° 06'	
GUADALUPE POTREROS, PUE.	2575	18° 52'		97° 19'	
CUESTA BLANCA, PUE.	2275	18° 51'		97° 27'	
SAN PEDRO TEMAMATLA, PUE.	2425	18° 55'		97° 31'	
ZACATLAN, PUE.	2059	19° 57'		97° 58'	

Los principales problemas que surgieron durante el estudio fueron: La falta de estaciones meteorológicas dentro de la zona de estudio, aunado a esto, la zona de estudio se encuentra en una área montañosa, por lo que existe variación

muy marcada en cuanto al clima de una estación meteorológica a otra cercana; otro problema de importancia es la escasez de datos en cuanto a el número de años registrados que van de diez a veinte, lo que dificulta el cálculo del clima. Del clima de invierno lo más importante es determinar las horas frío, temperaturas medias, temperaturas máximas, las cuales afectan directamente el letargo del árbol de manzana. Del Período de crecimiento, el número de días con helada, el período libre de heladas determinado por la primera y última helada, las unidades calor son importantes para la predicción de la floración, las temperaturas medias, máximas y mínimas del verano influyen en la producción y calidad de la manzana. Por otro lado, la precipitación es importante para estimar excesos o carencias de agua en el suelo, durante los períodos críticos de crecimiento.

El clima se determinó por el segundo Sistema de Thornthwaite, expuesto por Jiménez en 1972, para el cálculo del clima se realizaron para siete comunidades de la zona de estudio las siguientes determinaciones:

- a) Temperaturas medias mensuales, promedio de temperaturas máximas y mínimas, se realizó por el método simple o empírico propuesto por Ortiz en 1984, este método calcula la temperatura en función de la altura, el procedimiento consiste en obtener la ecuación de regresión simple entre estas dos variables, la ecuación es de una línea recta del tipo:

$$T = b_0 + b_1 h.$$

en donde T es la temperatura, h la altura sobre el nivel del mar  $b_1$  representa al gradiente altotérmico geográfico y  $b_0$  corresponde a la temperatura al nivel del mar. Para saber si una ecuación es adecuada es necesario investigar los valores del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), y la probabilidad de F. se consideran satisfactorios los valores:

$R^2$	0.75
Prob. F	0.05

- b) Unidades calor, se calcularon por el método residual, expuesto por Torres en 1983. La fórmula para estimar unidades calor es:

$$Uc = 0.083 N (TM - PC)$$

Donde Uc = Unidades calor para un día (grados calor día)  
 N = Fotoperiodo; PC = Punto crítico °C.

$$TM = \frac{(\text{temperatura máx.} + \text{mín.})}{2}$$

Con lo cual, se realizó la curva acumulativa de unidades calor, ajustada con un modelo matemático (polinomial), - para evitar datos negativos se forzó a los polinomios a pasar por el origen así:

$$\frac{UC}{X} + A + b x + c x^2 \dots z x^n$$

despejando UC = Unidades calor.

$$UC = a x + b x^2 + c x^3 \dots z x^{n+1}$$

Esta metodología fue propuesta por Camacho en 1987.

- c) Horas frío, se determinó con el modelo propuesto por Da Mota en 1965. El método de Da Mota utiliza la fórmula:

$$N = 485.1 - 28.52 T_m$$

donde:

N = horas frío mensuales.

T<sub>m</sub> = temperatura media mensual (°C).

Esta fórmula es aplicable para los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

- d) Número de días con heladas, considerando que el número de días con heladas está en función de la altura, debido a que del nivel del mar hasta un límite de altitud, no se presentan heladas y después de esta altitud se incrementan las heladas rápidamente aún a incrementos de altitud pequeños, la curva resultante hipotéticamente es exponencial de la forma  $y = a e^{KX}$ .

Donde a es una constante y K una tasa de crecimiento.

Por lo que se ajustó la curva por el método propuesto por Wilker en 1979, para linealizar y ajustar una recta por mínimos cuadrados y se hizo la siguiente transformación:

$$\ln Y = \ln C + K X$$



En donde:  $\ln Y$  = logaritmo natural de Y

$\ln C$  = ordenada al origen

$K$  = pendiente.

Para el empleo de la curva ajustada se retornó a la escala original y para esto se sustituyó en la expresión  $y = c e^{K X}$  y se obtuvo el número de días con heladas a diferentes altitudes, el método fue propuesto por Camacho en 1987.

Para las estaciones meteorológicas más cercanas y representativas para la zona de estudio se determinó:

- e) Probabilidad de lluvia, De Fina en 1945, señaló que la distribución geográfica de la lluvia es muy irregular, indicó que las causas que la determinan son: Latitud, Dirección de los vientos dominantes, Distancia al mar y Relieve del suelo.

En cuanto a la influencia del relieve del suelo constató que cuando los vientos húmedos, dominantes de una región encuentran una cadena de montañas se elevan con lo que disminuye su temperatura y al alcanzar un determinado nivel, la masa queda saturada de vapor acuoso. Si el aire continúa ascendiendo la precipitación se inicia y luego se intensifica, una vez que la corriente atmosférica alcanzó una altura de 2000 ó 3000 M, aunque el aire se mantenga saturado, una nueva elevación sólo producirá una precipitación escasa, pues a esas altitudes por efecto de la baja temperatura, la humedad absoluta es muy pequeña.

El comportamiento de la precipitación es muy variable, - según lo reporta De Fina en 1945 en Argentina; Cardoso - en 1979 y Jáuregui en 1968 en México, señalaron la gran influencia de las cadenas montañosas en las masas de aire, debido a que la zona de estudio se encuentra en una zona montañosa existe gran variación en los datos de pre cipitación reportados por las estaciones matereológicas, por lo que se tomó en consideración para el cálculo de - probabilidad de lluvia los datos de la estación meteorológica más cercana.

La probabilidad de lluvia se determinó con la distribu- ción Gamma Incompleta propuesta por Villalpando en 1982 y Ortíz en 1984.

- f) Probabilidad de ocurrencia de primera y última helada. - Se calculó por medio de la distribución normal ajustada, en base al método propuesto por Villalpando en 1982.
- g) Probabilidad de granizo.- Se calculó con la distribución Poisson, en base al método propuesto por Villalpando en 19

Se elaboraron climogramas, según el método propuesto por Jiménez en 1972, de siete localidades de la zona de estu dio, de seis de las estaciones climatológicas más cercanas a la zona y uno de Zacatlán, Puebla que es una zona donde se ha adaptado el manzano en condiciones de temporal. Por último, se hacen comparaciones entre el clima - que hay en la zona de estudio, y el comportamiento del - manzano en otras localidades con condiciones climáticas controladas o estudiadas que se reportan en la revisión de literatura.

TABLA VII. ESTACIONES CLIMATOLOGICAS Y PERIODOS EN AÑOS  
UTILIZADOS EN EL CALCULO DE INDICES AGROCLIMATICOS.

INDICE AGROCLIMATICO	ESTACIONES CLIMATOLOGICAS	PERIODO EN AÑOS
a) TEMPERATURAS	ORIZABA, VER.	1961 - 1980
MEDIAS	CD. SERDAN, PUE. 2278	1971 - 1980
MAXIMAS	CD. SERDA, PUE. 2585	1966 - 1980
MINIMAS	SAN PEDRO TEMAMATLA, PUE.	1969 - 1980
b) UNIDADES CALOR	GUADALUPE POTREROS, PUE.	1969 - 1980
c) HORAS FRIO	CUESTA BLANCA, PUE.	1969 - 1980
d) No. DE DIAS CON HELADA	ZACATLAN, PUE.	1961 - 1980
PRECIPITACION TOTAL		
e) PROBABILIDAD DE LLUVIA	GUADALUPE POTREROS, PUE.	1969 - 1980
	CD. SERDAN, PUE. 2278	1971 - 1980
	CUESTA BLANCA, PUE.	1969 - 1980
f) PROBABILIDAD DE PRIMERA Y ULTIMA HELADA	GUADALUPE POTREROS, PUE.	1969 - 1980
	CD. SERDAN, PUE. 1585	1966 - 1980
	SAN PEDRO TEMAMATLA, PUE.	1969 - 1980
g) PROBABILIDAD DE GRANIZO	GUADALUPE POTREROS, PUE.	1969 - 1980
	CD. SERDAN, PUE. 2585	1966 - 1980
	CD. SERDAN, PUE. 2278	1971 - 1980

## II.2.2. Métodos Utilizados en el Estudio Edáfico.

En el estudio edáfico partimos de la selección de los sitios de muestreo con ayuda de las cartas topográficas. Hernández y Sánchez (1973), indicaron que generalmente se realiza mediante la fotointerpretación de los suelos y el reconocimiento de éstos en el campo. Con el empleo de las cartas topográficas y edafológicas se logra una diferenciación y delimitación de los suelos en base a su aspecto superficial y especialmente a las características del paisaje relacionados con ellos, tales como formaciones geológicas, topográficas, drenaje superficial y vegetación; también son de gran utilidad porque permiten la identificación de las vías de acceso y la estimación de las distancias entre sitios de muestreo, la selección y localización definitivas de los sitios de Muestreo se realiza en el campo, los sitios de muestreo deben ser lo suficientemente representativos de la zona de estudio.

En total se seleccionaron siete sitios de muestreo en donde se hicieron igual número de pozos de observación edafológica, se perforó una profundidad de 120 cm, ancho de 100 cm y largo de 200 cm. Se tomaron cuatro muestras de cada pozo a diferentes profundidades; 0-30 cm; 30-60 cm; 60-90 cm; 90-120 cm.

El plan de muestreo, según Blacken 1965 es el muestreo por criterio; mediante este método no se puede definir la pre-

cisión de los datos obtenidos a partir de la muestra, ya que las unidades han sido seleccionadas con probabilidades diferentes, pero desconocidas, en la mayoría de los casos, las diferencias entre unidades disminuyen con la profundidad, por lo que no suele ser necesario muestrear el subsuelo tan intensamente, como la superficie (Black, 1965).

Para la caracterización de los suelos a cada una de las muestras del suelo, se efectuaron las siguientes determinaciones:

- 1.- pH.- Se determinó con el potenciómetro de Beckman con electrodo de vidrio, en una suspensión suelo-agua destilada, en una relación 1:2.5.
- 2.- Densidad aparente, real y espacio poroso.- Se determinó con picnómetro.
- 3.- Textura.- Se determinó por el método del hidrómetro de Bouyoucos modificado (Bouyoucos, 1951).
- 4.- Color.- Con las tablas Munsell de colores.
- 5.- Capacidad de intercambio total en meq/100 gr de suelo - método de Acetato de Amonio.
- 6.- Fósforo Asimilable en fg/ha. determinado por el método Bray Pi (Bray y Kurtz, 1945).
- 7.- Potasio asimilable en kg/ha. determinado por el método Peech-English (Peech y English, 1944).
- 8.- Materia Orgánica en %.- Determinado por el método de

combustión húmeda de Walkley y Black, modificado por -  
Walkley (Walkely, 1947).

- 9.- Calcio y Magnesio en Kg/Ha. - Determinados por el método de extracción de Peech-English (Peech-English, - 1944).
- 10.- Nitrógeno Aprovechable en fg/Ha., calculado por la suma de  $\text{NO}_3^+$  +  $\text{NH}_4^+$ .
- 11.- Zinc en ppm., por el método de absorción atómica.
- 12.- Conductividad eléctrica en (mmnos./cm). calculado con puente de Weasthone.

Para la interpretación de los resultados se utilizaron las tablas:

- Propuestas por el Dr. Rodolfo Moreno Dahne.
- Parámetros para la interpretación de resultados de análisis de suelos utilizados por "CONAFRUT".

### III.3. DELIMITACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

La zona de estudio comprende el área agrícola del municipio de San Antonio Atzitzintla, Puebla; el cual se ubica en la parte centro oriental del estado de Puebla, entre los  $18^\circ - 53'14''$  y  $18^\circ 58'20''$  de latitud norte y de los  $97^\circ 14'22''$  y  $97^\circ 14'22''$  y  $97^\circ 22'52''$  de longitud oeste, tiene una superficie de 12,346 hectáreas. Está integrado por nueve comunidades rurales: San Antonio Atzitzintla, Santa Cruz Cuyachapa,

Huilhoapan, Paso Carretas, Xochiloma, San Miguel Sesema, - San Manuel de la Sierra, Toluca y Texmalaquilla; la mayoría de los habitantes de la zona de estudio se dedica a actividades económicas como agricultura, ganadería, caza y explotación forestal.

La zona de estudio se encuentra enclavada en la parte más abrupta y elevada de la Sierra Madre Oriental, donde ésta se enlaza con la Sierra Volcánica Transversal. Por su situación geográfica, en las estaciones meteorológicas cercanas, observamos grandes diferencias en cuanto al clima, en la estación Orizaba a 1,275 msnm, se presenta un clima según el Segundo Sistema de Thornthwaite, templado-cálido, superhúmedo, con nula deficiencia de agua, mientras que en la estación San Pedro Temamatla a 2,425 msnm, se observa un clima según el Segundo Sistema de Thornthwaite, semifrío, seco, con nula demasía de agua y con baja concentración térmica - en el verano, es evidente que estas variaciones en temperatura y precipitación se originan por el relieve del suelo.

En épocas pasadas intensos fenómenos volcánicos afectaron - esta región, restos de esta actividad son el Pico de Orizaba, situado sobre los pliegues de la Sierra Madre; la porción Norte del municipio de San Antonio Atzitzintla fue expropiada con fines recreativos y de conservación ecológica en 1936, por el presidente Lázaro Cárdenas, para formar parte del Parque Nacional Pico de Orizaba.

La zona agrícola de San Antonio Atzitzintla, presenta una topografía accidentada; los sistemas de topoformas son: gran sierra volcánica compleja, lomerío de colinas redondeadas - con cañadas, valle de laderas tendidas, valle de laderas escalonadas, lomerío suave con mesetas, sierra de laderas abruptas, y sierra de laderas tendidas; su altitud varía de los 2500 a los 3300 metros sobre el nivel del mar.

Las coordenadas geográficas de las localidades estudiadas - en donde se efectuaron los muestreos de suelos y los cálculos del clima e índices agroclimáticos, son:

LOCALIDAD	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
XOCHILOMA	18°58'08" N	97°21'17" W	2 940 msnm.
TEXMALAQUILLA	18°56'28"	97°17'22"	3 100
TOLUCA	18°53'40"	97°15'00"	25 500
PASO CARRETAS	18°55'08"	97°15'00"	2 700
ATZITZINTLA	18°53'51"	97°19'32"	2 700
SAN MIGUEL SESMA	18°54'30"	97°21'20"	3 590
SAN MANUEL DE LA SIERRA	18°56'13"	97°19'40"	3 000.



#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### IV.1. CLIMA.

En la zona de estudio el clima que se observa, de acuerdo con el Segundo Sistema de Thornthwaite, es en cuanto a Categoría de Temperatura, semifrío. Y en lo que respecta a Régimen de temperatura, se observa baja concentración de calor en el verano, las temperaturas bajas durante el desarrollo y maduración del fruto provocarían baja producción y mala calidad del fruto. Las bajas temperaturas durante el verano se deben a que la época de lluvias se presenta en esta estación.

La Categoría de humedad varía en función de la altura, en Texmalaquilla a 3100 msnm, es semihúmedo, mientras que, en Toluca 2500 msnm, es semiseco, en la zona de estudio, esto se origina probablemente a la relación que existe entre temperatura, altura y evapotranspiración. En las localidades bajas de la zona de estudio se acentuarían los efectos de las deficiencias hídricas observadas durante los meses de febrero a mayo.

##### IV.1.1. Temperaturas de Primavera y Verano.

Las temperaturas observadas en la zona de estudio varían de localidad en función de la altura sobre el nivel del mar. Las temperaturas que se presentan después del periodo del

reposo invernal, son importantes para la producción y calidad de la manzana.

En la zona de estudio, observamos que la floración al igual que la temperatura está en función de la altura sobre el nivel del mar; así en la localidad de Texmalaquilla a 3100 m. s.n.m. la floración se pronostica para el 11 de abril y para la localidad de Toluca a 2500 m.s.n.m. se predice para el 21 de marzo, para que comience la floración del manzano se han de acumular 305 días grado, tomando como base 6°C, - contados a partir del 10. de febrero; se puede predecir la fecha de floración en una localidad determinada acumulando unidades calor (Tabuenca, 1965).

En las localidades de Texmalaquilla, Xochimilco y San Manuel de la Sierra, se estiman temperaturas máximas medias del mes de abril, del orden de 13.7 a 16.3°C, lo cual determinará una fructificación débil menor o igual al cinco por ciento, que reducirá notablemente el rendimiento del cultivo. - En contraste en las localidades de San Antonio Atzitzintla, Paso Carretas, Toluca y San Miguel Sesma, en donde se observan temperaturas máximas medias de 20.3 a 23.5°C, se espera que el cuajado de frutos sea superior al diez por ciento - (Gardner et. al, 1939; Tabuenca, 1965).

El número de días con heladas varía en función con la altura sobre el nivel del mar, en Texmalaquilla a 3,100 m.s.n.m. se estiman 95 días con helada, en contraste en la Localidad

de Toluca se estiman 40 días con helada. Las heladas se concentran en los meses de octubre hasta marzo, por lo cual, se estima que el período libre de heladas tiene una duración que va de los 150 a los 180 días, comprendido entre los meses de abril a septiembre. En tres estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio, se observó el período libre de heladas, determinado por la primera y última helada; en Guadalupe Potrereros a 2,575 m.s.n.m., el período libre de heladas es de 224 días comprendidos del 8 de marzo al 22 de octubre; en San Pedro Temamatla a 2,425 m.s.n.m., el período libre de heladas es de 178 días comprendidos del 11 de abril al 9 de octubre; en Cd. Serdán a 2,585 m.s.n.m., el período libre de heladas es de 116 días comprendidos del 10 de mayo al 24 de agosto.

Por la duración de la estación de crecimiento, algunas variedades de manzano se pueden adaptar en la zona de estudio. En las localidades de Texmalaquilla, Xochiloma, San Manuel de la Sierra, es probable adaptar variedades precoces como: Haralson, Wealthy, Milton, Oldenburg, Mc. Intosh, Northern Spy, Rhode Island Greening, Jonathan, Grimes Golden y Baldwin (Tabuenca, 1965).

En las localidades de San Antonio Atzitzintla, Paso Carretas, Toluca y San Miguel Sesma se pueden adaptar variedades de madurez intermedia como: Golden Delicious, Delicious, Ben Davis, Belleza de Roma, Stayman Winesap, Rayada de Zaca

tlán, Winesap (Arkansas Black, 1951; Tabuenca, 1965; Calderón, 1977; SARH-INIA, 1984).

En la zona de estudio se observan heladas tardías, que podrían afectar la producción y calidad de la manzana, además de aumentar los costos de producción, existen dos opciones para eliminar el costo de calefacción, una es la selección de variedades con época de floración tardía y otra es la ubicación adecuada de la plantación, de tal forma que no se acumule el aire frío y denso dentro del huerto. Algunas variedades que se pueden adaptar a la zona de estudio, con época de floración tardía son: Las variedades del Grupo Rome Beauty, Rome Beauty Doble Rojo, Spur Red Rome Beauty; Rome Beauty Sencillo, Nuggett Delicious, Spur Golden Delicious, Smooth Golden, Golden Delicious, Starkrimson. De floración intermedia, Arkansas Black, Mc. Intosh, Baldwin, Hiberna, Jonathan, Northern Spy (SARH-INIA, 1984; Calderón, 1977).

Las temperaturas medias de los meses de mayo a agosto varían de 12.0°C en Texmalaquilla a 3100 m.s.n.m. hasta 14.8°C, en Toluca a 2500 m.s.n.m.

Algunos investigadores consideraron temperaturas óptimas de verano, para el cultivo del manzano aquéllas comprendidas entre 11 y 18°C. Las variedades Hiberna, Oldenburg, Northern Spy, Wealthy Baldwin, Rhode Island, Borowitzky y Transparente Blanca se desarrollan bien con una temperatura media de 11.1 a 13.3°C. Jonathan, Red Delicious y la mayor parte de

las variedades necesitan temperaturas medias de verano de 15°C. (Gardner, et. al., 1939; Souty, 1965; Remy, 1958; Tabuena, 1965). En oposición, algunos autores señalan temperaturas medias óptimas para los meses de verano de 18 a 24°C. (Caldwell, 1928; Childers, 1961).

La temperatura mínima media durante los meses de mayo a agosto, varía de 6.6°C. en Texmalaquilla a 3100 m.s.n.m. hasta 9.4°C en Toluca a 2500 m.s.n.m. La temperatura máxima media, durante los meses de mayo a agosto, varían de 16.6°C. en Texmalaquilla, hasta 20.2°C en la localidad de Toluca. Según las integrales térmicas propuestas por Boynton en 1960, los límites óptimos para los cuatro meses más cálidos deben tener: Temperatura mínima media encima de 10°C, y temperaturas máximas medias encima de 21°C.

En las localidades de Texmalaquilla, Xochiloma y San Manuel de la Sierra, la concentración térmica en los meses de verano es baja, sin embargo, es probable adaptar variedades con bajos requerimientos térmicos, las variedades comerciales que tienen mayor demanda en el mercado se podrían adaptar, pero con el riesgo de obtener baja producción y baja calidad de la fruta. En las localidades de San Antonio Atzitzintla, Paso Carretas, Toluca y San Miguel Sesma, la temperatura de verano no es factor limitante para el cultivo de variedades comerciales de manzana.

#### IV.1.2. Temperaturas de Invierno.

Las temperaturas medias de los meses más fríos, diciembre y enero fluctúan de  $9.1^{\circ}\text{C}$  en la localidad de Texmalaquilla a 3100 m.s.n.m. hasta  $11.3^{\circ}\text{C}$  en la localidad de Toluca a 2500 m.s.n.m.

En Zacatlán, Puebla se observan temperaturas medias en los meses más fríos de  $11.8^{\circ}\text{C}$ , en esta zona se desarrollan variedades como la Rayada, Blanca o Cera, Red Delicious, Golden Delicious, Jonathan, Stayman Winesap y Golden Grimes.

Las temperaturas medias invernales están relacionadas directamente con las horas frío necesarias para romper el letargo. Las temperaturas medias de los meses de diciembre y enero del orden de  $7.2^{\circ}\text{C}$  a  $11.1^{\circ}\text{C}$  se consideran óptimas para el cultivo del manzano (Villiers, 1947).

Las temperaturas máximas de los meses de invierno, noviembre a febrero, varían de  $10^{\circ}\text{C}$  en la comunidad de Texmalaquilla hasta  $19.7^{\circ}\text{C}$  en la comunidad de Toluca.

Las temperaturas máximas medias de los meses de invierno, superiores a  $18^{\circ}\text{C}$ , resultan perjudiciales para el cultivo de algunas variedades del manzano, específicamente Red Delicious (Boynton, 1960).

Las temperaturas mínimas medias en la zona de estudio, de los meses de noviembre a febrero fluctúan de  $4.9$  a  $7.5^{\circ}\text{C}$ . Las temperaturas óptimas para acumular horas frío es de 5 a

7°C, valores por debajo de 1.4°C o por encima de 12.5°C, no tienen efecto sobre la acumulación de frío invernal (Richardson et. al., 1974). La temperatura mínima media óptima de los meses de noviembre a febrero para el manzano Red Delicious es por debajo de 7°C (Boynton, 1960).

Las horas frío acumuladas en los meses de noviembre a febrero fluctúan de 610 en Toluca, hasta 869 horas frío en Texmalaquilla. Existen variedades de manzana con requerimientos de frío de 400 a 1200 horas frío, las cuales se pueden adaptar a la zona de estudio (Calderón, 1977; Tabuenca, 1965; Miller y Baker, 1982; Giesberger, 1972).

#### IV.1.3. Precipitación Pluvial.

En la zona de estudio se presenta una precipitación pluvial de 627 mm. anuales, distribuidos irregularmente durante el año, en los meses de mayo a septiembre se concentra el 76 por ciento del total de la precipitación, lo que provoca excesos de humedad durante los meses de julio a septiembre.

El exceso de humedad tiene diversos efectos negativos en el cultivo del manzano; afecta el desarrollo radicular, limita el crecimiento vegetativo, disminuye la producción y la calidad de la fruta. El exceso de humedad predispone al cultivo al ataque de parásitos de origen fungoso, tales como: la pudrición del cuello del manzano, Phytophthora cactorum (Leb y Cohn) Schroet., la pudrición texana del manzano Phymatotri-

chum omnivorum (Scheur) Duggar y la roña de la manzana Venturia inaequalis, para combatir estas enfermedades es necesario utilizar fungicidas, o emplear patrones y cultivares resistentes, en México se han reportado como patrones susceptibles a los patrones clonales de la serie Malling Merton y como resistente al patrón franco; la mayoría de los cultivares comerciales en mayor o menor grado son susceptibles a las enfermedades fungosas; sin embargo, en Zacatlán, Puebla, en donde existen condiciones de Humedad excesiva durante el verano, se ha adaptado la variedad Rayada que posee una capa muy gruesa de cera que cubre el epicarpio e impide el ataque fungoso, la utilización de fungicidas implica el aumento de los costos de producción (Westwood, 1982; Calderón, 1977; Tabuena, 1965). Durante los meses de febrero a mayo se observan deficiencias hídricas, que resultarían en una disminución de la fecundación, por la desecación de la mucosidad estigmática y la formación de la capa de abscisión en las flores y frutos. El amarre de frutos que se presentaría al final de abril y la división celular que se distingue por la caída de fruto que se presentaría al final de mayo son dos etapas en que las deficiencias hídricas causarían mayores daños al cultivo (SARH-INIA, 1984; Calderón, 1977; Kongsrud, 1969).

Sin embargo, otros investigadores indicaron que las necesidades de agua varían mucho según las variedades y el patrón empleado, señalaron que las variedades precoces de manzano -



sobre franco, son resistentes a la sequía y que normalmente se pueden cultivar sin riego; para distintas variedades de manzano cultivados en secano encontraron necesidades de agua de 600 a 800 mm (Rebour, 1961; Tabuena, 1965; Remy, 1960).

Por lo tanto, es necesario para el establecimiento de huertos de manzano en la zona de estudio, buscar alternativas para cubrir las necesidades de riego de los meses de febrero a mayo o en su defecto emplear variedades precoces de manzano sobre patrones francos, junto con la utilización de prácticas culturales para la conservación del suelo y de la humedad.

La temporada de granizo, en tres estaciones meteorológicas; tiene un promedio anual de un día y se presenta con mayor frecuencia durante marzo y junio, en la estación Guadalupe Potreros; Para la estación de Cd. Serdán a 2278 m.s.n.m., el promedio anual es de dos días y se presenta con mayor frecuencia en los meses de abril y mayo; en la estación de Cd. Serdán a 2585 m.s.n.m., el promedio anual es de tres días y se presenta con mayor frecuencia en los meses de abril y mayo. El granizo durante los meses de abril y mayo puede provocar la caída y deformación de flores y frutos, lo cual disminuirá la producción y la calidad de la manzana. El viento, en la zona de estudio es seco durante los meses de octubre a mayo, lo que provoca durante abril y mayo, el

aumento de la evapotranspiración, la reducción de la fecundación y del amarre de los frutos. Durante los meses de junio a septiembre es húmedo, frecuentemente con neblinas que predisponen al cultivo al ataque de enfermedades fungosas, es probable cultivar manzano, siempre y cuando se instalen barreras rompevientos.

#### IV. 2. SUELO.

Los resultados e interpretaciones de los análisis físico y químico de los suelos de la zona agrícola del municipio de San Antonio Atzitzintla aparecen en los cuadros 1, 2 y 3. Los datos se obtuvieron analizando las capas 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm. de profundidad; la profundidad del muestreo se realizó en base a los trabajos de Mata, el cual encontró estudiando la extensión radicular de diversos porta-injertos de manzano, que el 76% de las raíces menores de 2 mm. de diámetro y el 96.50% de las raíces mayores de 2 mm. de diámetro se localizan en una profundidad de 120 cm. (Mata, 1975).

Las Unidades de suelo en la zona de estudio son: Andosoles y Regosoles. Los Andosoles son suelos derivados de cenizas volcánicas en los cuales existe un contenido alto de material amorfo en la fracción arcillosa, baja densidad aparente. En el horizonte A existe un contenido de material orgánico relativamente alta, consistencia frías, estructura fina, granular o migajosa. En el horizonte B, estructura de

bloque débilmente desarrollada, difícil de observar en la masa cuando está húmeda, se manifiesta cuando el suelo está sujeto a secado, son suelos bien drenados y aireados.

El contenido de humedad es alto a través del perfil, asociado con valores bajos en la densidad aparente, en cuanto a textura se refiere, los suelos derivados de cenizas volcánicas muestran partículas de tamaño más grande que en otros suelos y esta propiedad puede estar relacionada a la existencia de materiales amorfos coloidales; la fracción arcillosa con dominancia de alofano tiene alta capacidad de intercambio catiónico. Los valores de pH de esta clase de suelos generalmente indican condición de débil a fuerte acidez aunque aquellos suelos que contienen montomorillonita o palogonita pueden estar cercanos a la neutralidad.

El coeficiente de absorción de fosfatos es extremadamente alto, entre más bajo es el pH de la solución más fosfato es fijado.

En el sistema de clasificación de suelos de E.U., está incluido en el orden Inceptisoles. (Donahue et. al, 1981; Cortés, 1966).

En los pozos edafológicos I, II, III, IV y VII, la Unidad de suelo es Andosol ocrico, en comparación con los perfiles representativos expuestos por (SPP - INEGI, 1983) los suelos de la zona de estudio no poseen los horizontes Ao y Al, altamente humificados, los cuales son sustituidos por el hori

zonte Ap, el porcentaje de materia orgánica varía de medianamente pobre, 1.4 a extremadamente rico a 5.5% (Dahme, - 1970).

El horizonte B, profundidad de 30 - 120 cm. color café claro, textura migajón arenoso, consistencia muy friable en húmedo. Estructura de forma migajosa y en bloques subangulares, tamaño fino y desarrollo moderado. Es un horizonte incipiente cámbico.

Esta clase contempla tanto a los suelos situados en las partes altas de la sierra volcánica, como a los lomerios de colinas redondeadas con cañadas situadas en las faldas del volcán, que conjuntamente comprenden 65% del área cultivable de la zona de estudio. Estos suelos conservan la humedad del ciclo de lluvias anterior, cuando se roturan inmediatamente después de la cosecha. Los principales cultivos son: papa, haba, chícharo, lenteja y trigo.

Los Regosoles del Gr. rregos, manto; para indicar el manto de material suelto que reposa sobre la roca dura subyacente; suelos con poco o escaso desarrollo, formado por material suelto, diferente del aluvial reciente como dunas, cenizas volcánicas o plagas. No presenta capas distintas cuando la textura es gruesa, estos suelos carecen de láminas de acumulación de arcilla, así como de indicios de horizonte cámbico u oxico. No están formados de materiales álbicos producto de intensa eluviación, no tienen otros horizontes o ca-

racterísticas diagnósticas, a menos que estén sepultados a más de 50 cm. de la superficie, en el sistema de clasificación de suelos de E.U., está incluido en el orden Entisoles (Donahue et. al, 1981; Ortiz, 1980).

En los pozos edafológicos V y VI, la Unidad de suelos es Regosol eutrítico presentan un horizonte Ap. con bajo contenido de materia orgánica de 0.6 a 1.2%. Textura, arena y arena migajonosa. Color café claro, sin estructura. Consistencia en húmedo muy friable, no adhesivo, no plástico. No tienen horizontes de diagnóstico, ni zonas de acumulación de arcilla. Suelos profundos con porcentaje de saturación de bases del orden de 36 a 57%; en comparación con los perfiles representativos expuestos por (SPP-INEGI, 1983), el pozo V es Regosol dístrico por su bajo porcentaje de saturación de bases de 36 a 40% mientras que el pozo VI es Regosol eútrico.

Esta clase contempla a los suelos situados en los valles y laderas de colinas redondeadas en los márgenes de la Sierra Volcánica, comprende un 35% de la área cultivable de la zona de estudio. Los principales cultivos son: maíz y frijol en condiciones de temporada, en el ciclo primavera - verano.

#### IV.2.1. Textura.

En los pozos I, II, III, IV y VII, la textura es migajón arenosa, con buena aireación, buen drenaje interno y superfi

cial, algunos autores señalan óptimas las texturas franca y migajón arenosa para el cultivo del manzano. (Westwood, 1982; Calderón, 1977; Wallace, 1966).

En los pozos III y IV debido a la presencia de materiales amorfos como el alofano, la densidad aparente es menor de 0.85 gr/ml., varía de 0.76 a 1.05 gr/ml., algunos investigadores reportan problemas en la fertilización fosfórica para todos los cultivos incluyendo el manzano (Cortés, 1966; Ortíz, 1980), en todos los pozos se observa que la densidad aparente disminuye con la profundidad, esto es resultado de la compactación de los horizontes superiores, al laboreo y al descenso del porcentaje de material orgánico con la profundidad. (Ortíz, 1980). El espacio poroso que fluctúa de 41 a 61%, junto con el contenido de materia orgánica está relacionado con el alto contenido de humedad a través del perfil, esta característica permite el cultivo de granos y hortalizas en el ciclo de otoño e invierno, aún cuando la época de lluvias es de junio a septiembre. En contraste, en los pozos V y VI la textura es arena y arena migajonosa, el espacio poroso varía de 36 a 44%, tienen buena aireación y drenaje pero con problemas en la retención de humedad y de baja fertilidad. Los cultivos que se desarrollan en estos suelos son de temporal en el ciclo primavera verano. Algunos autores encontraron que en textura gruesa el crecimiento del árbol y del fruto se reducen antes de que se alcance el punto de marchitez permanente (Westwood, 1982). En la

zona de estudio se observan deficiencias hídricas durante los meses de febrero a mayo, situación que reduciría el crecimiento del árbol y la producción del fruto en esta clase de suelos.

#### IV.2.2. pH y Conductividad Eléctrica.

El pH de los suelos varía en la mayoría de los pozos de 6.5 ligeramente ácido a 7.1 neutro, algunos investigadores señalan que el desarrollo óptimo del manzano es en suelos ligeramente ácidos con un pH de 6.5 a 6.8 (SARH-INIA, 1984). En el pozo IV en la capa arable Ap el pH es de 5.7, moderadamente ácido, los nutrientes primarios nitrógeno, fósforo y potasio - también como los secundarios - azufre, calcio y magnesio - están más disponibles a un pH de 5.5 a 6.5 para suelos orgánicos y minerales que a cualquier otro pH (Donahue et. al, 1981), en contraste algunos investigadores señalan que entre más bajo es el pH de la solución del suelo - más fosfato es fijado (Cortés, 1966).

En el pozo VI el pH es de 7.8 en la capa arable Ap y de 8.2 moderadamente alcalino en los 30-120 cm, probablemente el material parental sean rocas con minerales cálcicos. El rango de tolerancia del manzano hacia el pH es de mínimo 5.8 a máximo 8.2 (Juscafresa, 1978).

La conductividad eléctrica es menor de 2 miliohms/cm en todos los pozos, los suelos no son salinos, ni existen problemas de sodicidad.

#### IV.2.3. Materia Orgánica.

La cantidad de materia orgánica, disminuye en todos los pozos en relación con la profundidad, debido a que los residuos orgánicos en los suelos, están incorporados en o depositados en la superficie (Ortiz, 1980; Donahue et. al, 1981).

En los pozos I, V, VI y VII, los porcentajes de materia orgánica en la capa arable fluctúan de 9.6, pobre a 1.5% medianamente pobre, el contenido más bajo de materia orgánica en el pozo V se debe probablemente a que el maíz que se cultiva, se utiliza para grano y el follaje para forraje, por lo que los residuos orgánicos incorporados al suelo son mínimos. En los pozos II, III y IV el contenido de materia orgánica varía de 4.4 extremadamente rico a 5.5% extremadamente rico (Dahme, 1970). La cantidad de materia orgánica en los suelos de la zona de estudio está en función de la aplicación de estiércol y la incorporación de los residuos de la cosecha.

#### IV.2.4. Contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

El contenido de N está relacionado directamente con el de materia orgánica, más del 99% del N total se encuentra contenido en compuestos orgánicos del suelo (Ortiz, 1980; Tisdale y Nelson, 1983; Donahue et. al, 1981). Por ende, los pozos II, III y IV con mayor porcentaje de materia orgánica tienen mayor contenido de nitrógeno, varían de 110 a 138 -



Kg/ha, el contenido de nitrógeno disminuye con la profundidad, al igual que el porcentaje de materia orgánica. En los pozos I, V, VI y VII la cantidad de nitrógeno es muy baja, en la capa arable fluctúa de 15 a 38 Kg/ha.

El contenido de P (fósforo) aprovechable en los suelos varía de 6.5 extremadamente pobre a 308.9 Kg/ha, extremadamente rico. (Dahme, 1970). En contradicción con lo esperado, - teóricamente observamos que las variaciones en el contenido de fósforo aprovechable no están relacionados directamente con el contenido de materia orgánica, el pH de la solución del suelo y la profundidad. Presumiblemente esta anomalía - en el comportamiento se debe a la mayor capacidad de intercambio aniónico que presentan las arcillas amorfas de suelos de cenizas volcánicas, en los cuales los fosfatos pueden ser retenidos firmemente en sitios de intercambio aniónico.

El contenido de K (potasio) aprovechable fluctúa de 811 a - 2170 Kg/ha, son suelos extremadamente ricos en potasio (Dahme, 1970). Algunos investigadores señalan que en la fracción arena fina de suelos de cenizas volcánicas incluye minerales claros, incluyendo la biotita (Cortés, 1966), los - minerales que se consideran generalmente como fuentes originales de potasio son los feldespatos potásicos, la moscovita y la biotita (Donahue et. al, 1981; Ortíz, 1980), la aplicación de fertilizantes potásicos en la zona de estudio es ineficaz y antieconómico, puesto que las plantas pueden con

tinuar absorbiendo un elemento en cantidades que exceden de lo que se requiere para su crecimiento óptimo (Tisdale y Nelson, 1982).

#### IV.2.5. Contenido de Calcio, Magnesio y Azufre.

El contenido de Ca (calcio) fluctúa de 647 pobre a 1800 Kg/ha. mediano (Dahme, 1970), en la capa arable; el lavado de los minerales de calcio en los suelos de textura gruesa, probablemente sea la causa de su bajo contenido de calcio. En el pozo VI el contenido de calcio varía de mediano 1800 Kg/ha. en la capa arable hasta 2028 Kg/ha. medianamente rico en los 60 - 90 cm., probablemente el material parental son rocas ricas en minerales cálcicos - dolmita, calcita, apatita, feldspatos cálcicos y anfíboles - (Tisdale y Nelson, 1982).

El contenido de Mg (magnesio) fluctúa de mediano 119.5 a rico 165.7 Kg/ha, en la capa arable, los fertilizantes empleados tienen poco o nada de este elemento, por lo que el magnesio en el suelo se origina por la descomposición de rocas que contengan minerales como la biotita, que está contenida en la fracción de arenas finas de suelos de cenizas volcánicas (Cortés, 1966), las variaciones del calcio y magnesio con respecto a la profundidad, presumiblemente se debe a que el calcio y magnesio se desplazan libremente en las aguas de percolación, son absorbidas por los organismos vivos, son absorbidos por las partículas de arcillas cir-

cundantes y pueden ser reprecipitados como un compuesto mineral secundario (Tisdale y Nelson, 1982).

El contenido de Zn (zinc) varía de 0.55 a 6.66 ppm. en la capa arable, generalmente el zinc es más disponible en suelos ácidos que en alcalinos, en el pozo con pH 5.7 se observan los valores más altos de 6.66 ppm. en la capa arable, los contenidos de zinc son bajos en los pozos I, V y VII, por lo que es necesario aplicar materiales fertilizantes a base de zinc (Dahme, 1970; Tisdale y Nelson, 1982).

#### IV.2.6. Capacidad de Intercambio Catiónico.

La capacidad de intercambio catiónico fluctúa de 5.3 a 16.6 miliequivalentes por 100 gr. de suelo, en los pozos I, V, VI, y VII tienen baja capacidad de intercambio catiónico de 6.33 a 7.33 meq/100, en la capa arable; los suelos con mayor contenido de materia orgánica en los pozos II, III y IV tienen mayor capacidad de intercambio catiónico de 9 a 14 meq/100, en la capa arable. La capacidad de intercambio catiónico está en función de la textura y del contenido de materia orgánica (Donahue et. al, 1981). Los suelos de cenizas volcánicas presentan las mayores capacidades de intercambio aniónico, los coloides con apreciable intercambio aniónico son aquellos que tienen bajo intercambio catiónico (Cortés, 1966; Donahue, 1981).

#### IV.2.7. Porcentaje de Saturación de Bases.

El porcentaje de saturación de bases fluctúa de 17.10 a 67.25%, observamos que en el pozo IV con pH 5.7 tiene el menor porcentaje de saturación de base y el pozo VI con pH de 7.8 a 8.2 tiene el mayor porcentaje de saturación de base. El pH y el nivel de fertilidad, representado por la asimilabilidad de los cationes básicos por las plantas se incrementa con el grado de saturación de bases. La relación entre el porcentaje de saturación de bases y la asimilabilidad de cationes se modifica con la naturaleza de los coloides del suelo (Tisdale y Nelson, 1982).

## V. CONCLUSIONES

El clima es el factor más importante en la adaptación del manzano, el suelo influye pero no determina las posibilidades del establecimiento de huertos de manzano (*Malus sp.*), en la zona Agrícola de San Antonio Atzitzintla, Puebla.

El manzano en su habitat natural se desarrolla en un régimen de estacionalidad, temperaturas bajas durante el invierno y temperaturas elevadas durante la primavera y verano, con lluvias uniformemente distribuidas durante todo el año. En la zona agrícola de San Antonio Atzitzintla, los factores limitantes del cultivo del manzano son; en cuanto al clima:

- Las temperaturas bajas durante el verano, que junto con el exceso de humedad durante, los meses de julio a septiembre, provocarían mala calidad de la fruta. El uso de agroquímicos para el control de enfermedades por el exceso de humedad aumentaría los costos de producción.
- Las heladas tardías durante la primavera, que en función de múltiples factores provocan la muerte o daños a las flores y frutos, repercutirían en la producción y calidad de la manzana.
- Las deficiencias hídricas durante la prebrotación, amarre y primera caída de frutos en los meses de febrero a mayo, originaría la reducción en el desarrollo de los brotes y raíces, y por ende disminuyen la producción.

- Los vientos de gran intensidad durante todo el año, causan que la evapotranspiración aumente, que la fecundación y amarre de frutos disminuyan, además de que predisponen a enfermedades fungosas cuando son húmedos.

- Con respecto al suelo las pendientes acentuadas con severa susceptibilidad a la erosión hídrica, que presentan estos suelos dificultan o imposibilitan el uso de maquinaria en el manejo de cultivo y en la cosecha.

- La baja capacidad de retención de la humedad, principalmente en los pozos V, San Antonio Atzitzintla y pozo VI San Miguel Sesma, con textura gruesa, (arena y arena migajonosa) y bajo contenido de materia orgánica.

A pesar de los factores limitantes, es probable adaptar el cultivo del manzano, a las condiciones climáticas y edáficas, de la zona agrícola de San Antonio Atzitzintla.

El patrón franco es el de mayores posibilidades de adaptación, es resistente a la sequía, de gran longevidad, es resistente a diversas enfermedades fungosas y tiene buen anclaje. Los patrones de manzano criollo, San Miguel de Bachivinia, Rayada de Zacatlán y el perón de Canatlán, sobresalen porque son patrones homogéneos, rústicos y compatibles con los cultivares comerciales.

Los cultivares que se pueden adaptar en las localidades de San Manuel de la Sierra, Xochiloma y Texmalaquilla, seleccionados por su precocidad, por su floración tardía o inter

media, por sus bajos requerimientos térmicos durante el verano y por su resistencia al agrietamiento del fruto son:

Hibernal, Northern Spy, Baldwin y Mc. Intosh.

En las localidades de San Antonio Atzitzintla, San Miguel - Sesma, Paso Carretas y Toluca se pueden adaptar:

Golden Delicious, Spur Golden Delicious, Smooth Golden, Nugget Delicious, Rome Beauty Doble Rojo, Spur Red Rome Beauty, Rome Beauty Sencillo, Starking, Starkrimson, Arkansas - Black y Rayada de Zacatlán.

Los polinizadores que se pueden utilizar en la zona agrícola son:

Para los del grupo Rome Beauty, Starking Delicious; para Arkansas Black, Golden Delicious; para Mc. Intosh, Golden Delicious; para Starking y Starkrimson, Golden Delicious; - las variedades del grupo Golden Delicious, Nugget Delicious Spur Golden Delicious, Smooth Golden y Rayada de Zacatlán, son autopolinizables.

La producción y calidad de la manzana en la zona agrícola de San Antonio Atzitzintla, Puebla, fluctuará de un año a otro en función de los factores limitantes de clima y suelo.

## V.1. RECOMENDACIONES

Las posibilidades de adaptación del manzano (*Malus sp.*) sugiere probabilidades de sobrevivencia con expectativas en cuanto a la producción y calidad de la fruta; para el cultivo extensivo del manzano sugerimos iniciar con huertos experimentales fenológicos y familiares en donde se puedan evaluar los portainjertos, cultivares y polinizadores recomendados en interacción con el medio ambiente.

Los suelos de esta región son altamente susceptibles a la erosión y con deficiencias de humedad, por lo que sugerimos el laboreo y cultivo en contorno, la formación de terrazas, la plantación de cortinas rompevientos, la incorporación de abonos verdes, estiércol y residuos de cosecha.

Para el aprovechamiento máximo de los recursos naturales, clima y suelo, recomendamos realizar ensayos para introducir nuevas variedades de cultivos anuales, modificar fechas de siembra, determinar dosis óptima de fertilizantes y abonos naturales y los relativos a mejorar las prácticas de cultivo, todo esto en base a, el estudio realizado y con el fin de aumentar los rendimientos de los cultivos anuales, establecidos en la zona.



## VI. BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, F. W. 1951. Apple growing in California, Calif. Agr. Ext. Serv. Circular 178: 1 - 20.
- BENKO, B. 1969. The dynamics of apple growth in relation - to frost resistance. Ved. Pr. Výsk. Úst. rostl. Výroly y Piést' anoch. 7: 221 - 228.
- BENKO, 1969. The content of some amino acids in young apple shoots in relation to frost resistance Biol. Plant. - Prague. 11: 334 - 337 p.
- BLACK, C.A. 1965. Methods of soil analysis. American Society of Agronomy Inc. 5:54-72.
- BORYS, M.W. ALCALDE, B.S. y SADOWSKI. A. 1984. Influencia de dos portainjerots sobre el tamaño y la distribución de algunos nutrientes en la corteza de los árboles de manzano c.v. Starkrimson Delicious. Chapingo 9 (45); - 99-101.
- BLACK, M.W. 1953. The problem of prolonged rest in deciduous fruit trees. Rept. 13 th. Intern. Hort. Congr. 1122-31.
- BOUYONCOS, G.C. 1951. A recalibration of the hydrometer methods for making mechanical analysis of soil. Agron. - Jour. 43: 434 - 438.
- BOYNTON, D. 1960. La temperatura como factor limitante en

el cultivo del manzano en la América Tropical. Turrialoa. 10:17 - 27.

BOYTON, D. and OBERLY, G.H. 1960. Apple Nutrition. Mc. Graw Hill. Book Company, New York, 542 p.

BRAY, P.M. and KURTZ, LT. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil. Sci. 59: 39-45.

BROWN, A.G. 1975. Apples. In: Aduances in fruti breeding. (Eds.) J. Janick and J.N. Moores. Purdue University Press. West. Lafayette, Indiana. p. 3-37.

CAIVALLET, H. et SOUTY, J. 1950. Monographie des principales variétés de pechers. Société Bordelaise d'imprimerie, Bordeaux, 415 p.

CALDERON, A.E. 1977. Fruticultura General. México, D.F. ECA. 752 p.

CALDWELL, J.S. 1928. Mean summer or optimum temperatures in relation to chemical composition in the apple. Jour. Agr. Res. 36: 367-389.

CAMACHO, M. FRANCISCO. 1987. Cálculo del número de días con helada. México. INAP. Dto. de Semillas. Inédito.

CARDENAS RAMOS, F. 1985. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en recursos genéticos. México. SARH-

INIA. 17 p.

CARDOSO, C. Ma. DOLORES. 1979. El clima de Chiapas y Tabasco. México. Instituto de Geografía. UNAM. 99 p.

COUTANCEAU, M. 1970. Fruticultura. Trad. al español. D. Juan Simarro. 2da. Ed. Barcelona, España. Ed. Oikous. tan. 608 p.

CORTES LOMBANA, A. 1966. Suelos de Ando en la República Mexicana. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.

CHANDLER, 1954. Cold resistance in horticultural plants: A review. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 64: 552-72.

CHANDLER, W.H. and BROWN, D.S. 1951. Deciduous orchards in California winters. Calif. Agr. Ext. Serv. Circ. 179: p. 38.

CHANDLER. W.H. 1960. Some studies of rest in apple trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci: 76: 1-10.

CHAPMAN, H.D. y PRATT. F.P. 1984. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. México, D.F. Ed. Trillas. 195 p.

CHAVEZ, F.S.H. 1983. Caracterización del efecto de diferentes portainjertos de manzano (*Malus pumila* Mill) en el desarrollo y calidad de frutos de la selección de manzana Rayada. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados Chapingo. México, 60 p.

- CHILDERS, N.F. 1961. Modern fruit science. Horticultural - publications, Nichol Avenue, New Jersey, U.S.A. p. 893.
- D'ESCLAPON, G. de R. y BALLOT, R. 1976. Fruticultura. 2da. Ed. Barcelona, España. Ed. Blume 535 p.
- DAHME, RODOLFO. 1970. Clasificaciones tentativas para el análisis de suelos. México. Depto. de Suelos. INIA - SARH. 4 p.
- DE LA I. DE BAUER, M. 1984. Fitopatología. México. Colegio de Postgraduados. 377 p.
- DEFINA, ARMANDO L. 1945. Los elementos climáticos y los cultivos. Buenos Aires, Argentina. Ed. sudamericana 257 - p.
- DEFINA, A.L. y RAVELO, A.C. 1973. Climatología y Fenología Agrícolas. Buenos Aires, Argentina, EUDEBA. p. 201.
- DERENDRE, J. 1981. Effects d' un traitement à 50 C sur l' organisation du reticulum endoplasmique dans les ébauches foliaires des bourgeons de *Pirus malus* L. Bulletin de la Société Botanique de France Actualités Botaniques 128 (2) 83-89 pp.
- DERMINE, E. 1957. La coloration des fruits. Fruit belge, - 195: 161-6.
- DEVLIN, R.M. 1980. Fisiología Vegetal. Traducido al español

por Dr. Xavier Llimona Pages. 3a. Edición. Barcelona, España. Ed. Omega. 517 p.

DOBRYNIN, I. 1972. Preparing apple trees for the winter. Sadovodstvo 1:17.

DOICHEV, K and MAKARIEV, Z. 1971. The effect of excessive soil moisture on the growth of maiden apple trees. Gradinarska i Lozarska Nauka 8 (6): 3-9.

DONAHUE, R.L., MILLER, R.W. y SHICKLUNA, J.C. 1981. Introducción a los Suelos y al Crecimiento de las Plantas. Traduc. al español por Jorge Peña C. Madrid, España, Ed. Dossat. 624 p.

EDGERTON, L.J., 1960. Studies on cold hardiness of peach trees. Bull Cornell agric. Exp. Sta., 958: p. 30.

EDGERTON, L.J. and M.B. HOFFMAN. 1965. Some physiological responses of apple to N-dimethylaminosuccinamic acid and other growth regulators. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86: 28-36.

EREZ A. and LAVEE, S. 1974. Recent advances in breaking the dormancy of deciduous fruit trees. XIX th. International Horticulture Congress. Varsovia, Polonia.

EREZ, A. S. G.A. COUVILLON, and C.H. HENDERSHOTT. 1979. Quantitative chilling enhancement and negation in peach

- buds by high temperatures in a daily cycle. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104 (4) 536-540.
- FAO. 1982. Anuario FAO de producción. Colección FAO. Estadística No. 47 Vol. 36. 36(47): 181-182.
- FIRA. 1981. Participación del FIRA en el desarrollo de la Fruticultura en México. Banco de México. pp. 13-23.
- FREGONI, M. e GAMBI, G. 1964. Ulteriori ricerche sulla cascola prefiorale delle gemme di pesco nell'Italia settentrionale in relazione al fabbisogno in freddo. Quarto Contributo. Riv. Ontoflorofrutte. Ital., 48: 75-82.
- GAMEROS NEVAREZ, L. 1977. Heladas tardías. memorias II Congreso Nacional de Fruticultura. Morelia, Mochoacan. CONAFRUT-SARH. 534 - 535 p.
- GARCIA de M.E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. México.
- GARCIA DE MIRANDA E. 1978. Apuntes de Climatología. 2da. Edición. México, D.F. UNAM. 153 p.
- GARCIA SANTIBANEZ SANCHEZ, J.M. 1978. Factores relaciones con la incidencia del sarampión de manzano en algunas zonas frutícolas de México. Chapingo, México. Tesis Maestro en Ciencias.

- GARDNER, V.R. BRADFORD, F.C. and HOOKER, H.D. 1939. The fundamentals of fruit production. Mc. Graw Hill Book Company, New York. p. 788.
- GARZA, G.R. 1972. Descripción e importancia del descanso y del letargo en árboles frutales caducifolios. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados. 32 p.
- GIESBERGER, G. 1972. Climatic problems in growing deciduous fruit trees in the tropics and subtropics. Tropical Abstracts. 17 (1): 1-8.
- GOMEZ, JULIAN. 1970. Indicadores Climáticos. Chapingo, México. ENA. Tesis Ing. Agrónomo.
1977. Regionalización climática, base para la selección de especies y variedades frutícolas. Memorias II Congreso Nacional de Fruticultura. Morelia, Michoacan. CONAFRUT - SARH. 29 - 35 p.
- GOURLEY, J.H. and HOWLETT, F.S. 1949. Modern Fruit Production. The Mc Millan Company, New York. p. 579.
- HERNANDEZ S.R. y SANCHEZ C.J. 1973. Guía para la descripción y muestreo de suelos de áreas forestales. México. SAG. INIF. 83 p. (Boletín Divulgativo No. 32).
- HORNE, W.G.P. WELDEN and E.B. BABCOCK. 1962. Resistance of peach nylorids to an obscure disease in Southern California. J. Hered. 17: 99-104.

- HOWELL, G.S. and Weiser, C.J. 1970. Similarities between the control of flower initiation and cold acclimation in plants. Hort Science. 1970. 5: 18-20.
- HUANG, H. and POWELL, T.E. 1982. The effect of heat on bud break in apple. Acta Horticulturae Sinica. 9 (2) 13-18 p.
- HUGARD, J. 1957. L'action du froid hivernal sur les arbres fruitiers. Congres Pomologique International, Namur, 87 Session: 69-82.
- JAUREGUI, O.E. 1968. Mesoclima de la Región Puebla - Tlaxcala. México. UNAM. Instituto de Geografía. 31 p.
- JIMENEZ, L.J. 1972. Instructivo para la determinación del tipo de clima de acuerdo al Segundo Sistema de Thornthwaite. Dpto. de Estudios Especiales. Dirección de Agrología. S.R.H. México, D.F. 30 p.
1978. Cálculo del Clima de acuerdo al Segundo Sistema de Thornthwaite. México. Subdirección de Agrología. SARH. 89 p.
- JUSCAFRESA, B. 1978. Árboles frutales. 7a. Ed. Barcelona, España, Ed. AEDOS. 381 p.
- KONGSRUD, K.L. 1969. (The effect of drought at different times in the growing season on apple trees and black



- currants bushes). Forskn. Fors. Landbr. 20:351-365.
- LUIS AGUILAR, A. 1982. Estudio fenológico y morfológico en selecciones de manzano (*Malus pumila* Mill) de requerimientos de frío. Chapingo, México. Tesis Maestro en Ciencias. MAGGS, D.H. 1975. Influence of a prolonged flowering period on the uniformity of an apple crop. Jour. Exp. Aric. and An. Husb. 15: 709-714.
- MAGNESS, J.R. 1941. Climatic adaptation of fruit and nut crops. yearb. Agric. U.S. Dep. Agric. 400-20.
- MARQUEZ, S.F. 1976. Sistemas de Producción Agrícola. Agroecosistemas. Chapingo, México. ENA.
- MARTINEZ ZAPORTA, F. 1964. Fruticultura. INIA. Madrid, p. 1003.
- MATA BELTRAN, INOCENTE. 1975. Distribución de raíces de manzano en diferentes portainjertos. Tesis de M. en C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- MAZZOCHI, G. et PUCCI, E. 1963. Indagine preliminare sul falbeisogno di freddo di diverse specie arboree da frutto in tripolitania. Riv. Agric. Subtrop. 57:370-394.
- MEDINA, B. Ma. de la PAZ. 1985. Efecto del viento en Tecamachalco, Puebla. México. Memorias de la I. Reunión Nacional de Agroclimatología. UNAM. Fac. de Filosofía y

Letras. Dta. de Geografía. p. 151-157.

MEXICO-CONAFRUT. 1980. Parámetros para la interpretación de resultados de análisis de suelos. CONAFRUT. 3 p.

MEXICO-CONAFRUT. 1982. Comercio Exterior. El mercado exterior frutícola. CONAFRUT, México 2 (8): 54 p.

MEXICO-SARH. 1981. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola Nacional. México. Dirección General de Economía Agrícola.

1983 Consumos aparentes de productos agrícolas. Econotecnia Agrícola. México. Dirección General de Economía Agrícola - Vol. VII. No. 9 Septiembre 7 (9): 95-96.

MEXICO-SPP. 1970. Modificaciones al Sistema de Clasificación FAO-UNESCO: una opción ante el problema de clasificación de suelos para México. México-Secretaría de Programación y Presupuesto. CETENAL. 39 p.

MEXICO-S.P.P. 1980. Anuario Estadístico del Comercio Exteriores de los E.U.M. (1970-1980).

MILLER, E.P. and BAKER L.H. 1982. An evaluation of apple cultivars for Central and North Florida. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 95: 88-90.

MIRANDA, C. V.M. y MENDOZA Z.C. 1984. Evaluación de fungicidas para el control de la roña del manzano Venturia -

inaequales (Cke) Wint, en la región de Zacatlán. Puebla. Chapingo, México. Vol. IX No. 45: 131-135 p.

MODLIBOWSKA, I. 1957. La probléme des gelées printanières eta la culture fruitière. Congres Pronologique Interna tional 87 Session Namur: 83-114.

MONTOYA CARRILLO, M. 1973. El clima y las posibilidades de cultivo del manzano, peral y durazano en la zona Tzet-zol, Tzoltzil de los altos de Chiapas, México ENA. Tesis Ing. Agrónomo.

MORENO ZARATE F. 1983. Evaluación preeliminar del cultivar de manzano. Tropical Beauty (Malus pumilla Mill) Cha-pingo, México. Tesis Ing. Agrónomo.

MOSQUEDA LOPEZ A. 1944. El cultivo del manzano en Zacatlán, Puebla. Chapingo. México. Tesis Ing. Agrónomo.

NIETO, M.E. 1974. Factores climáticos limitantes de los fru-tales caducifolios en la región central de México. Mé-xico, CONAFRUT, 285 p.

NITSCH, J.P. 1959. Changes in endogenons growth regulating substances during flowers initiation. Fourth Intern - Congr. Biochan, Pergamon Press, London 6: 141.

OPPENHEIMER, C.H. and SLOR. E. 1968. Breeding of apples a - subtropical climate II Analysis of two F2 and nine - backcross populations. The orctical and applied genetics

38: 97-102.

- ORLOVA, N.J. 1968. The dynamics of carbohydrates in one year old apple shoots in the baltic region in relation to their frost resistance Visn. Kyivs'k. Univ. Ser. - bid. 10:84-88.
- ORTIZ, V.B. y ORTIZ, S.A. 1980. Edafología. Chapingo, México. UACH. 331 p.
- ORTIZ, S.C.A. 1984. Elementos de Agrometeorología Cuantitativa. (con aplicaciones en la República Mexicana). Chapingo, México, Dto. de Suelos UACH. 235 p.
- OVERCASH, JR. and CAMPBELL, J.A. 1955. Winter chillong requirements for peach trees. Missisipi Sta. College. - Agric. Exp. Sta. Inf. Sheet. 521 p.
- PEECH, M. and ENGLISH, L. 1944. Rapid microchemical soil test. Soil. Sci. 67: 167-195.
- PEREZ DE LA TORRE L.R. 1983. Estudio derotécnico del peral (pyrus comunis) para su implantación en el municipio de Jalostotilán, Ja. Fes. Cuatitlán, Méx. Tesis Ing. Agrícola.
- PEREZ MAGALLANES, V.M. 1972. Experiencias obtenidas del comportamiento de cinco portainjertos sobre tres variedades en Guatimape, Durango. Chapingo, México. Tesis - Ing. Agrónomo.

- RAVEL D'ESCLAPON, G. y BALLOT R. 1976. Fruticultura, 2da. Edición, Barcelona, España. Ed. Blume. 535 p.
- REMY, P. 1958. Le choix des variétés de pommiers en fonction du milieu. Bull. Tech. Infor. Ing. Serv. Agr. 135: 1-8.
1960. Les porte greffes du pommier. Journée Fruitière Régionale, Valence (Drome): p. 7.
- REYNA, T.T. 1978. Características Climático Frutícolas en Cuautitlán, Edo. de México. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. Vol. 8 pp. 55-65.
- RICHARDSON, E.A., S.D. SEELY, and D.R. WALKER. 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Red Haven' and 'Elberta' peach trees. Hort. Science. 9: 313-332.
- RODRIGUEZ, P.M.A. 1977. Evaluación de siete cultivares de manzano sobre tres portainjertos diferentes. Tesis Maestría en Ciencias Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp. 3-15, 68-76.
- SALA ROQUETA, R. 1950. La floración tardía del manzano en el litoral extremo sur de Cataluña. Boletín Agropecuario. Julio-Septiembre: 44-49.
- SAMISH, R.M. and S. LAVEE. 1970. The chilling requirement of fruit trees. Proc. of the XVI Inter. Hort. Congress. Brussels. pp. 372-388.

- SARH-INIA. 1984. Guía para la Asistencia Técnica agrícola - Sierra de Chihuahua. 2da. Edición. México. CAESICH. - 115 p.
- SAUNIER, R. 1960. La lutte contre les gelées printanieres - chez les arbres fruitiers. Pomol. franc., 2(7): 5-12.
- SILLER, C.J.H. 1981. Comportamiento de dos cultivares de - manzano sobre cuatro portainjertos y diferentes densi- dades de plantaciones en Bachiniva, Chihuahua. Resúme- nes del III Congreso Nacional de Fruticultura. Guadala- jara, Jalisco. p. 25.
- SIMONS, R.K. 1963. Anatomical studies of apple fruit abscis- sion in relation to irrigation. Proc. Am. Soc. Hort. - Sci. 83: 77-87.
- SLOWIK, K. 1975. Estudio de los cultivares de manzano con bajos requerimientos de frío en condiciones de Chapin- go, México. Avances en la Enseñanza e Investigación, - Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx. 1974-75:76.
- SOUTY, J. 1959. De l' intérêt dun résean de vergers euro- péens d' étude écologique et phenologique. Rapp. deu- xieme Congrès de l' Encarpia: p. 2.
- SOUTY, JACQUES. 1965. Curso Superior de Fruticultura. Cha- pingo, México. Colegio de Postgraduados.

- SUDZUKI, H.F. y CARMONA, O de C.E. 1977. Estado hormonal en yemas de manzano con y sin efectos de horas frío en el Estado de Chihuahua. Memorias II Congreso Nacional de Fruticultura. Morelia, Michoacan. CONAFRUT-SARH. 227-230 pp.
- SULLIVAN, D.T. 1965. The effect of time of bloom of individual flowers on the size, shape and naturity of apple fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sco. 87: 41-46.
- TABUENCA, M.C. 1965. Influencia del clima en plantaciones frutales. Estación Experimental. Aula Dei. Zaragoza, España. Vol. 8.
- TISDALE, S.L. y NELSON, W.L. 1982: Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Traducción al Español por Dr. Jorge Balasch. México, D.F. Ed. UTEHA. 760 p.
- TITUS, J.S. 1979. Possible role of proteins in cold hardiness development in apples trees. Transactions of the Illinois. State Horticultural Society. 113, 44-45.
- TORRES, R.E. 1983. Agrometeorología. México. Ed. Diana. 150 p.
- UOTA, M. 1952. Temperature studies on the development of anthocyanin in Mc. Intosh apples. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 59: 231-237.
- VELO L.C. 1983. Poda de frutales. Escuela Superior de Fruticultura U.A. DE CH. MEXICO.

- VILLALPANDO, I.F. 1982. Curso de Agrometeorología para investigadores del INIA- México. SARH-INIA - 307 p.
- VILLEGAS, MONTER, A. 1985. Apuntes de propagación de plantas. México. UNAM. Ingeniería Agrícola. Inédito.
- VILLIERS, G.D.B. de 1947. Winter temperature and fruit yield. Fmg. S. Afr. 22: 638-44 y 670.
- WALKER, ESTEBAN. 1979. Algunas relaciones no lineales, su aplicación en la inv. agrícola. México. CIAN-INIA-SARH.
- WALKLEY, A. 1947. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soil. Effect of variations in digest conditions, and of inorganic soil constituents. Soil Sci. 63: 251-264.
- WALLACE, F.R.S. 1966. Producción Comercial de Manzanas y Peras. Trad. del inglés por Elías Fernández G. Zaragoza, España, Ed. ACRIBIA. 268 p.
- WAREING, R.F. 1953. Growth studies in woody species. V. Photoperiodism in dormant buds of *Fagus sylvatica*. Physiol. Plant. 6: 692 p.
1954. Growth studies in woody species. VI. The locus of photoperiodic perception in relation to dormancy. Physiol. Plant. 7: 261 p.
- WINBERGER, J.H. 1950. Prolonged dormancy of peaches. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 56: 129-33.



WEINBERGER, J.H. 1956. Prolongued dormancy trouble in peaches in the Southeast in relation to winter temperatures. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 63: 157-162.

WEINBERGER, J.H. 1962. Prolongue dormancy trouble in peach in the Southeast in relation to winter temperatures. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 56: 122-128 p.

WESTWOOD, MELVIN. 1982. Fruticultura de Zonas Templadas. - Trad. al español por Luis Rallo Romero. Madrid, Mundi-Prensa. 461 p.

ZARATE, R.F. 1983. Evaluación preliminar del cultivar de manzano Tropical Beauty (Malus pumilla Mill) Tesis Ing. Agrónomo. Chapingo. México. UACH.

ANEXO A

TABLAS

CUADRO No. 1 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

POZO	MUESTRA	PROF	COLOR	ANALISIS MECANICOS			CLASIFICACION							
				ARENA	LINO	ARCILLA	TEXTURA	PH	mmhos/an	DA	DR	EP%		
	1	0-30	CAFE CLARO	65	30	5	MIGAJON ARE							
I	2	30-60	" "	64	26	5	NOSO	6.5	0.46	1.20	2.08	43		
	3	60-90	" "	69	24	7	"	6.6	6.55	1.19	2.50	53		
	4	90-120	" "	63	28	9	"	6.8	1.01	1.18	2.63	56		
	5	0-30	CAFE CLARO	75	18	7	"	7.1	1.01	1.15	2.50	54		
II	6	30-60	" "	65	30	5	"	6.5	0.40	1.04	2.08	50		
	7	60-90	" "	67	22	11	"	6.6	0.35	1.47	2.08	54		
	8	90-120	" "	70	17	13	"	6.6	0.25	1.30	2.17	41		
	9	0-36	CAFE CLARO	62	32	6	"	6.6	0.30	1.29	2.38	46		
III	10	30-60	" "	62	32	6	"	6.5	0.40	.83	1.92	57		
	11	60-90	" "	57	36	7	"	6.5	0.35	.79	1.66	53		
	12	90-120	" "	57	36	7	"	6.5	0.30	.76	1.92	61		
	13	0-30	CAFE CLARO	67	22	11	"	6.5	0.35	1.00	2.08	52		
IV	14	30-60	" "	59	35	6	"	5.7	0.76	1.05	2.17	52		
	15	60-90	" "	60	28	12	"	6.7	0.71	.77	1.85	59		
	16	90-120	" "	51	30	19	FRANCO	6.7	1.14	.82	2.00	59		
	17	0-30	CAFE CLARO	77	17	6	ARENA MIGA-	6.6	1.27	.86	2.00	57		
V	18	30-60	" "	17	17	6	JONOSA.	6.5	0.15	1.39	2.27	38		
	19	60-90	" "	69	20	11	MIGAJON --	6.8	0.20	1.35	2.27	41		
	20	90-120	" "	77	14	9	ARENOSO	6.8	0.30	1.22	1.42	37		
	21	0-30	CAFE CLARO	89	5	6	"	6.8	0.40	1.35	2.38	44		
VI	22	30-60	" "	85	9	6	ARENA	7.8	0.51	1.50	2.50	40		
	23	60-90	" "	83	"	6	ARENA MIGA-	8.1	0.30	1.46	2.27	36		
	24	90-120	" "	80	14	6	JONOSA.	8.2	0.46	1.47	2.27	36		
	25	0-30	CAFE CLARO	67	26	7	"	8.2	0.51	1.43	2.27	38		
VIII	26	30-60	" "	67	27	6	MIGAJON	6.5	0.61	1.23	2.08	11		
	27	60-90	" "	63	29	8	ARENOSO	6.5	0.40	1.15	2.17	48		
	28	90-120	" "	63	29	8	"	6.7	0.56	1.04	2.38	57		
	28	90-120	" "	71	23	6	"	6.9	0.56	1.32	2.17	40		

CUADRO No. 2 CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS SUELOS DE LA ZONA DE ESTUDIO

POZO	MUES	PROF. CM	M.O. %	INTERPRETACION	<sup>N</sup> KG/HA	INTERPRETACION	<sup>O</sup> KG/HA	INTERPRETACION	<sup>K</sup> KG/HA	INTERPRETACION
I	1	0.30	1.4	Medianamente Pobre	35	muy pobre	38	mediana rico	1178	extrema. rico
	2	30.60	1.1	pobre	28	muy pobre	25.3	mediano	1189	"
	3	60.90	0.8	pobre	28	muy pobre	38	mediana rico	1490	"
	4	90.120	0.3	extrema pobre	8	muy pobre	6.5	extrema pobre	1561	"
II	5	0.30	4.4	extrema rico	110	medio	6.5	pobre	1364	"
	6	30.60	1.4	mediana pobre	35	muy pobre	25.3	rico	1271	"
	7	60.90	0.3	extrema pobre	8	muy pobre	25.3	rico	1764	"
	8	90.120	0.3	extrema pobre	8	muy pobre	6.5	pobre	1704	"
III	9	0.30	5.4	extrema rico	135	medio	25.3	mediano	1540	"
	10	30.60	5.2	extrema rico	130	medio	25.3	mediano	1013	"
	11	60.90	.6	pobre	15	muy pobre	5.5	extrema pobre	887	"
	12	90.120	.7	pobre	18	muy pobre	25.3	mediano	1183	"
IV	13	0.30	5.5	extrema rico	138	medio	308.9	extrema rico	1129	"
	14	30.60	2.2	mediano	55	medio pobre	62.8	rico	1134	"
	15	60.40	2.1	mediano	53	medio pobre	12.6	pobre	2109	"
	16	90.120	0.8	pobre	20	muy pobre	15.3	mediano	2170	"
V	17	0.30	0.6	pobre	15	muy pobre	25.31	mediano	827	"
	18	30.60	0.4	extrema pobre	10	muy pobre	25.31	mediano	1271	"
	19	60.40	0.4	extrema pobre	10	muy pobre	37.96	mediana rico	788	"
	20	90.120	5.1	extrema pobre	25	muy pobre	50.18	mediana rico	7315	"
VI	21	0.30	1.2	mediana pobre	30	muy pobre	100.37	extrema. rico	1567	"
	22	30.60	1.4	mediana pobre	35	muy pobre	87.72	extrema. rico	1524	"
	23	60.90	0.7	pobre	18	muy pobre	12.65	pobre	1222	"
	24	90.120	0.6	pobre	15	muy pobre	25.31	mediano	1512	"
VII	25	0.30	1.5	medio	38	muy pobre	37.96	mediana rico	1441	"
	26	30.60	1.0	medio pobre	25	muy pobre	12.65	pobre	811	"
	27	60.90	.0	extra. pobre	15	muy pobre	12.65	pobre	1260	"
	28	90.120	.3	muy p.obre	8	muy pobre	62.84	rico	2126	"

CUADRO No. 3 CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS SUELOS DE LA ZONA DE ESTUDIO

POZO	NUES	PROF. CM	Ca Kg/ha	INTERP.	N <sub>g</sub> Kg/ha	INTERP.	Zn ppm	INTERP.	CIC meq/100	5-B. %
I	1	0-30	1008	MED. POBRE	124.6	MEDIANO	0.55	BAJO	6.6	38.4
	2	30-60	928	POBRE	157	RICO	0.75	BAJO	7.3	37.71
	3	60-90	1274	MED. POBRE	127.4	MEDIANO	0.53	BAJO	8.3	38.26
	4	90-120	1104	MED. POBRE	165.6	RICO	0.78	BAJO	8.3	36.84
II	5	0-30	749	POBRE	149.7	MEDIANO	1.12	MEDIO	9	28.56
	6	30-60	756	POBRE	209.5	MED. RICO	1.34	MEDIO	11.6	24.24
	7	60-90	936	POBRE	93.6	MED. POB.	0.76	BAJO	5.3	50.50
	8	90-120	929	POBRE	185.7	MED. RICO	0.35	BAJO	7	40.94
III	9	0-30	647	POBRE	119.5	MEDIANO	2.32	MEDIO	13.3	24.2
	10	30-60	616	POBRE	142.2	MEDIANO	3.08	ALTO	13.6	21.25
	11	60-90	638	POBRE	109.4	MEDIANO	1.66	MEDIO	14	19.81
	12	90-120	780	POBRE	144	MEDIANO	2.00	MEDIO	8	33.75
IV	13	0-30	819	POBRE	189	MED. RICO	6.66	ALTO	14	19.42
	14	30-60	617	POBRE	55.44	MED. POBRE	2.90	MEDIO	16.66	17.10
	15	60-90	836	POBRE	59.04	MED. POBRE	1Q56	ALTO	14.66	27.8
	16	90-120	929	POBRE	61.92	MED. POBRE	4.72	ALTO	13.33	31.13
V	17	0-30	917	POBRE	450.3	EXTREMA R.	.57	BAJO	633	39.62
	18	30-60	1053	MED. POBRE	388.8	EXTREMA R.	.59	BAJO	6	48.4
	19	60-90	1024	MED. POBRE	351.3	EXTREMA R.	.81	BAJO	6.66	41.32
	20	90-120	891	POBRE	194.4	MED. RICO	1.54	MEDIANO	7	33.31
VI	21	0-30	1800	MEDIANO	216	MED. RICO	1.44	MEDIO	6.33	52
	22	30-60	1839	MEDIANO	368	EXTRE. RIC.	1.62	MEDIO	7	52.78
	23	60-90	2028	MED. RICO	261.68	RICO	.63	BAJO	6.6	67.25
	24	90-120	1887	MEDIANO	206	MED. RICO	.68	BAJO	7	53.24
VII	25	0-30	1254	MED. POBRE	265.68	RICO	.65	BAJO	7.33	45.02
	26	30-60	1104	MED. POBRE	331.2	RICO	.75	BAJO	6.66	45.07
	27	60-90	998	POBRE	449.28	EXTR. RICO	.89	BAJO	10	38.3
	28	90-120	1182	MED. POBRE	427.18	EXTR. RICO	.85	BAJO	7.33	51.43

TABLA NO. VIII ECUACIONES DE REGRESION, UTILIZADAS EN EL CALCULO DE  
TEMPERATURAS MEDIAS, MAXIMAS Y MINIMAS MENSUALES.

MES	TEMPERATURA MEDIA	TEMPERATURA MAXIMA	TEMPERATURA MINIMA
ENERO	$Y = -0.0035 x + 19,9489$	$Y = 0.0131 x + 52.4467$	$Y = -0.0025 x - 2.0517$
FEBRERO	$Y = -0.0038 x + 21,3275$	$Y = 0.0187 x + 66.9167$	$Y = -0.0069 x - 12.8217$
MARZO	$Y = -0.0037 x + 23.8468$	$Y = 0.0133 x + 56.1033$	$Y = -0.0078 x - 12.9350$
ABRIL	$Y = -0.0443 x + 26.3650$	$Y = 0.0164 x + 64.5300$	$Y = -0.0083 x - 12.9183$
MAYO	$Y = -0.0042 x + 26.7315$	$Y = 0.0108 x - 4.8100$	$Y = 0.0043 x - 1.6383$
JUNIO	$Y = -0.0049 x + 26.8661$	$Y = 0.0155 x + 59.0267$	$Y = -0.0027 x + 15.4667$
JULIO	$Y = -0.0045 x + 25.3578$	$Y = 0.0166 x + 61.0450$	$Y = -0.0032 x + 16.6800$
AGOSTO	$Y = -0.0047 x + 25.8122$	$Y = 0.0023 x + 24.1367$	$Y = -0.0085 x + 29.4617$
SEPTIEMBRE	$Y = -0.0048 x + 25.8461$	$Y = 0.0098 x + 44.5350$	$Y = -0.0066 x + 25.1750$
OCTUBRE	$Y = -0.0043 x + 23.9405$	$Y = 0.0183 x + 65.3083$	$Y = -0.0006 x + 6.1350$
NOVIEMBRE	$Y = -0.0040 x + 22.0336$	$Y = 0.0171 x + 62.3467$	$Y = -0.0041 x - 4.2033$
DICIEMBRE	$Y = -0.0039 x + 21.1966$	$Y = 0.0157 x + 58.4133$	$Y = -0.0037 x - 4.3133$

TABLA No. IX TEMPERATURAS (°C) DE INVIERNO Y VERANO Y PRECIPITACION TOTAL (m m)  
 OBSERVADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

LOCALIDAD	<u>INVIERNO</u>		<u>VERANO</u>		<u>PRECIPITACION</u>		<u>TOTAL ( m m)</u>	ANUAL.
	NOV. - FEB.		MAY - AGO.		NOV - FEB.		MAY - AGO	
	MIN	MAX	MIN	MAX				
XOCHILOMA Altitud	5.8	12.6	7.4	17.6	50.0		376	627
TEMALAQUILLA Altitud	4.9	10.0	6.6	16.6	50		376	627
TOLUCA Altitud	7.5	19.7	9.4	20.1	50		376	627
PASO CARRETAS Altitud	6.8	16.5	8.5	19.0	50		376	627
ATZITZINTLA Altitud	6.8	16.5	8.5	19.0	50		376	627
SAN MIGUEL SESMA Altitud	7.0	18.2	9.0	19.6	50		376	627
SAN MANUEL DE LA SIERRA Altitud	5.3	11.6	7.1	17.2	50		376	627
Niveles óptimos según (Boynton, 1960)	debajo	debajo	encima	encima	menos de			
	7.0	18.0	10.0	21.0	200			
Necesidades de agua (Remy, 1960; Wallace, 1966).								600 - 800

TABLA No. X TEMPERATURAS (°C) MEDIAS MENSUALES Y PRECIPITACION PLUVIAL ( m m)

LOCALIDAD	TEMPERATURAS MEDIAS (°C)		PRECIPITACION	PLUVIAL (m m)	ANUAL
	INVIERNO (DIC - ENE)	VERANO (MAYO-AGT.)	OCT - MAY	JUN - SEP	
XOCHILOMA	9.7	12.7	210	417	627
TEXMALAQUILLA	9.1	12.0	210	417	627
TOLUCA	11.3	14.8	210	417	627
PASO CARRETAS	10.6	13.8	210	417	627
ATZITZINTLA	10.6	13.8	210	417	627
SAN MIGUEL SESMA	11.0	14.3	210	417	627
SAN MANUEL DE LA SIERRA	9.5	12.5	210	417	627

Temperaturas óptimas propues-  
tas por (Villiers, 1947)

7.2 a 11.1

(Allen, 1951; Tabuenca, 1965;  
Souty, 1965).

11 a 18

Precipitación pluvial, necesi-  
dades de agua.

(Wallace, 1966; Remy, 1960)

600 - 800



TABLA No. XI HORAS - FRIO CALCULADAS POR EL METODO DE DAMOTA.

LOCALIDAD	HORAS FRIO.
XOCHILOMA	800.
TEXMALAQUILLA	869.
TOLUCA	610.
PASO CARRETAS	696.
ATZITZINTLA	696.
SAN MIGUEL SESMA	648.
SAN MANUEL DE LA SIERRA	826.

TABLA No. XII UNIDADES CALOR CALCULADAS POR EL METODO RESIDUAL OBSERVADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

MES	LOCALIDADES					
	XOCHILOMA	TEXMALAQUILLA	TOLUCA	ATZITZINTLA	SAN MIGUEL	SAN MANUEL
ENE	70.91	48.26	135.20	106.08	122.07	62.61
FEB	147.34	98.03	285.37	222.64	257.21	128.97
MAR	337.99	275.66	512.11	432.97	476.56	314.74
ABR	553.29	470.97	782.43	678.34	735.57	522.60
MAY	939.68	896.26	1061.78	1006.38	1036.78	923.62
JUN	1056.98	966.28	1309.79	1194.84	1257.95	1023.09
JUL	1146.37	1004.24	1540.47	1361.28	1459.76	1093.17
AGOSTO	1272.63	1103.61	1741.11	1528.12	1645.15	1209.37
SEPT.	1385.37	1176.77	1962.38	1700.01	1844.29	1307.21
OCT.	1461.38	1212.11	2150.59	1837.22	2000.51	1367.98
NOV.	1545.58	1267.93	2313.36	1964.16	2156.15	1441.44
DIC.	1610.62	1307.14	2449.92	2068.13	2277.98	1496.74

TABLA No. XIII      FECHAS DE FLORACION CALCULADAS POR EL METODO DE TABUENCA Y HERRERO.

LOCALIDAD	FECHA DE FLORACION.
XOCHILOMA	6 DE ABRIL
TEXMALAQUILLA	11 DE ABRIL
TOLUCA	21 DE MARZO
PASO CARRETAS	27 DE MARZO
ATZITZINTLA	27 DE MARZO
SAN MIGUEL SESMA	24 DE MARZO
SAN MANUEL DE LA SIERRA	7 DE ABRIL

TABLA No. XIV PROBABILIDAD DE LUBVIA CALCULADA CON LA DISTRIBUCION GAMMA-INCOMPLETA  
 ESTACION CLIMATOLOGICA CD. SERDAN, PUE. 1178 MSNM.

hp (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
5	92.56	94.18	98.71	99.89	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.2	93.60	98.28
10	77.51	81.77	85.39	99.24	98.0	99.9	99.2	98.5	99.9	99.4	80.20	93.95
25	34.69	42.32	79.12	92.25	89.0	99.7	96.4	91.0	98.9	57.5	39.36	73.94
50	6.39	10.12	49.40	68.49	69.9	96.5	86.0	75.4	93.2	30.1	8.50	41.14
75	0.95	2.04	26.70	43.34	50.5	85.1	68.2	61.7	83.3	15.7	1.54	20.37
100	0.13	0.38	14.74	24.71	35.40	68.8	55.5	47.4	61.5	7.4	0.26	9.45
125	0.0	0.0	7.53	13.12	23.9	51.4	42.4	35.3	59.6	4.0	0.0	4.21
150	0.0	0.0	3.74	6.61	15.8	25.8	30.6	27.4	48.7	2.0	0.0	1.83
175	0.0	0.0	2.10	4.21	10.3	24.2	21.7	19.7	36.9	0.95	0.0	0.90
200	0.0	0.0	0.41	2.04	6.6	16.2	14.6	15.5	28.5	0.35	0.0	0.75
225	0.0	0.0	0.0	1.70	4.1	9.0	10.3	14.9	21.0	0.13	0.0	0.15
250	0.0	0.0	0.0	0.95	2.6	5.7	6.9	8.1	15.7	0.0	0.0	0.0
275	0.0	0.0	0.0	0.13	1.7	3.5	4.7	5.7	11.4	0.0	0.0	0.0
300	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.1	3.3	4.3	8.8	0.0	0.0	0.0
50%	19mm	21mm	49mm	68mm	76mm	130mm	110mm	95mm	148mm	31mm	21mm	41mm

TABLA No. XV PROBABILIDAD DE LUBVIA CALCULADA CON LA DISTRIBUCION GAMMA-INCOMPLETA  
 ESTACION CLIMATOLOGICA CUESTA BLANCA, PUE.

hp (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
5	90.87	75.24	99.19	99.8	99.9	99.9	95.0	93.7	99.9	91.3	95.16	59.64
10	73.30	43.11	97.01	93.0	98.9	97.2	91.5	86.3	96.0	82.0	84.51	23.56
25	28.34	22.04	85.55	70.8	95.0	86.0	83.5	62.6	91.9	40.6	47.98	0.77
50	3.92	4.88	61.47	36.7	63.0	61.0	75.3	26.7	77.0	16.5	13.72	0.0
75	0.45	0.0	40.56	16.8	28.1	44.0	42.3	9.9	40.1	6.7	3.33	0.0
100	0.0	0.0	25.44	7.2	8.5	29.5	29.5	3.2	22.3	2.7	0.75	0.0
125	0.0	0.0	15.43	2.9	2.2	19.6	20.3	1.1	11.4	1.1	0.16	0.0
150	0.0	0.0	9.14	1.2	0.47	12.6	13.2	0.33	5.3	0.51	0.0	0.0
175	0.0	0.0	5.31	0.46	0.10	8.1	8.9	0.11	2.4	0.40	0.0	0.0
200	0.0	0.0	2.2	0.13	0.10	5.3	6.0	0.03	1.1	0.07	0.0	0.0
225	0.0	0.0	0.8	0.0	0.002	3.1	4.0	0.01	0.51	0.03	0.0	0.0
250	0.0	0.0	0.0	0.0	0.004	2.3	2.5	0.003	0.23	0.01	0.0	0.0
P50%	16mm	9mm	63mm	39mm	58mm	65mm	71mm	32mm	68mm	20mm	24mm	6.5mm

TABLA No. XVI PROBABILIDAD DE LLUVIA CALCULADA CON LA DISTRIBUCION GAMMA-INCOMPLETA  
 ESTACION CLIMATOLOGICA POTRERO, PUE.

hp (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
5	79.40	73.05	97.13	96.84	98.5	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	95.45	69.00
10	49.89	39.84	90.29	89.42	97.0	99.9	99.9	99.9	99.9	98.0	85.32	34.26
25	7.67	3.81	62.46	60.04	86.1	99.2	99.4	99.9	96.2	69.9	49.80	2.39
50	0.21	0.0	26.50	23.96	60.8	93.4	92.7	94.4	83.4	35.4	15.04	0.0
75	0.0	0.0	9.77	8.28	40.6	80.9	76.2	69.5	66.9	15.8	3.87	0.0
100	0.0	0.0	3.35	2.65	24.8	64.7	55.1	32.2	50.6	6.6	0.92	0.0
125	0.0	0.0	1.10	0.81	14.6	48.3	37.7	15.5	38.9	2.6	0.21	0.0
150	0.0	0.0	0.35	0.24	8.4	34.2	20.7	4.8	26.9	0.9	0.0	0.0
175	0.0	0.0	0.11	0.0	4.9	23.1	11.4	1.2	17.9	0.37	0.0	0.0
200	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	15.1	5.9	0.33	12.6	0.15	0.0	0.0
225	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	9.5	2.9	0.08	8.4	0.0	0.0	0.0
250	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	5.9	1.5	0.01	5.1	0.0	0.0	0.0
50%	10.0mm	8.5mm	31.0mm	31.5mm	60mm	122mm	107mm	87mm	101mm	37.5mm	24.5mm	7.5mm

TABLA NO. XVII NUMERO DE DIAS CON HELADAS

LOCALIDAD	M E S E S												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
XOCHILOMA	23.3	14.6	1.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.6	11.5	18.6	74.4
TEXMALAQUILLA	29.1	18.2	1.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	6.1	15.5	22.8	95.5
TOLUCA	12.7	7.9	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	5.1	10.7	39.6
PASO CARRETAS	16.7	10.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	7.4	13.8	52.6
ATZITZINTLA	16.7	10.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	7.4	13.8	52.6
SAN MIGUEL SESMA	14.3	9.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	6.0	12.0	44.9
SAN MANUEL DE LA SIERRA	25.3	15.9	1.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	5.1	12.9	20.1	81.5

PROBABILIDADES DE PRIMERA Y ULTIMA HELADAS DE ACUERDO A UNA DISTRIBUCION NORMAL AJUSTADA A LA SERIE HISTORICA DE DATOS DE TEMPERATURA (0°C) DE LA ESTACION GUADALUPE POTREROS.

PRIMERA HELADA				ULTIMA HELADA			
FECHA	FECHA CODIFICADA	VALOR DE Z	PROB. P(Z ≤ Zo)	FECHA	FECHA CODIFICADA	VALOR DE Z	PROB. P(Z ≤ Zo)
1 OCT.	01	-1.658	0.048	21 ENE.	01	-1.446	0.925
19 OCT.	19	-0.902	0.184	23 ENE.	02	-1.396	0.911
4 NOV.	35	-0.230	0.409	30 ENE.	09	-1.044	0.850
5 NOV.	36	-0.125	0.452	10 FEB.	20	-0.492	0.687
11 NOV.	42	0.062	0.523	15 FEB.	25	-0.241	0.594
21 NOV.	52	0.482	0.684	28 FEB.	38	0.411	0.440
2 DIC.	63	0.944	0.826	29 FEB.	39	0.461	0.322
15 DIC.	76	1.490	0.931	29 FEB.	39	0.461	0.322
				3 MZO.	42	0.611	0.270
				16 MZO.	55	1.264	0.103
				19 MZO.	58	1.415	0.079

X= 40.5  
N= 22.28

X= 29.81  
N= 18.99

Z=  $\frac{X - \bar{X}}{S}$

PERIODO LIBRE DE HELADAS CON 20% DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL 8 DE MARZO AL 22 DE OCTUBRE; 224 DIAS.



PROBABILIDADES DE PRIMERA Y ULTIMA HELADAS DE ACUERDO A UNA DISTRIBUCION NORMAL AJUSTADA A LA SERIE HISTORICA DE DATOS DE TEMPERATURA (0°C) DE LA ESTACION CD. SERDAN 2585 msnm.

PRIMERA HELADA				ULTIMA HELADA			
FECHA	FECHA CODIFICADA	VALOR DE Z	PROB. P(Z ≤ z)	FECHA	FECHA CODIFICADA	VALOR DE Z	PROB. P(Z ≤ z)
6 JUN.	01	-2.298	0.010	1 ENE	01	-1.419	0.922
9 AGTO.	64	-1.097	0.137	15 ENE	15	-1.161	0.877
7 SEPT.	93	-0.545	0.294	17 FEB.	48	-0.552	0.708
24 SEPT.	110	-0.221	0.412	23 FEB.	54	-0.441	0.670
25 SEPT.	111	-0.202	0.420	28 FEB.	59	-0.349	0.636
6 OCT.	122	0.007	0.500	1 MZO.	60	-0.330	0.629
10 OCT.	126	0.083	0.531	3 MZ o.	62	-0.293	0.614
15 OCT.	131	0.178	0.567	10 MZO.	69	-0.164	0.563
18 OCT.	134	0.236	0.591	19 MZO.	78	0.001	0.500
22 OCT.	138	0.312	0.621	30 MZO.	89	0.204	0.420
1 NOV.	148	0.502	0.691	11 ABR.	101	0.425	0.337
7 NOV.	154	0.617	0.729	22 ABR.	112	0.628	0.264
2 DIC.	179	1.093	0.862	15 JUN.	166	1.625	0.052
27 DIC.	204	1.569	0.940	31 JUL.	212	2.474	0.006
				31 AGO.	243	3.046	0.001

X = 121.61

N = 50.42

X = 77.93

N = 52.36

Z =  $\frac{X - \bar{X}}{s}$

PERIODO LIBRE DE HELADAS CON UN 20% DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA 116 DIAS DEL 1 DE MAYO AL 24 DE AGOSTO.

PROBABILIDADES DE PRIMERA Y ULTIMA HELADA DE ACUERDO A UNA DISTRIBUCION NORMAL AJUSTADA A LA SERIE HISTORICA DE DATOS DE TEMPERATURA (°C) DE LA ESTACION SAN PEDRO TEMAMATLA.

PRIMERA HELADA				ULTIMA HELADA			
FECHA	FECHA CODIFICADA	VALOR DE Z	PROB. P(Z Zo.)	FECHA	FECHA CODIFICADA	VALOR DE Z	PROB. P(Z Zo.)
29 SEPT.	01	-01.270	0.1020	11 FEB.	01	-1.496	0.933
1 OCT.	03	-1.190	0.1170	25 FEB.	14	-0.980	0.836
8 OCT.	10	-0.917	0.1814	29 FEB.	18	-0.821	0.793
3 NOV.	36	0.119	0.5478	6 MZO.	24	-0.583	0.719
6 NOV.	39	0.239	0.5948	12 MZO.	30	-0.345	0.633
6 NOV.	39	0.239	0.5948	19 MZO.	37	-0.068	0.527
8 NOV.	41	0.319	0.6255	20 MZO.	38	-0.028	0.512
15 NOV.	48	0.598	0.7257	6 ABR.	55	0.645	0.259
17 DIC.	80	1.874	0.9693	10 ABR.	59	0.804	0.211
				14 ABR.	63	0.963	0.168
				8 MAY.	87	1.915	0.029

X= 33  
 N= 23.64  
 Z= X - X

X= 38.72  
 N= 24.03

PERIODO LIBRE DE HELADAS CON UN 20% DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA 178 DIAS; DEL 11 DE ABRIL AL 9 DE OCTUBRE.

PROBABILIDAD DE GRANIZO CALCULADAS CON LA DISTRIBUCION POISSON PARA TRES ESTACIONES METEOROLOGICAS

ESTACION GUADALUPE POTREROS PROMEDIO ANUAL UN DIA CON GRANIZO

No. de dias con granizo.	M E S E S											
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGTO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
0	0.00	0.0	83.38	0.0	91.31	83.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.0	0.0	15.15	0.0	8.30	15.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2			1.38		0.38	1.38						
3			0.08		0.01	0.08						
4			0.0		0.0	0.0						
5			0.0		0.0	0.0						

ESTACION CD. SERDAN 2278 PROMEDIO ANUAL DOS DIAS CON GRANIZO

No. de dias con granizo	M E S E S											
	ENE.	FEB.	MZR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGTO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
0	0.0	0.0	0.0	64.12	49.66	80.07	74.08	74.08	74.08	0.0	0.0	0.0
1	0.0	0.0	0.0	28.50	34.76	17.79	22.22	22.22	22.22	0.0	0.0	0.0
2				6.33	12.17	1.98	3.33	3.33	3.33			
3				0.94	2.84	0.15	0.33	0.33	0.33			
4				0.10	0.50	0.01	0.03	0.03	0.03			
5				0.01	0.07	0.0	0.0	0.0	0.0			

ESTACION CD. SERDAN 2585 PROMEDIO ANUAL TRES DIAS CON GRANIZO

No. de dias con granizo	M E S E S											
	ENE.	FEB.	MZO.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGTO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
0	0.0	0.0	71.65	54.88	28.18	81.87	62.71	0.0	71.65	0.0	0.0	0.0
1	0.0	0.0	23.88	32.93	35.69	16.37	29.26	0.0	23.88	0.0	0.0	0.0
2			3.98	9.88	22.60	1.64	6.83		3.98			
3			0.44	1.98	9.54	0.11	1.06		0.44			
4			0.04	0.30	3.02	0.01	0.12		0.04			
5			0.0	0.04	0.77	0.0	0.01		0.0			

CLAVES DE LAS TABLAS DE CALCULO DEL CLIMA.

- 1.- T Temperatura mensual.
  - 2.- P Precipitación.
  - 3.- i Índice de calor.
  - 4.- EV Evapotranspiración potencial ( sin corregir )
  - 5.- F Factor de corrección.
  - 6.- EP Evapotranspiración potencial.
  - 7.- MHS Movimiento de humedad en el suelo.
  - 8.- HA Humedad almacenada en el suelo.
  - 9.- S Demasia de agua.
  - 10.- d Deficiencia de agua.
  - 11.- EPR Evapotranspiración real.
  - 12.- E Escurrimiento ( CM )
  - 13.- RP Relación pluvial.
  - 14.- IH Índice de humedad en %
  - 15.- IA Índice de arides en %
  - 16.- Im Índice pluvial en %
  - 17.- St Concentración térmica.
- ICA Índice de calor anual.
- EPA Evapotranspiración potencial anual.
- Sa Demasia de agua anual.
- da Deficiencia de agua anual.
- (CM) Centímetros.
- (C ) Grados centígrados.

CALCULO DEL CLIMA.

NUM.CONCEPTO.	M E S E S												VALORES MEDIOS O ANUALES.
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1. T (GC)	9.6	10.1	13.0	13.8	14.4	12.3	12.1	12.0	11.8	11.2	10.3	9.7	10.7
2. P (CM)	1.0	0.85	3.10	3.15	6.0	12.2	10.7	8.7	10.1	3.75	2.45	0.75	62.75
3. i	2.69	2.90	4.25	4.65	4.96	3.91	3.81	3.76	3.67	3.39	2.99	2.73	43.71
4. EV (CM)	3.98	4.24	5.74	6.17	6.49	5.37	5.27	5.21	9.11	4.80	4.34	4.03	
5 F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.00	0.93	0.95	
6. EP (CM)	3.88	3.91	6.01	5.57	7.44	6.0	6.1	5.83	5.27	4.87	4.13	3.91	EPA 63.92
7. MHS (CM)	2.88	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	3.8	0.0	0.0	1.12	1.68	3.16	
8. HA (CM)	1.16	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	10.0	10.0	10.0	8.88	7.1	4.04	
9. S (CM)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.87	4.83	0.00	0.0	0.0	8.5
10 D (CM)	0.0	1.9	2.91	3.24	1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.67
11 EPR (CM)	3.88	3.88	3.10	3.15	6.00	6.0	6.1	5.83	5.27	4.87	4.13	3.91	
12 E (CM)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.63	3.13	2.41	0.0	0.0	
13 RP	0.74	0.78	0.48	0.52	0.19	1.03	1.75	0.49	0.91	0.22	0.40	0.80	
14 IH= 13.3%													
15 IA= 15.1%													
						16. IM = 4.2%							
						17 ST = 31.3%							

ESTACION: Xochiloma  
 LATITUD : 18° 58' 08" N  
 Longitud: 97° 21' 17" W  
 Altitud : 2940 msnm.

FORMULA DEL CLIMA  
 Categoría de humedad PF semihúmedo  
 Regimen de humedad HA Pequeña deficiencia de agua.  
 Categoría de temperatura TE Semifrio  
 Regimen de temperatura VA Con baja concentración de calor en el verano.

CALCULO DEL CLIMA.

NUM. CONCEPTO	M E S E S .												Valores me- dios o anua les.
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
TP C	9.1	9.5	12.5	13.2	13.8	11.5	11.4	11.3	11.0	10.5	9.7	9.1	11.66
P (CM)	1.0	0.85	3.1	3.15	6.0	12.2	10.7	8.7	10.1	3.75	2.45	0.75	62.75
I	2.48	2.64	4.0	4.35	4.65	3.53	3.48	3.44	3.30	3.08	2.73	2.48	40.16
EV	4.05	4.25	5.79	6.18	6.48	5.27	5.22	5.17	5.01	4.76	4.35	4.05	
FC	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.00	0.93	0.95	
EP	3.84	3.84	5.94	6.44	7.30	5.81	5.95	5.66	5.11	4.76	4.06	3.83	EPA 62.54
MHS	2.84	0.0	0.0	0.0	0.0	6.39	3.61	0.0	0.0	1.01	1.61	3.08	
HA	1.47	0.0	0.0	0.0	0.0	6.39	10.0	10.0	10.0	8.99	7.39	4.30	
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.14	3.04	4.99	0.0	0.0	0.0	Sa 9.17
d	0.0	1.52	2.84	3.29	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	da 8.95
EPR	3.84	3.84	3.10	3.15	6.0	5.81	5.95	5.66	5.11	4.76	4.06	3.83	
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.57	1.80	3.25	2.50	0.0	0.0	
RP	0.74	0.78	0.48	0.51	0.18	1.10	0.79	0.53	0.97	0.21	0.39	0.80	

IH = 14.6 %

Im = 6.0 %

IA = 14.3 %

S = 31.4 %

FORMULA DEL CLIMA.

Estación: Texmalaquilla.

Categoría de Humedad

PF Semihúmedo.

Latitud: 18° 58' 28" N

Regimen de humedad

HA pequeña deficiencia de agua

Longitud: 97° 17' 22" W

Categoría de temperatura

TE Semifrío.

Altitud : 3100 msnm.

Regimen de temperatura

VA con baja concentración de-  
calor en el verano.

CALCULO DEL CLIMA. I

NUM. CONCEPTO	M E S E S.												Valores medios o anuales.
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
TR C	11.2	11.8	14.6	15.7	16.3	14.5	14.1	14.1	13.9	13.1	12.1	11.4	13.5°C
P (CM)	1.0	0.85	3.10	3.15	6.0	12.2	10.7	8.7	10.1	3.75	2.45	0.75	(CM) 62.75
I	3.39	3.67	5.07	5.65	5.98	5.01	4.81	4.81	4.70	4.30	3.81	3.48	ICA 54.68
EP	4.20	4.51	6.02	6.64	6.99	5.96	5.74	5.74	5.63	5.20	4.66	4.30	
F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.00	0.93	0.95	
EP	4.01	4.09	6.25	7.0	7.91	6.58	6.57	6.33	5.75	5.22	4.36	4.12	EPA 68.19
MHS	3.01	0.0	0.0	0.0	0.0	5.62	4.13	0.25	0.0	1.47	1.91	3.37	
HA	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	5.62	9.75	10.0	10.0	8.53	6.62	3.25	
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.13	4.35	0.0	0.0	0.0	SA 6.48
d	0.0	2.99	3.15	3.85	1.91	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Da 11.9
EPR	4.01	4.01	3.10	3.15	6.0	6.58	6.57	6.33	5.75	5.22	4.36	4.12	
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.06	2.70	2.18	0.0	0.0	
RP	0.75	0.80	0.50	0.55	0.24	0.85	0.62	0.37	0.75	0.28	0.43	0.81	

IH = 9.5 %

IM = 0.9 %

IA = 17.4 %

S = 31.0 %

FORMULA DEL CLIMA.

Estación: Toluca.  
 Latitud: 18° 53' 40 "  
 Longitud: 97° 15' 00 "  
 Altitud : 2500 msnm.

Categoría de Humedad PG Semiseco.  
 Regimen de humedad SA pequeña demasía de agua.  
 Categoría de temperatura TE Semifrío.  
 Regimen de temperatura VA con baja concentración de calor en el verano.

CALCULO DEL CLIMA.

NUM.	CONCEPTO	M E S E S .												Valores me- dios o anu- ales.
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
	T ° C	10.5	11.0	13.9	14.8	15.4	13.5	13.2	13.1	12.9	12.2	11.3	10.6	12.7°C
	P (CM)	1.0	0.85	3.10	3.15	6.0	12.2	10.7	8.7	10.1	3.75	2.45	0.75	(CM) 62.75
	i	3.08	3.30	4.70	5.17	5.49	4.50	4.35	4.30	4.20	3.86	3.44	3.12	ICA 49.51
	EP	4.14	4.39	5.92	6.42	6.75	5.71	5.54	5.49	5.38	5.01	4.54	4.19	
	F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.00	0.93	0.95	
	EP	3.95	4.0	6.14	6.79	7.06	6.3	6.35	6.09	5.52	5.06	4.25	4.02	EPA 66.15m
	MHS	2.95	0.0	0.0	0.0	0.0	5.90	4.10	0.0	0.0	1.31	1.80	3.27	
	HA	0.67	0.0	0.0	0.0	0.0	5.90	10.0	10.0	10.0	8.69	6.89	3.62	
	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.25	2.61	4.58	0.0	0.0	0.0	Sa 7.44
	d	0.0	2.48	3.04	3.64	1.68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	da 10.84
	EPR	3.95	3.95	3.10	3.15	6.0	6.3	6.35	6.09	5.52	5.06	4.25	4.02	
	E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.125	1.36	2.94	2.29	0.0	0.0	
	RP	0.74	0.78	0.49	0.53	0.21	0.93	0.68	0.42	0.82	0.25	0.42	0.81	

IH = 11.2 %

IA = 16.3 %

Im = 1.42 %

S = 31.3 %

FORMULA DEL CLIMA.

Estación: Paso Carretas y Atzitzintla.  
 Latitud : 18° 55' 08 " N - 18° 53' 51" N  
 Longitud: 97° 15' 00 " W - 97° 19' 32" W  
 Altitud : 2700 msnm.

Categoría de Humedad PF Semihúmedo.  
 Regimen de humedad HA pequeña deficiencia de agua  
 Categoría de temperatura TE Semifrío.  
 Regimen de temperatura VA con baja concentración de -  
 calor en el verano.



CALCULO DEL CLIMA.

NUM. CONCEPTO	M E S E S .												Valores medios o anuales.
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T R C	10.9	11.5	14.3	15.3	15.9	14.0	13.7	13.6	13.4	12.7	11.7	11.0	
P (CM)	1.0	0.85	3.10	3.15	6.0	12.2	10.7	8.7	10.1	3.75	2.45	0.75	(CM) 62.75
I	3.25	3.53	4.91	5.44	5.76	4.75	4.6	4.55	4.45	4.10	3.62	3.30	52.26
EP	4.19	4.50	6.00	6.55	6.98	5.83	5.67	5.61	5.50	5.13	4.60	4.24	
F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.00	0.93	0.95	
EP	3.98	4.05	6.20	6.90	7.80	6.45	6.46	6.22	5.65	5.15	4.31	4.07	EPA 67.24
MHS	2.98	0.0	0.0	0.0	0.0	5.75	4.24	0.0	0.0	1.4	1.86	3.32	
HA	0.44	0.0	0.0	0.0	0.0	5.75	9.98	10.0	10.0	8.6	6.74	3.42	
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.46	4.45	0.0	0.0	0.0	Sa 6.91
d	0.0	2.76	3.10	3.75	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	da 11.41
EPR	3.98	3.98	3.10	3.15	6.0	6.45	6.46	6.22	5.65	5.15	4.31	4.07	
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.23	2.84	2.23	0.0	0.0	
RP	0.74	0.79	0.5	0.54	0.23	0.89	0.65	0.39	0.78	0.27	0.43	0.81	

IH = 10.2 %

Im = 0.06 %

IA = 16.9 %

S = 31.45 %

FORMULA DEL CLIMA.

Estación : San Miguel Sesma.

Categoría de Humedad --- PF Semihúmedo.

Latitud : 18º 54' 30" N

Regimen de humedad HA pequeña deficiencia de agua.

Longitud : 97º 21' 20" W

Categoría de temperatura TE Semifrio

Altitud : 2590 msnm.

Regimen de temperatura VA con baja concentración de calor en el verano.

CALCULO DEL CLIMA.

NUM.	CONCEPTO	M E S E S.												Valores me- dios o anua- les.
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T ° C	9.4	9.9	12.8	13.6	14.2	12.0	11.8	11.7	11.5	10.9	10.1	9.5		
P (CM)	1.0	0.85	3.10	3.15	6.0	12.2	10.7	8.7	10.1	3.75	2.45	0.75	62.75	
l	2.6	2.81	4.15	4.55	4.86	3.76	3.67	3.62	3.53	3.25	2.90	2.64	42.34	
EP	4.04	4.29	5.79	6.21	6.54	5.37	5.27	5.21	5.11	4.80	4.39	4.09		
F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.00	0.93	0.95		
EP	3.86	3.88	5.98	6.52	7.39	5.93	6.04	5.77	5.21	4.83	4.10	3.88	EPA 63.39	
MHS	2.86	0.0	0.0	0.0	0.0	6.27	3.73	0.0	0.0	1.08	1.65	3.13		
HA	1.28	0.0	0.0	0.0	0.0	6.27	10.0	10.0	10.0	8.92	7.27	4.14		
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.93	2.93	4.89	0.0	0.0	0.0	Sa 8.75	
d	0.0	1.75	2.88	3.37	1.39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	da 9.39	
EPR	3.86	3.86	3.10	3.15	6.0	5.93	6.04	5.77	5.21	4.83	4.10	3.88		
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.46	1.69	3.17	2.45	0.0	0.0		
RP	0.74	0.78	0.48	0.51	0.18	1.05	0.77	0.50	0.93	0.22	0.40	0.80		

IH = 13.8 %

Im = 4.9 %

IA = 14.8 %

S = 31.37%

FORMULA DEL CLIMA.

Estación: San Manuel de la Sierra.

Categoría de Humedad

PF Semihúmedo.

Latitud : 18° 56' 13"

Regimen de humedad

HA pequeña deficiencia de agua.

Longitud: 97° 19' 40"

Categoría de temperatura

TE Semifrio.

Altitud : 3000 msnm.

Regimen de temperatura

VA con baja concentración de calor en el verano.

CALCULO DEL CLIMA.

NUM. CONCEPTO	M E S E S.												Valores medios o anuales.
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
TP C	11.4	13.2	15.1	17.0	17.1	17.0	15.6	15.9	15.7	14.6	13.1	12.3	
P (CM)	3.55	2.84	2.28	3.58	5.81	14.20	14.79	13.83	20.58	11.69	5.59	3.14	505.88
i	3.48	4.35	5.33	6.38	6.44	6.38	5.60	5.76	5.65	5.07	4.30	3.91	ICA 62.65
EP	3.89	4.82	5.88	7.01	7.07	7.01	6.17	6.35	6.23	5.60	4.77	4.29	
F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.0	0.93	0.94	
EP	3.68	4.33	6.05	7.35	7.98	7.77	7.03	7.04	6.35	5.59	4.43	4.08	EPA 71.68
MHS	0.13	1.49	3.77	3.66	0.0	6.43	3.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.94	
HA	8.93	7.43	3.66	0.0	0.0	6.43	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	9.06	
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.19	6.79	14.23	6.10	1.16	0.0	Sa 32.47
d	0.0	0.0	0.0	0.11	2.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	da 2.28
EPR	3.68	4.33	6.05	7.24	5.81	7.77	7.03	7.04	6.35	5.59	4.43	4.08	
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.09	4.44	8.81	6.60	2.105	0.58	
RP	0.03	0.34	0.62	0.51	0.27	0.82	1.10	0.96	2.24	1.09	0.26	0.23	

IH = 45.2 %

Im = 43.3 %

IA = 3.1 %

S = 32.2 %

FORMULA DEL CLIMA.

Estación: Zacatlán.  
 Latitud : 19° 57' N  
 Longitud: 97° 58' W  
 Altitud : 2059 msnm

Categoría de Humedad	PD	Moderadamente húmedo.
Regimen de humedad	HA	pequeña deficiencia de agua.
Categoría de temperatura	TD	templado - frío.
Regimen de temperatura	VA	con baja concentración de - calor en el verano.

CALCULO DEL CLIMA.

NUM. CONCEPTO	M E S E S.												Valores medios o anuales.
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T <sub>o</sub> C	11.1	12.5	15.8	16.5	17.0	14.1	14.2	14.4	13.4	13.0	12.0	11.6	
P (CM)	0.79	0.76	2.09	4.12	9.76	14.55	12.78	11.6	16.15	4.07	1.32	0.68	P 78.67
i	3.34	4.0	5.71	6.10	6.38	4.81	4.86	4.96	4.45	4.25	3.76	3.58	56.2
EP	4.15	4.88	8.72	7.11	7.40	5.74	5.80	5.91	5.36	5.14	4.61	4.40	
F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.00	0.93	0.95	
EP	3.89	4.33	6.83	7.39	8.29	6.24	6.56	6.42	5.39	5.07	4.22	4.12	EPA 68.75
MHS	2.66	0.0	0.0	0.0	1.47	0.31	0.22	0.0	0.0	1.0	3.10	3.44	
HA	0.0	0.0	0.0	0.0	1.47	9.79	10.0	10.0	10.0	9.0	6.10	2.66	
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.22	5.18	10.76	0.0	0.0	0.0	Sa 22.16
d	0.45	3.57	4.74	3.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	da 12.03
EPR	3.45	0.76	2.09	4.12	8.29	6.24	6.56	6.42	5.39	5.07	4.22	4.12	
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.11	4.09	6.67	5.38	0.0	0.0	
RP	0.79	0.82	0.69	0.44	0.17	1.33	0.94	0.80	1.99	0.19	0.68	0.83	
IH = 32.2 %													Im = 21.7 %
IA = 17.5 %													S = 32.74%

FORMULA DEL CLIMA.

Estación: Cd. Serdán.  
 Latitud : 18° 59'  
 Longitud: 97° 26'  
 Altitud : 2278 msnm.

Categoría de Humedad PE Ligeramente húmedo.  
 Regimen de humedad HB moderada deficiencia de agua  
 Categoría de temperatura TE Semifrío.  
 Regimen de temperatura VA con baja concentración de calor en el verano.

CALCULO DEL CLIMA.

NUM. CONCEPTO	M E S E S .												Valores me- dios o anual les.
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T ° C	10.2	10.9	13.8	15.5	16.0	15.1	14.4	14.5	14.4	12.8	11.1	10.5	
P (CM)	0.52	0.54	1.48	3.90	6.75	10.48	8.78	6.26	9.88	3.82	0.87	0.20	53.48
I	2.94	3.25	4.65	5.55	5.82	5.33	4.96	5.01	4.96	4.15	3.34	3.08	53.04
EP	3.84	4.19	5.72	6.67	6.95	6.44	6.05	6.11	6.5	5.18	4.29	3.99	
F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.00	0.93	0.95	
EP	3.62	3.74	5.86	6.97	7.82	7.05	6.86	6.68	6.14	5.15	3.96	3.76	EPA 67.61
MHS	0.68	0.0	0.0	0.0	0.0	3.43	1.92	0.42	3.74	1.33	3.09	3.56	
HA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.43	5.35	4.92	8.66	7.33	4.24	0.68	
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Sa 0
d	2.42	3.21	4.38	3.07	1.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	da 14.15
EPR	1.20	0.54	1.48	3.90	6.75	7.05	6.86	6.68	6.14	5.15	3.96	3.76	
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
RP	0.85	0.85	0.74	0.44	0.13	0.48	0.27	0.06	0.60	0.25	0.78	0.94	

IH = 0

Im = 12.54 %

IA = 20.9%

S = 32.3 %

FORMULA DEL CLIMA.

Estación: Cd. Serdán.

Categoría de Humedad PG Semiseco.

Latitud : 18° 59'

Regimen de humedad SA pequeña demasía de agua.

Longitud: 97° 27'

Categoría de temperatura TE Semifrio.

Altitud : 2585 msnm.

Regimen de temperatura VA con baja concentración de calor en el verano.

CALCULO DEL CLIMA.

NUM.	CONCEPTO	M E S E S .												Valores me- dios o anua- les.
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
	TR C	7.0	7.40	9.0	9.5	10.1	9.5	9.0	9.0	9.1	8.9	7.3	7.0	
	P (CM)	0.4	0.33	1.34	2.86	6.21	8.34	7.26	4.0	7.04	3.19	0.77	0.14	P 41.88
	i	1.66	1.81	2.44	2.64	2.90	2.64	2.44	2.44	2.48	2.39	1.77	1.66	27.27
	EP	3.85	4.06	4.88	5.14	5.44	5.14	4.88	4.88	4.93	4.83	4.01	3.05	
	F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.00	0.93	0.95	
	EP	3.69	3.66	5.04	5.42	6.14	5.70	5.60	5.41	5.05	4.85	3.76	3.70	EPA 58.02
	MHS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.07	2.64	1.66	1.41	1.99	1.66	2.99	0.31	
	HA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.07	2.71	4.38	2.97	4.97	3.30	0.31	0.0	
	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Sa 0
	d	3.29	3.33	3.69	2.56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.25	da 16.12
	EPR	0.4	0.33	1.34	2.86	6.14	5.70	5.60	5.41	5.05	4.85	3.76	0.45	
	E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	RP	0.89	0.90	0.73	0.47	0.01	0.46	0.29	0.26	0.39	0.34	0.79	0.96	

IH = 0

Im = 16.66 %

IA = 27.78 %

S = 30.05 %

FORMULA DEL CLIMA.

Estación: Cuesta Blanca.

Categoría de Humedad PG Semiseco.

Latitud : 18° 51' N

Regimen de humedad SA pequeña demasia de agua.

Longitud: 97° 27' W

Categoría de temperatura TE semifrío.

Altitud : 2275 msnm.

Regimen de temperatura VA con baja concentración de calor en el verano.

CALCULO DEL CLIMA.

NUM. CONCEPTO	M E S E S.												Valores medios o anuales.
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	o	N	D	
TQ C	12.4	12.8	14.9	16.0	16.4	15.3	14.9	14.8	15.0	14.2	13.4	12.5	
P (CM)	0.39	0.43	1.58	3.45	8.36	11.47	6.45	3.88	6.56	2.87	0.17	0.21	45.82
i	3.96	4.15	5.22	5.82	6.04	5.44	5.22	5.17	5.28	4.86	4.45	4.0	ICA 59.61
EP	4.54	4.75	5.91	6.54	6.78	6.14	5.91	5.45	9.98	5.51	5.97	4.59	
F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.00	0.93	0.95	
EP	4.33	4.29	6.11	6.89	7.68	6.77	6.76	6.46	6.10	5.56	4.76	4.38	EPA 70.09
MHS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.68	4.7	0.31	2.58	0.46	2.69	0.26	0.0	
HA	0.10	0.0	0.0	0.0	0.68	5.38	5.07	2.49	2.95	0.26	0.0	0.0	
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Sa 0.0
d	3.94	3.86	4.53	3.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.31	4.17	da 24.25
EPR	0.39	0.43	1.58	3.45	7.68	6.77	6.76	6.46	6.10	5.56	0.43	0.21	
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
RP	0.90	0.89	0.74	0.49	0.08	0.69	0.04	0.39	0.07	0.48	0.96	0.95	

TH = 0

Im = 20.7 %

IA = 34.5 %

S = 30.4 %

FORMULA DEL CLIMA.

Estación: San Pedro Temamatla.

Latitud : 18º 55' N

Longitud: 97º 31' W

Altitud : 2425 msnm

Categoría de Humedad PH Seco.

Regimen de humedad .

Categoría de temperatura.

Regimen de temperatura

SA pequeña demasia de agua.

TE semifrio.

VA con baja concentración de calor en el verano.

CALCULO DEL CLIMA.

NUM.	CONCEPTO	M E S E S.											Valores medios o anuales.	
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		D
	T <sub>o</sub> C	11.5	11.7	14.7	15.4	16.3	13.9	13.4	13.2	13.1	12.9	12.4	11.6	13.3
	P (CM)	0.68	0.61	1.03	2.4	7.41	13.71	11.22	9.4	11.43	4.92	1.27	0.68	64.76
	I	3.53	3.62	5.12	5.49	5.98	4.70	4.45	4.35	4.30	4.20	3.96	3.58	53.28
	EP	4.50	4.60	6.22	6.61	7.13	5.78	5.50	5.40	5.34	5.23	4.97	4.55	
	F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.00	0.93	0.95	
	EP	4.23	4.12	6.39	6.91	7.96	6.31	6.21	5.88	5.42	5.19	4.59	4.30	EPA 67.53
	MHS	2.80	0.0	0.0	0.0	0.0	7.40	2.60	0.0	0.0	0.27	3.32	3.62	
	HA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.40	10.00	10.0	10.0	9.74	6.41	2.80	
	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.40	3.52	6.01	0.0	0.0	0.0	sa 11.93
	d	0.74	3.50	5.36	4.51	0.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	da 14.68
	EPR	3.48	0.61	1.03	2.4	7.41	6.31	6.21	5.88	5.42	5.19	4.59	4.30	
	E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.20	2.36	3.88	3.00	0.0	0.0	
	RP	0.83	0.85	0.84	0.65	0.07	2.0	0.80	0.59	1.10	0.05	0.72	0.84	

IH = 17.6 %

Im = 4.58 %

IA = 21.7 %

S = 31.51 %

FORMULA DEL CLIMA.

Estación: Potreros.  
 Latitud : 18° 52' N  
 Longitud: 97° 19' W  
 Altitud : 2575 msnm.

Categoría de Humedad PF Semihúmedo.  
 Regimen de humedad HB moderada deficiencia de agua.  
 Categoría de temperatura TE Semifrío.  
 Regimen de temperatura VA con baja concentración de calor en el verano.



CALCULO DEL CLIMA.

NUM. CONCEPTO	M E S E S.												Valores me- dios o anua- les.
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
TP C	15.6	16.5	19.2	21.1	21.6	21.0	19.9	20.4	20.1	18.7	17.2	16.4	
P (CM)	4.75	3.40	3.57	5.56	11.25	44.30	44.76	40.76	35.94	17.80	8.73	5.44	P 226.26
i	5.6	6.10	7.67	8.85	9.17	8.78	8.10	8.22	8.22	7.37	6.49	6.04	90.61
EP	4.74	5.29	7.13	8.59	9.03	8.59	7.66	7.61	7.61	6.77	5.74	5.23	
F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.0	0.93	0.95	
EP	4.51	4.76	7.34	8.97	10.15	9.34	8.68	8.56	7.97	6.74	5.32	4.91	EPA 87.25
MHS	0.0	1.36	3.77	3.41	1.10	8.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
HA	10.00	8.64	4.87	1.46	2.56	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
S	0.24	0.0	0.0	0.0	0.0	27.52	36.08	32.28	27.97	11.06	3.42	0.53	Sa 139.1
d	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	da 0.0
EPR	4.51	4.76	7.34	8.97	10.15	9.34	8.68	8.56	7.97	6.74	5.32	4.91	
E	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	13.76	24.92	25.12	22.03	12.52	4.47	1.12	
RP	0.05	0.28	0.51	0.38	0.10	3.74	4.15	3.76	3.50	1.64	0.64	0.10	

Ih = 159.4 %

Im = 159.4 %

IA = 0

S = 32.6 %

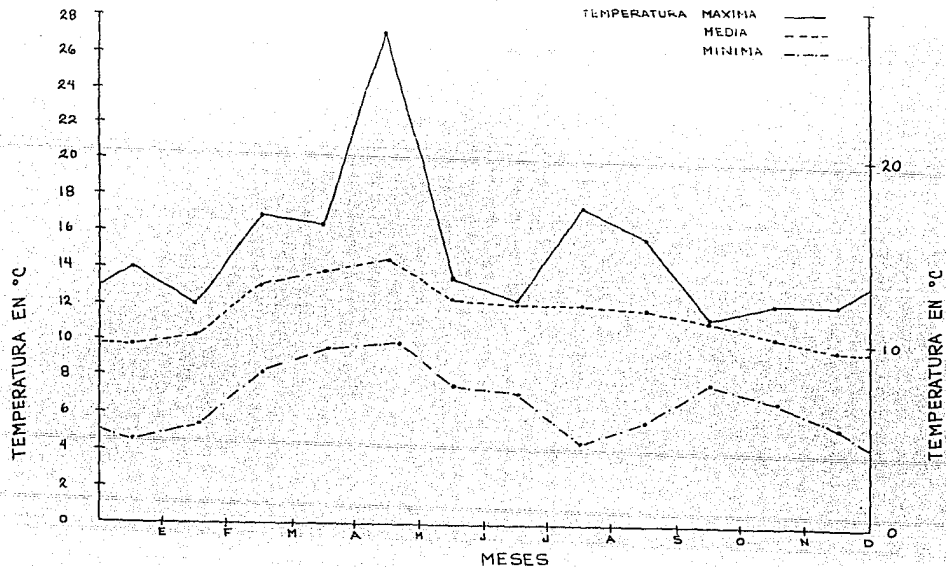
FORMULA DEL CLIMA.

Estación: Orizaba  
 Latitud : 18° 51' N  
 Longitud : 97° 06' W  
 Altitud : 1278 msnm.

Categoría de Humedad PA Superhúmedo.  
 Regimen de humedad HA pequeña deficiencia de agua.  
 Categoría de temperatura TC templado - cálido.  
 Regimen de temperatura VA con baja concentración de -  
 calor en el verano.

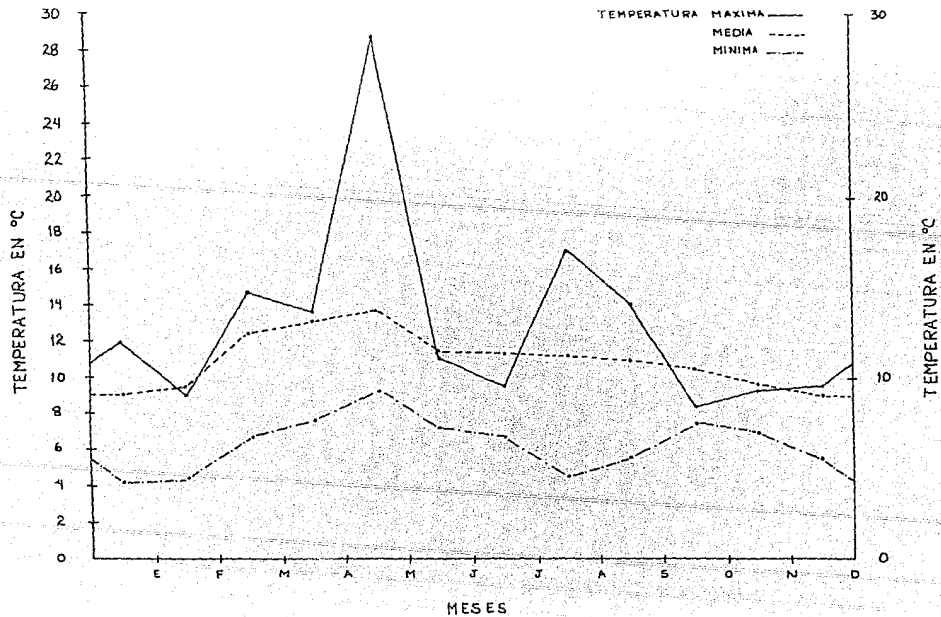
**ANEXO B**  
**GRAFICAS**

## TEMPERATURA MEDIA, MAXIMA Y MINIMA EN LA LOCALIDAD DE XOCHILOMA



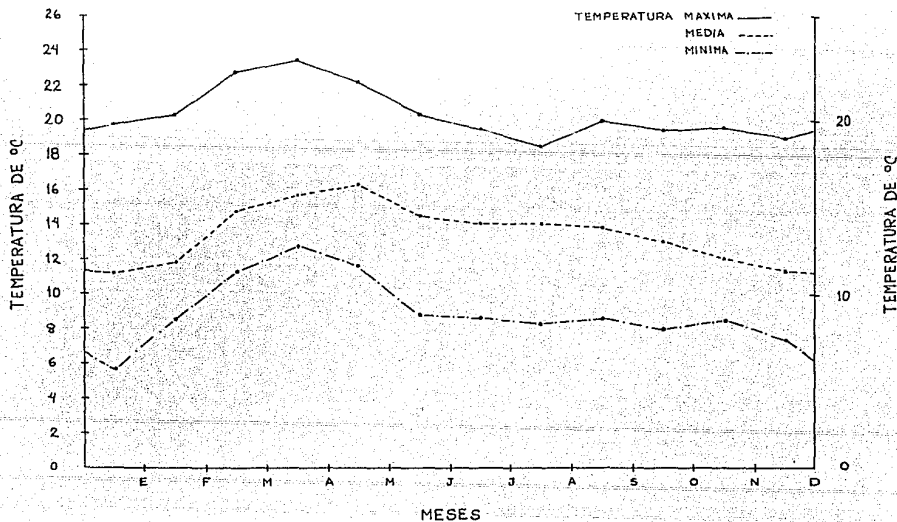
GRAFICA No 1

## TEMPERATURA MEDIA, MAXIMA Y MINIMA EN LA LOCALIDAD DE TEXMALAQUILLA



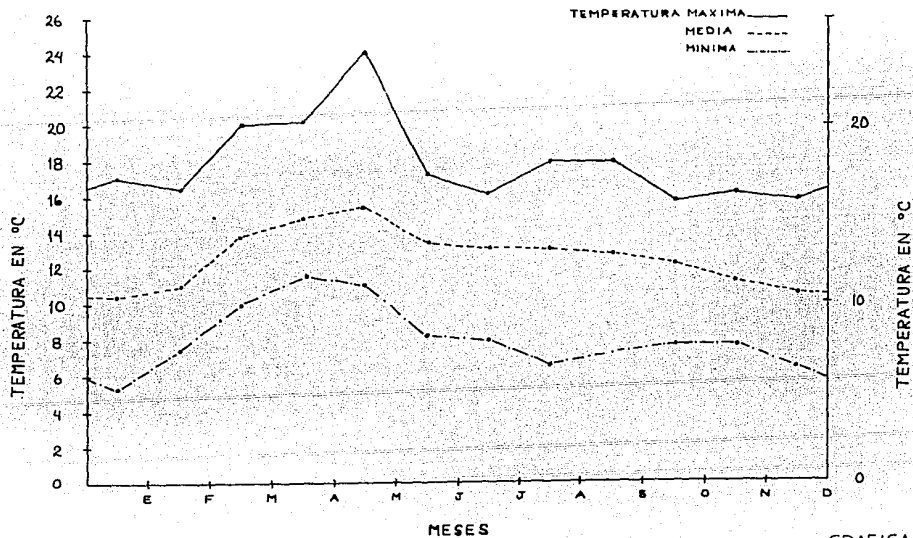
GRAFICA N°2

## TEMPERATURA MEDIA, MAXIMA Y MINIMA EN LA LOCALIDAD DE TOLUCA



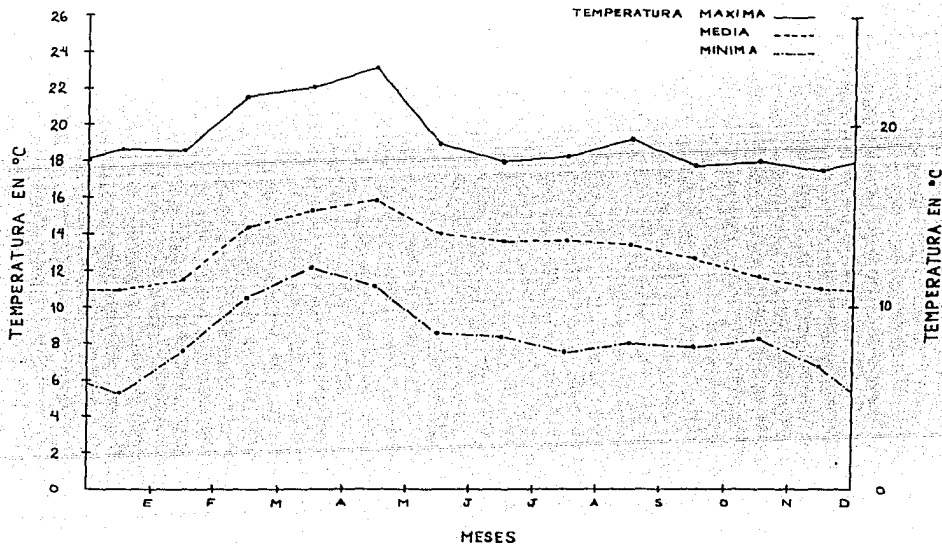
GRAFICA N° 3

# TEMPERATURA MEDIA, MAXIMA Y MINIMA EN LA LOCALIDAD DE ATZITZINTLA



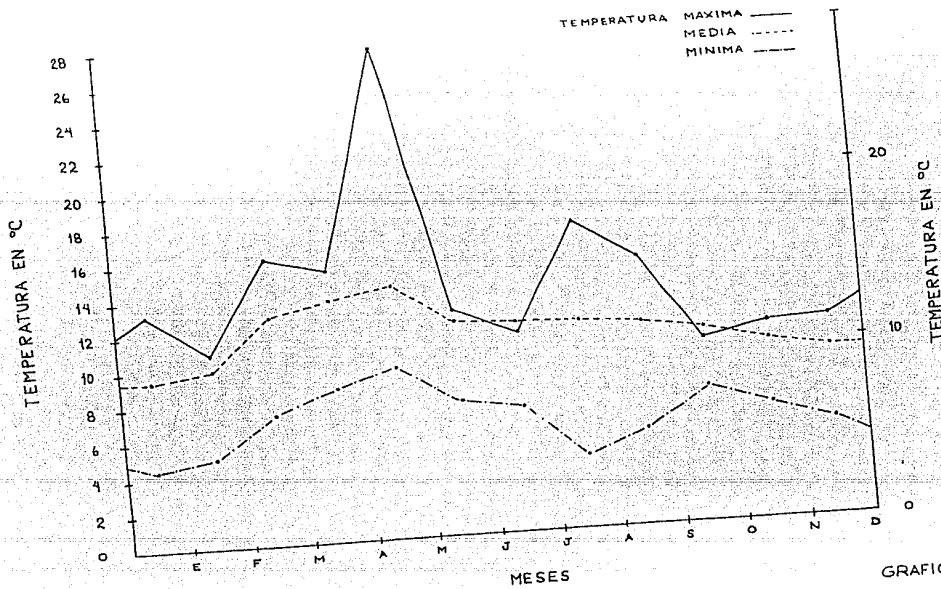
GRAFICA N° 4

# TEMPERATURA MEDIA, MAXIMA Y MINIMA EN LA LOCALIDAD DE SAN MIGUEL SESMA



GRAFICA N° 55

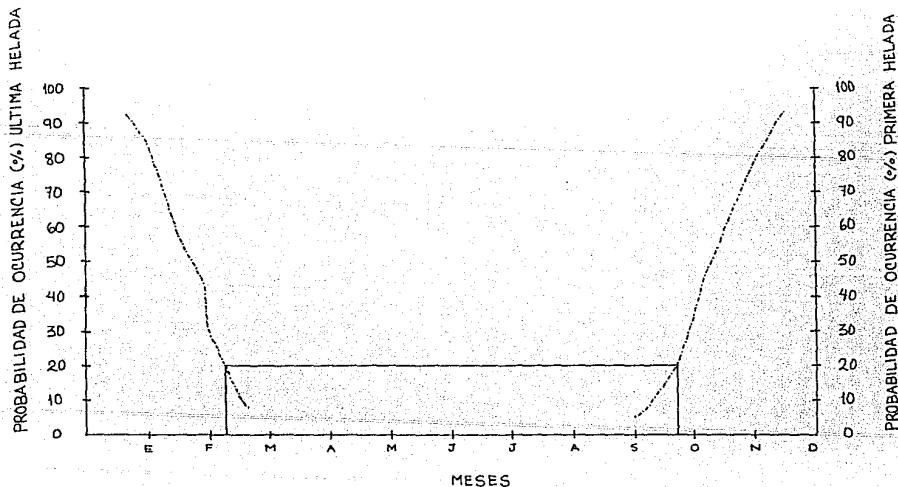
# TEMPERATURA MEDIA, MAXIMA Y MINIMA EN LA LOCALIDAD DE SAN MANUEL EL DE LA SIERRA



GRAFICA Nº 6

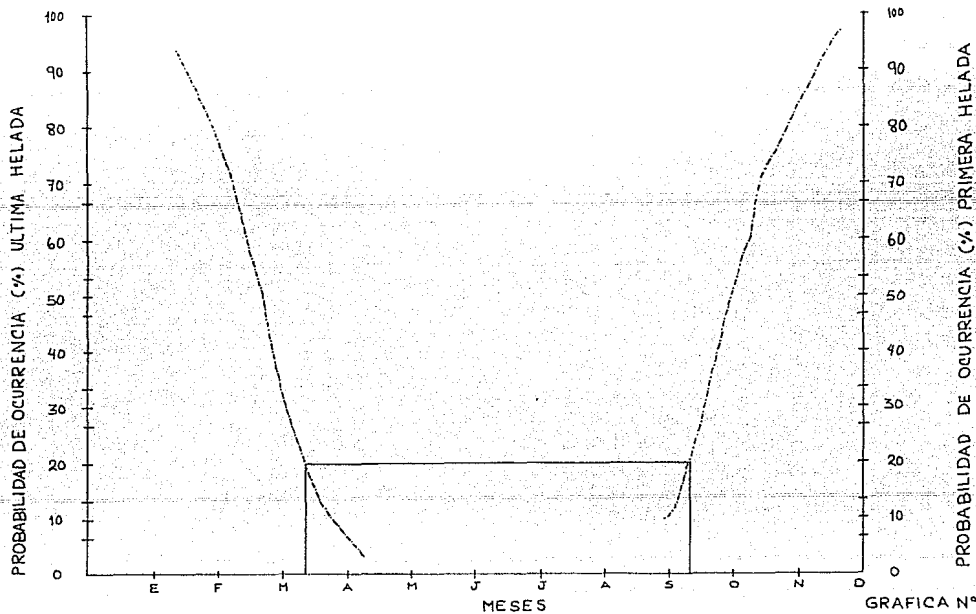


GRAFICA DE DISTRIBUCION NORMAL DE  
ULTIMA Y PRIMERA HELADAS PARA LA  
ESTACION CLIMATOLOGICA DE POTREROS, PUE.



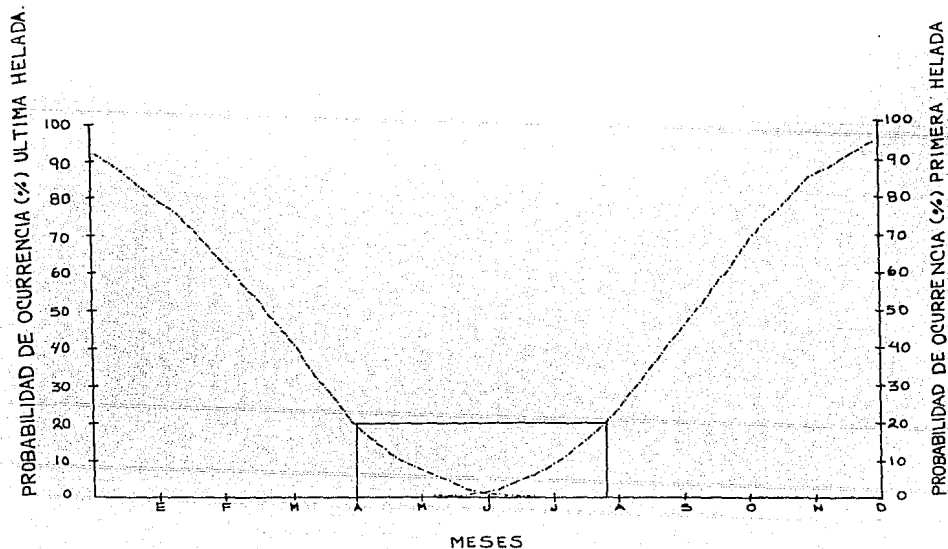
GRAFICA N° 7

# GRAFICA DE DISTRIBUCION NORMAL DE ULTIMA Y PRIMERA HELADAS PARA LA ESTACION CLIMATOLOGICA DE SAN PEDRO TEMAMATLA

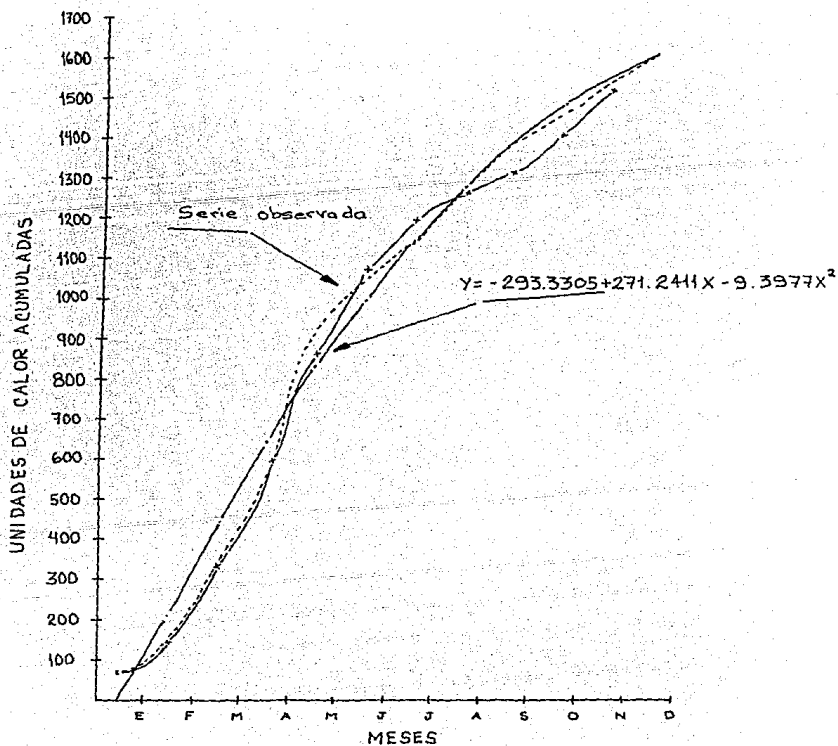


GRAFICA N° 8

GRAFICA DE DISTRIBUCION NORMAL DE ULTIMA  
Y PRIMERA HELADAS PARA LA ESTACION  
CLIMATOLOGICA DE CD. SERDAN 2585

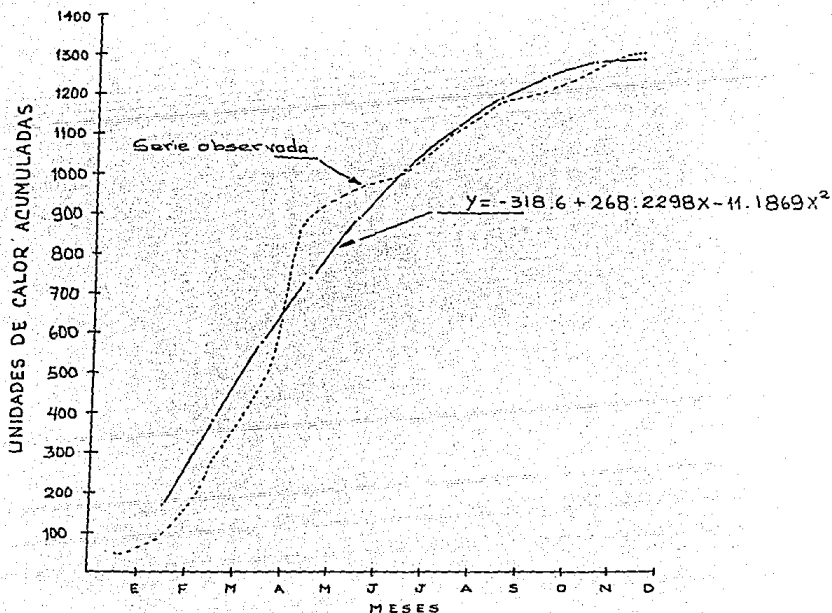


# GRAFICA DE UNIDADES CALOR VS. TIEMPO LOCALIDAD XOCHILOMA



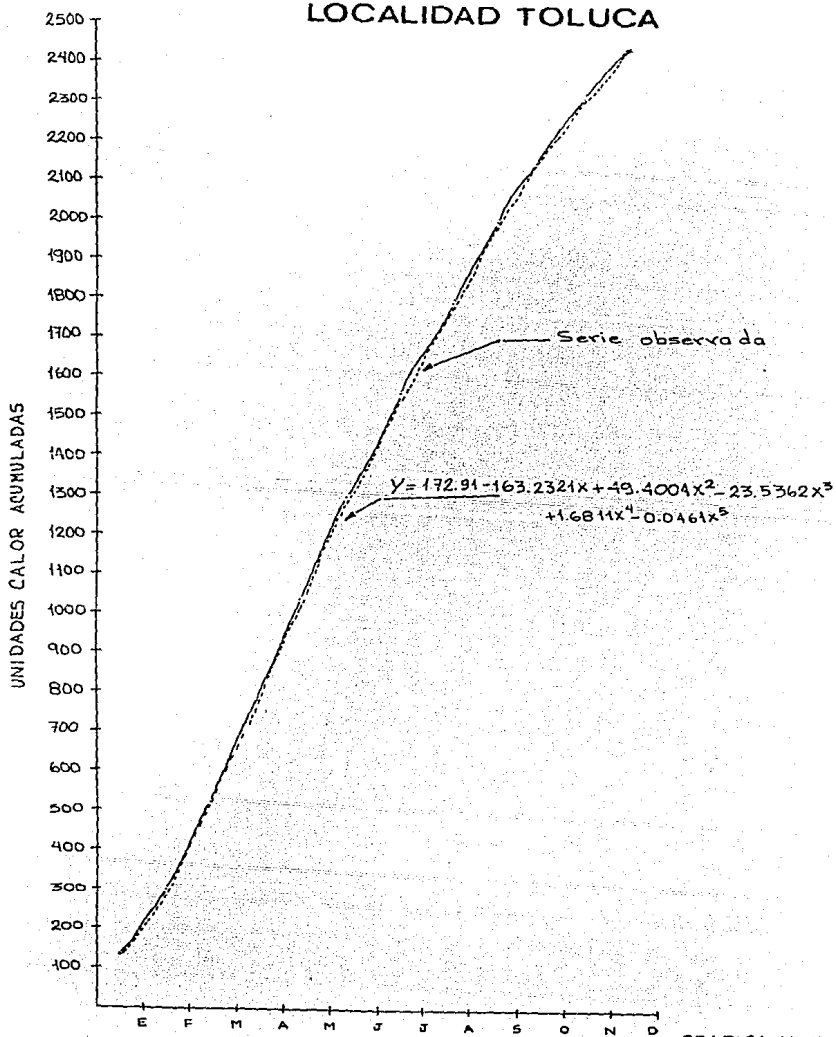
GRAFICA N°10

# GRAFICA DE UNIDADES CALOR VS. TIEMPO LOCALIDAD TEXMALAQUILLA



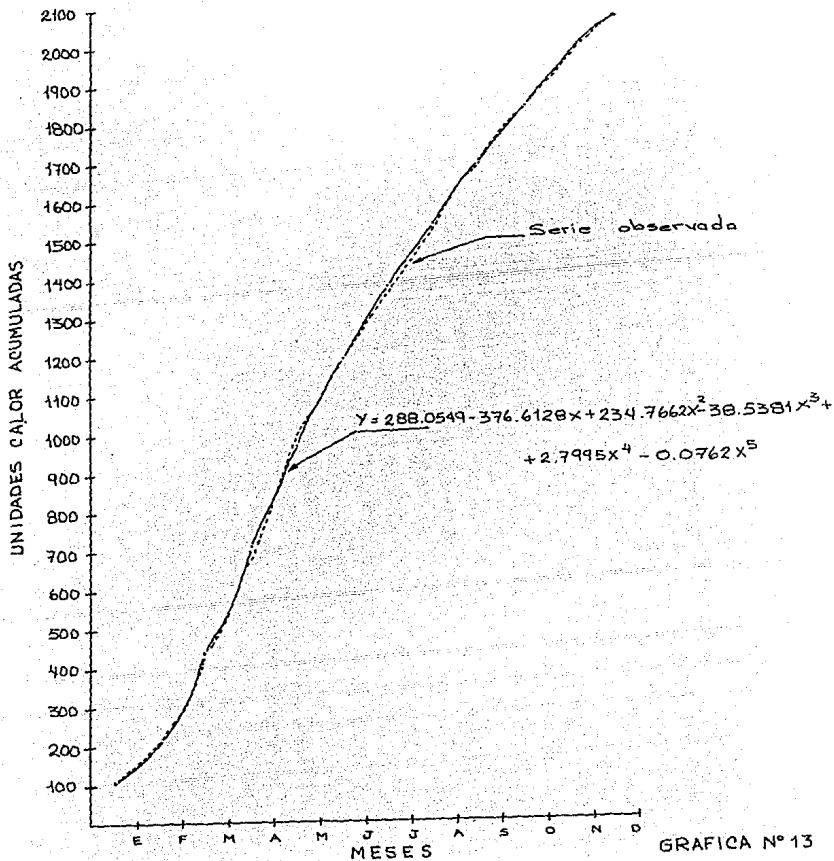
GRAFICA N°11

# GRAFICA DE UNIDADES CALOR VS. TIEMPO LOCALIDAD TOLUCA



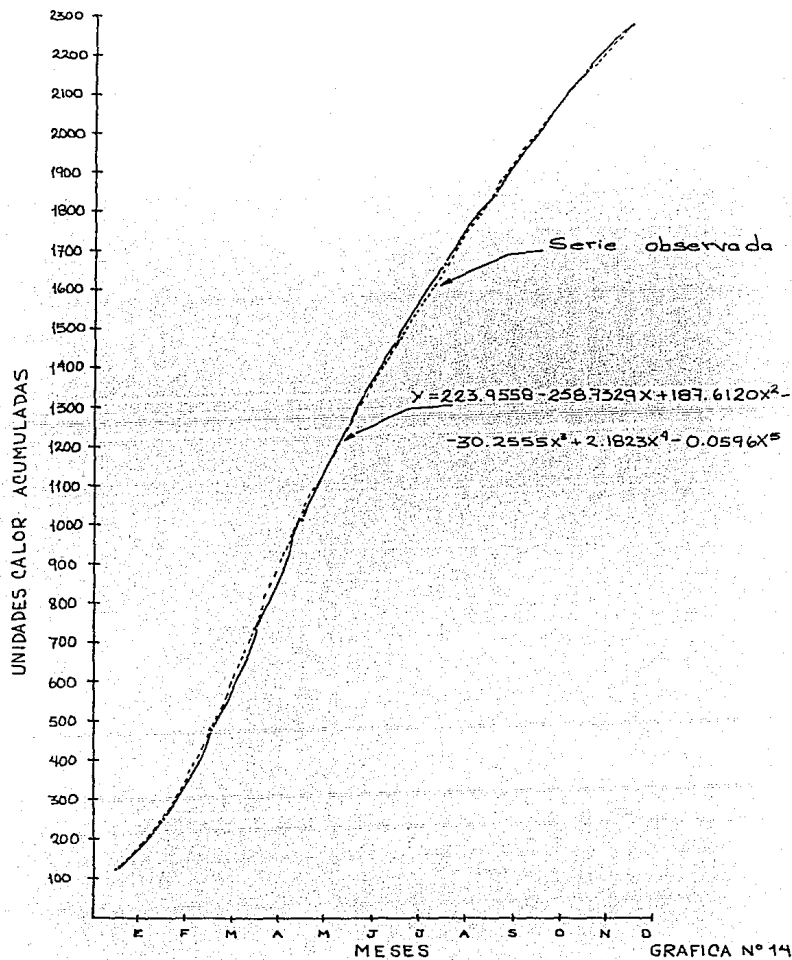
GRAFICA N° 12

# GRAFICA DE UNIDADES CALOR VS. TIEMPO LOCALIDAD ATZITZINTLA



GRAFICA N° 13

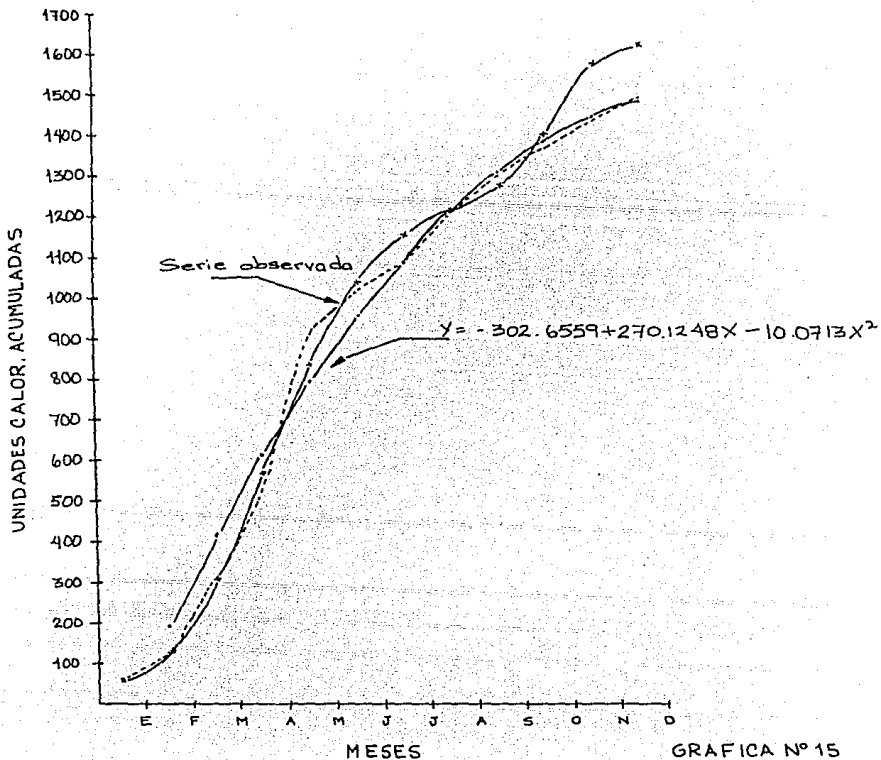
# GRAFICA DE UNIDADES CALOR VS. TIEMPO LOCALIDAD SAN MIGUEL SESNA.



GRAFICA N° 14

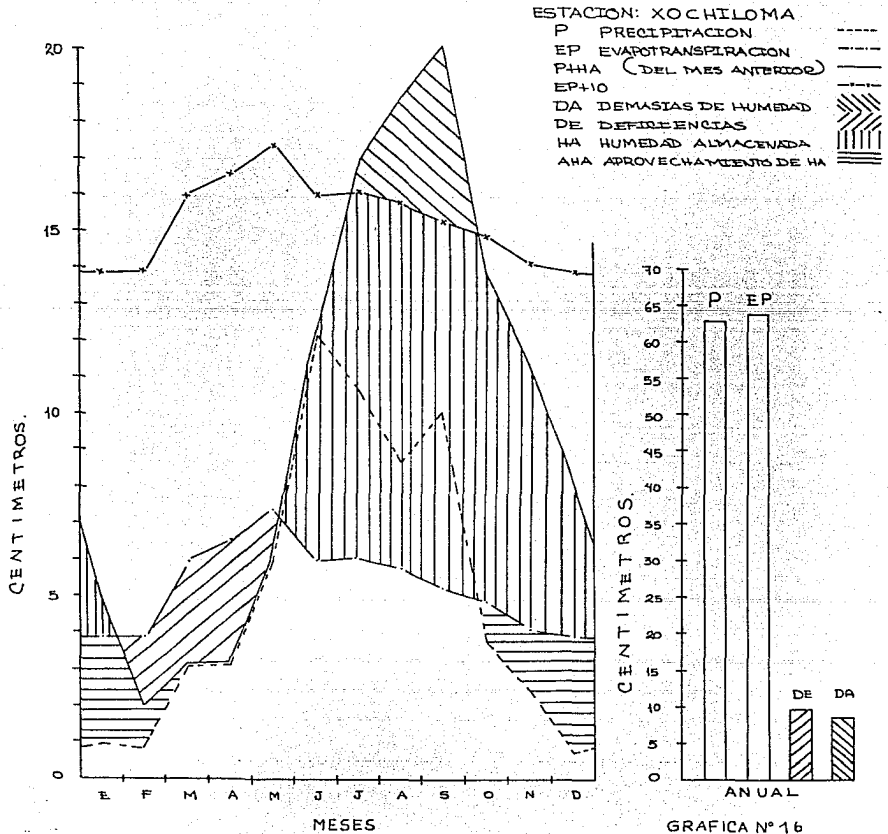


# GRAFICA DE UNIDADES CALOR VS. TIEMPO LOCALIDAD SAN MANUEL DE LA SIERRA

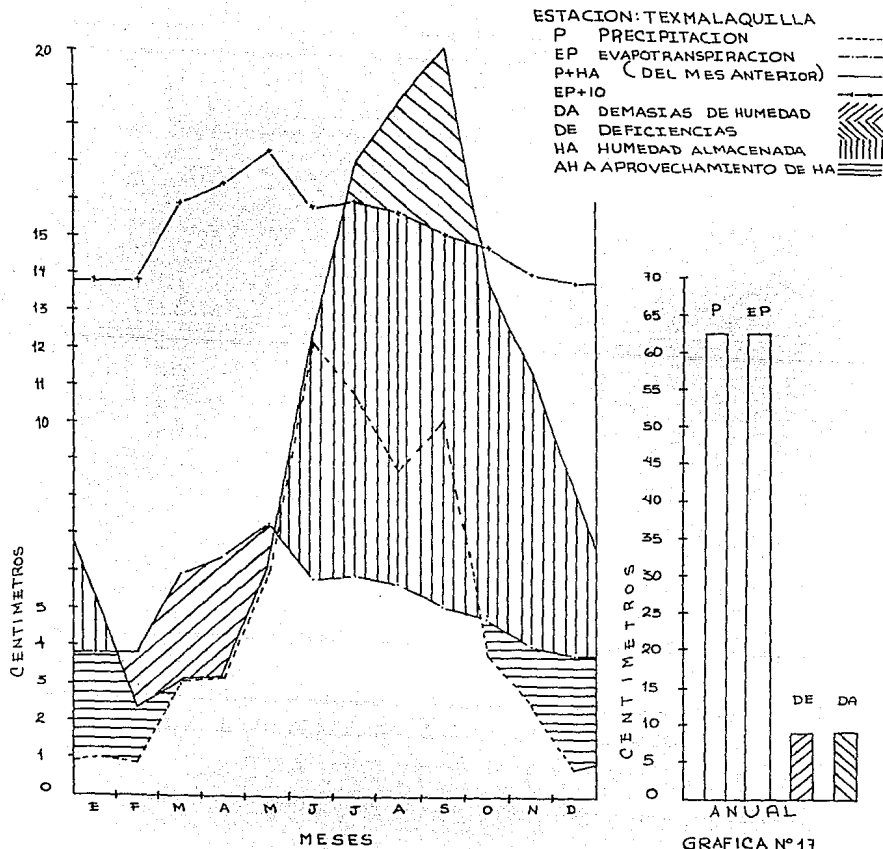


GRAFICA Nº 15

# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE

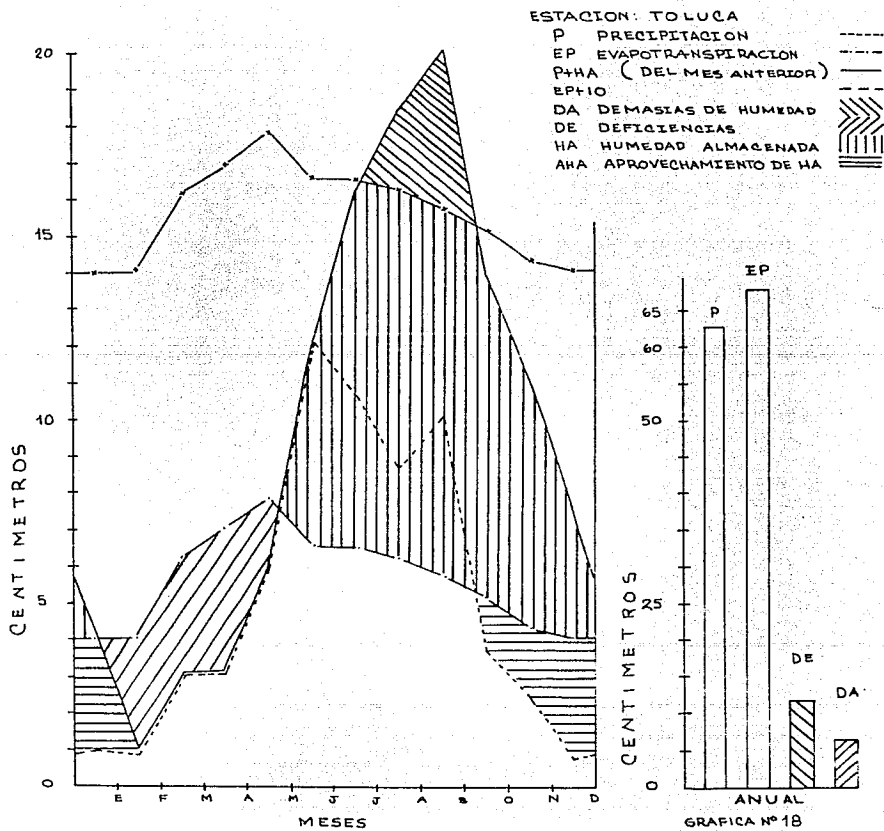


# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE

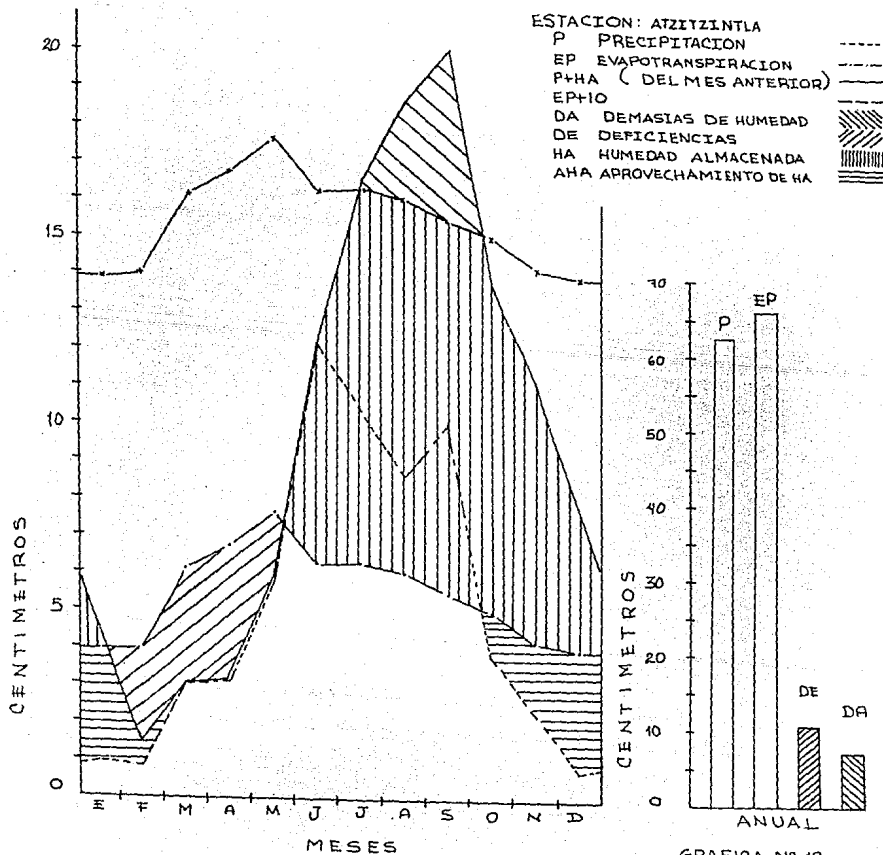


GRAFICA N° 17

# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE

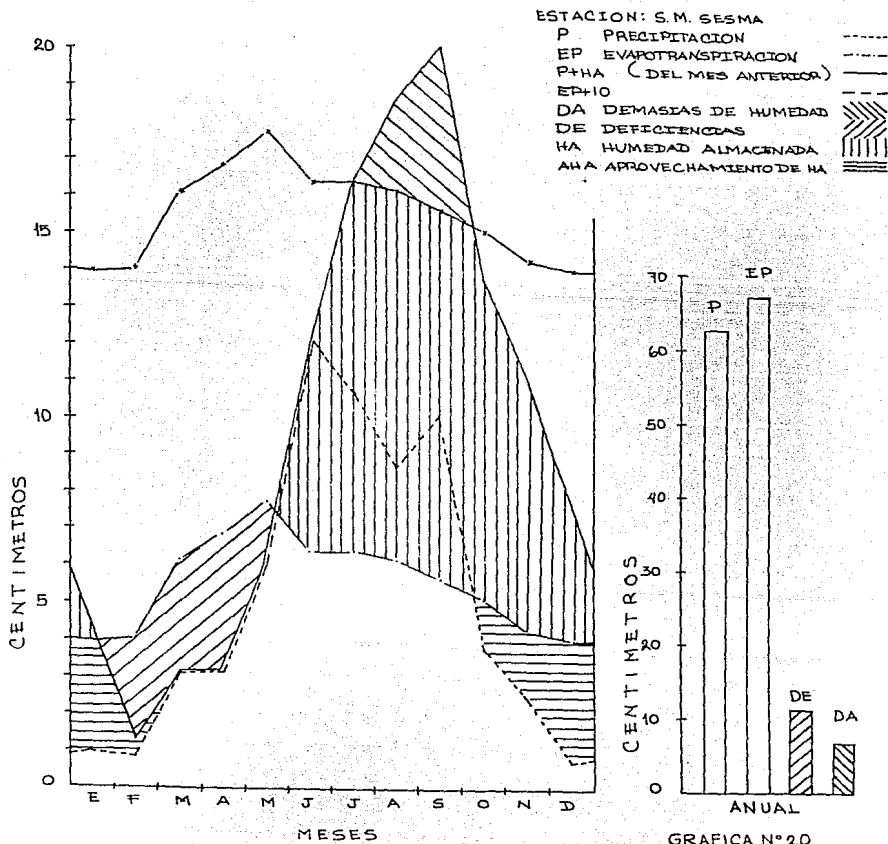


# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE



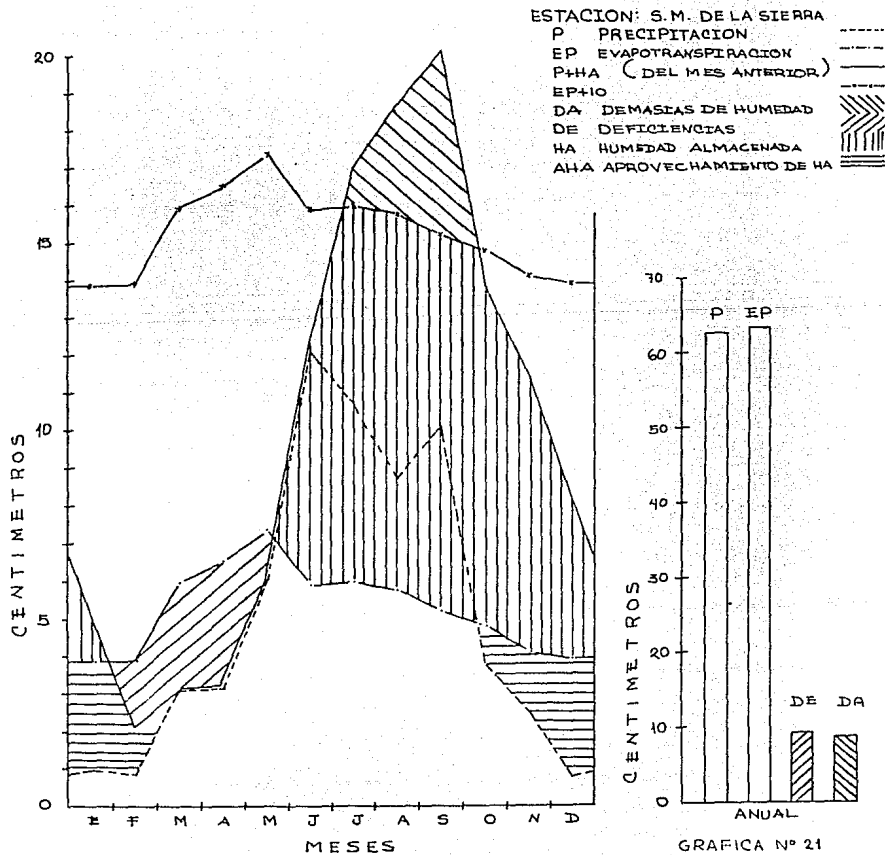
GRAFICA N° 19

# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE



GRAFICA N° 20

# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE

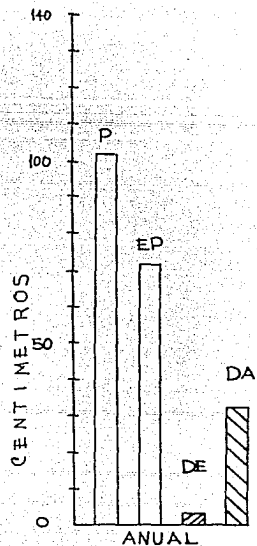
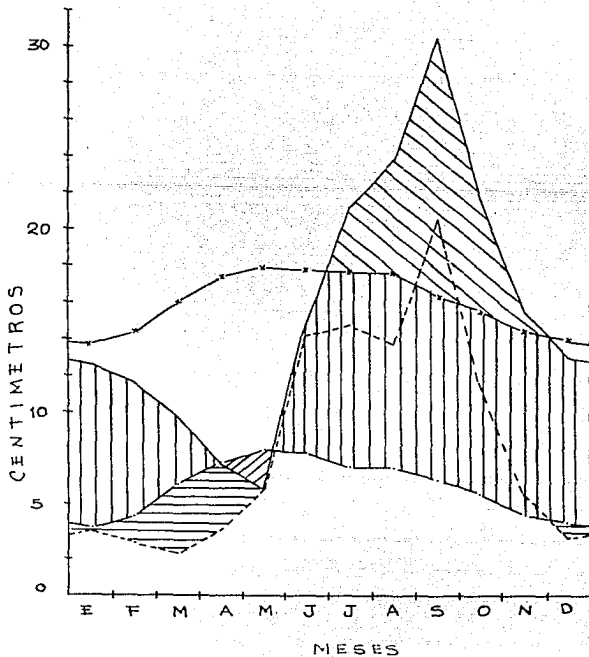


GRAFICA N° 21

# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE

ESTACION: ZACATLAN

- P PRECIPITACION -----
- EP EVAPOTRANSPIRACION - - - - -
- P+HA ( DEL MES ANTERIOR) —————
- EP+IO —————
- DA DEMASIAS DE HUMEDAD //
- DE DEFICIENCIAS \ \
- HA HUMEDAD ALMACENADA ||||
- AHA APROVECHAMIENTO DE HA =====



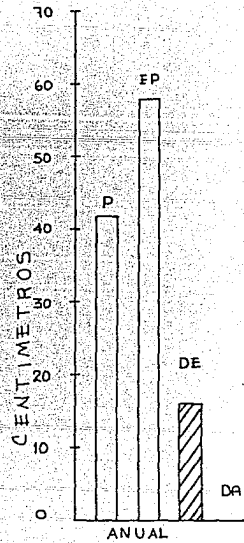
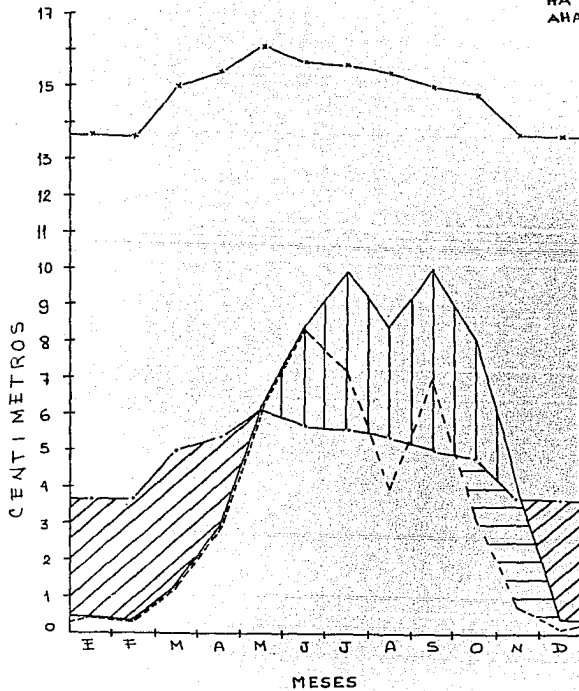
GRAFICA N° 22



# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE

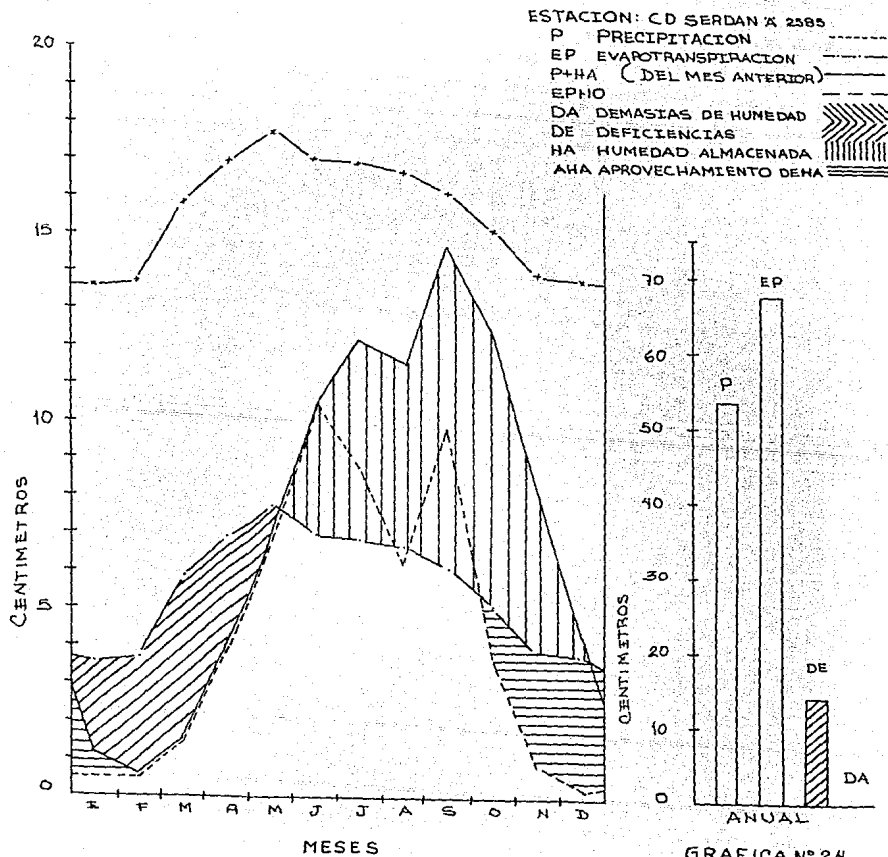
ESTACION: CUESTA BLANCA

- P PRECIPITACION -----
- EP EVAPOTRANSPIRACION - - - - -
- P+HA (DEL MES ANTERIOR) \_\_\_\_\_
- EP+IO \_\_\_\_\_
- DA DEMASIAS DE HUMEDAD -----
- DE DEFICIENCIAS -----
- HA HUMEDAD ALMACENADA -----
- AHA APROVECHAMIENTO DE HA -----



GRAFICA N° 23

# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE

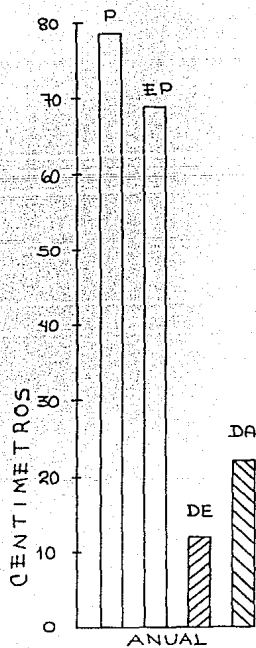
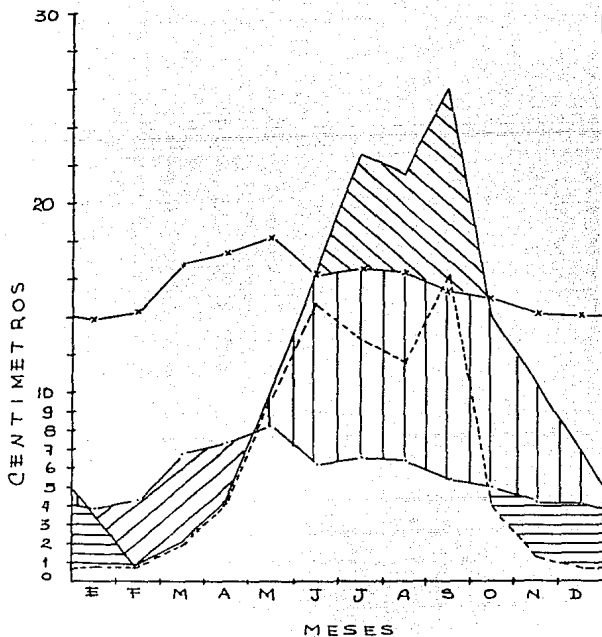


GRAFICA N° 24

# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE

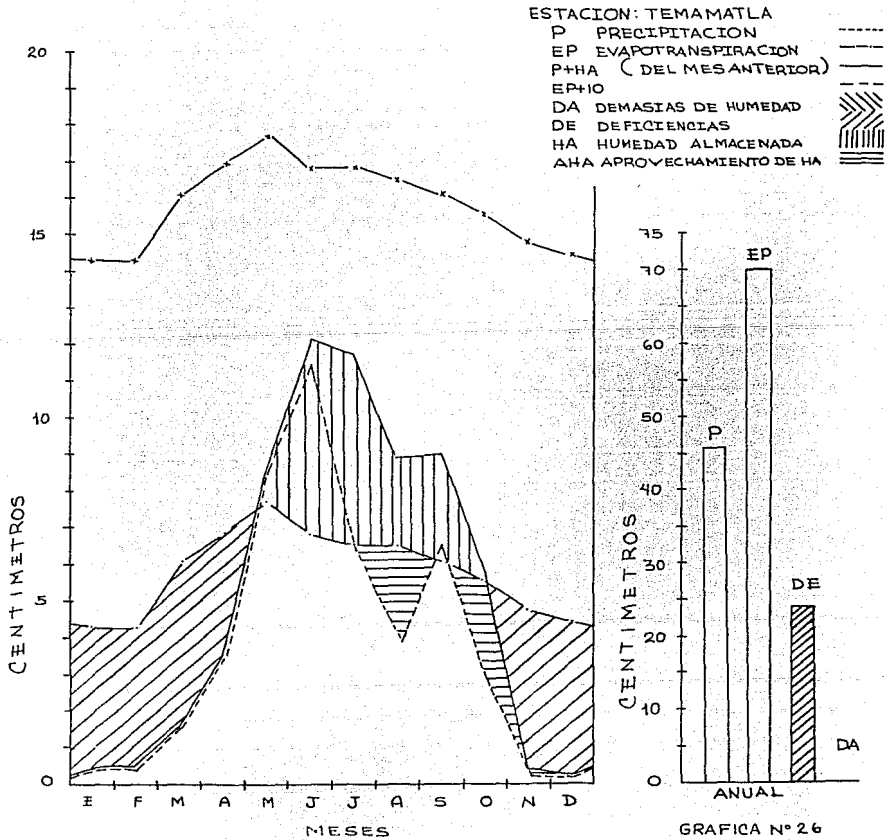
ESTACION: CD SERDAN B' 2278

- P PRECIPITACION -----
- EP EVAPOTRANSPIRACION -----
- P+HA ( DEL MES ANTERIOR) -----
- EP+IO -----
- DA DEMASIAS DE HUMEDAD / / / / /
- DE DEFICIENCIAS \ \ \ \ \
- HA HUMEDAD ALMACENADA | | | | |
- AHA APROVECHAMIENTO DE HA = = = = =



GRAFICA N°25

# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE

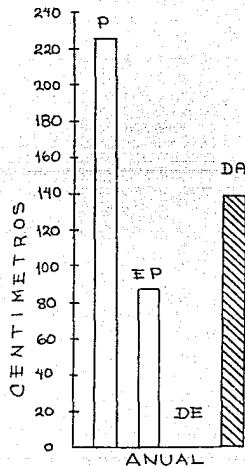
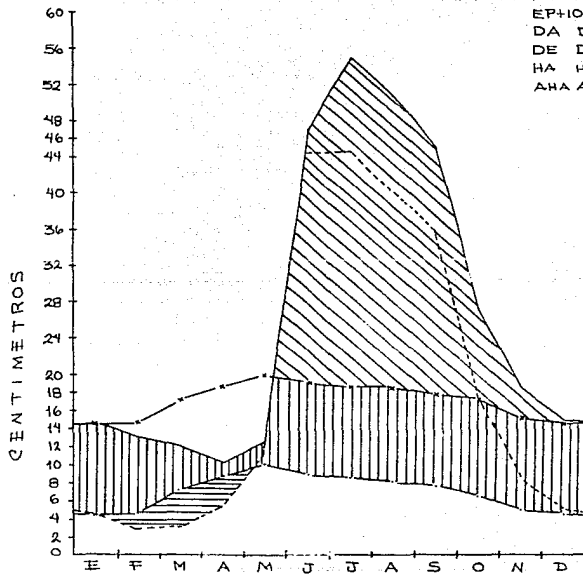
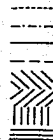


GRAFICA N° 26

# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE

ESTACION: ORIZABA

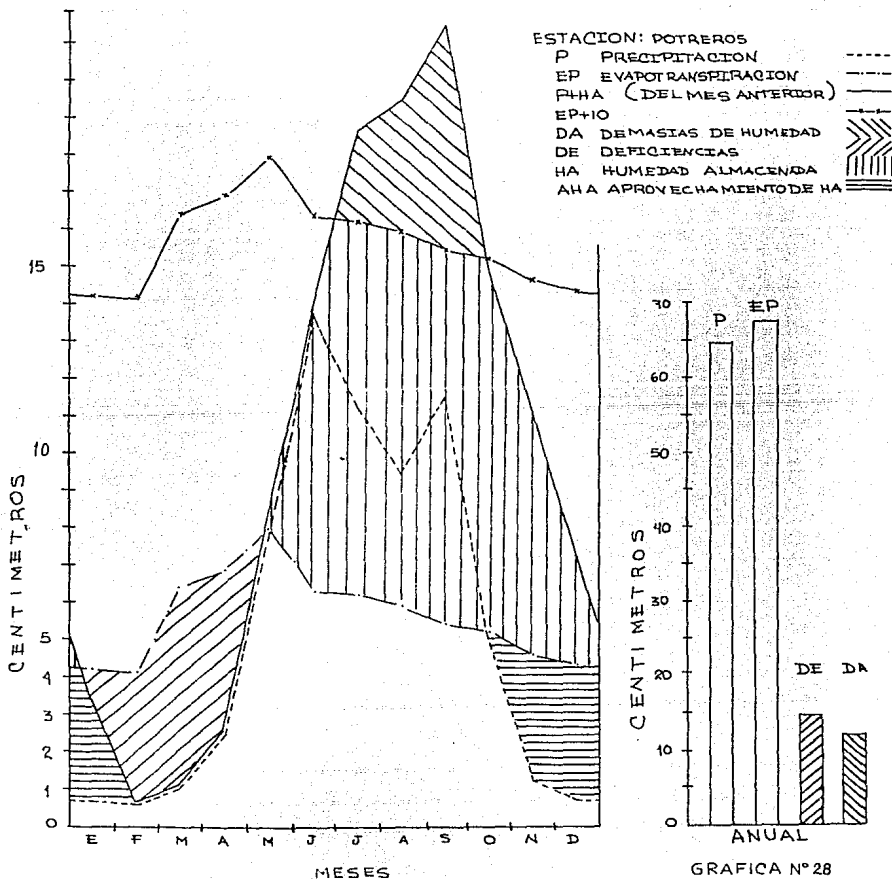
P PRECIPITACION  
 EP EVAPOTRANSPIRACION  
 P+HA (DEL MES ANTERIOR)  
 EP+IO  
 DA DEMASIAS DE HUMEDAD  
 DE DEFICIENCIAS  
 HA HUMEDAD ALMACENADA  
 AHA APROVECHAMIENTO DE HA



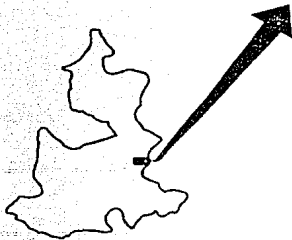
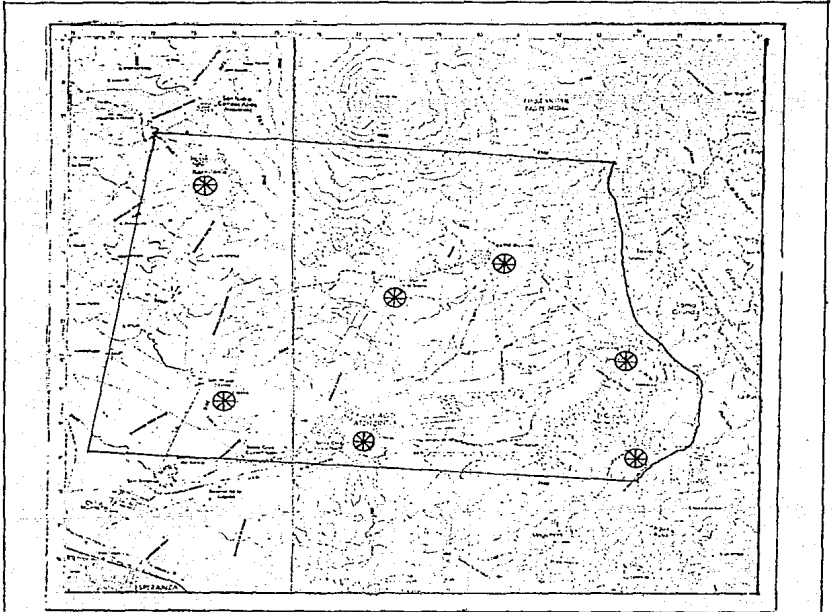
MESES

GRAFICA N° 21

# CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE



**ANEXO C**  
**PLANOS**



**UNAM** FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES  
INGENIERO AGRICOLA

TESIS PROFESIONAL

LOCALIZACION DEL AREA  
DE ESTUDIO

H. J. GARCIA MONTIEL  
R. RUIZ CASTRO

PLANO  
Nº 1



**SIMBOLOGIA**

- Poblaciones
- COM MAS DE 4000 HABITANTES — ORUZABA
- DE 1000 A 4000 HABITANTES — CIUDAD GUERRA
- DE 500 A 1000 HABITANTES — Xuculkoms
- VIAS TERRESTRES —
- CARRETERA —
- FERROCARRIL —
- REPRESENTACION DEL RELIEVE
- CONTORNOS DE 100 METROS —
- ESTACION CLIMATOLOGICA —
- LOCALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO —

ESCALA  
1 : 110 000

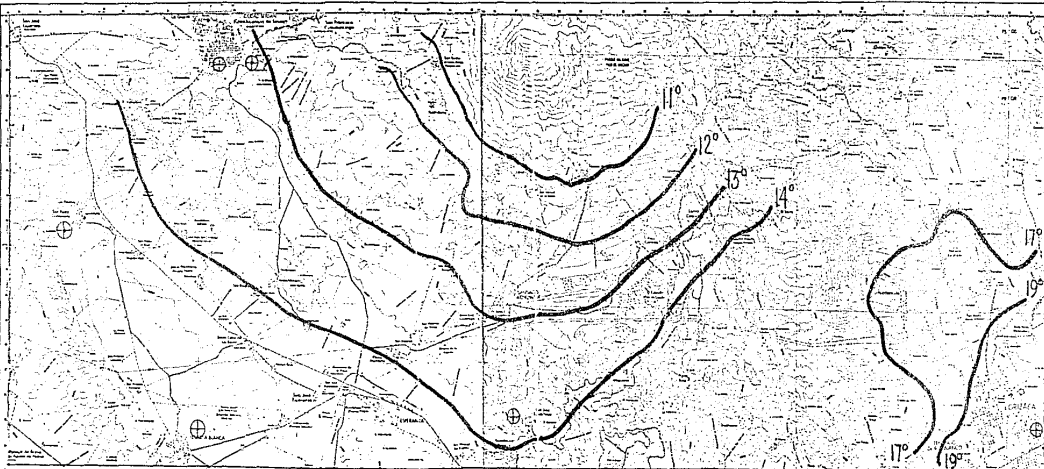
PROYECTO DE MAQUETA DE LA ZONA DE ESTUDIO  
ALBERTO RUIZ

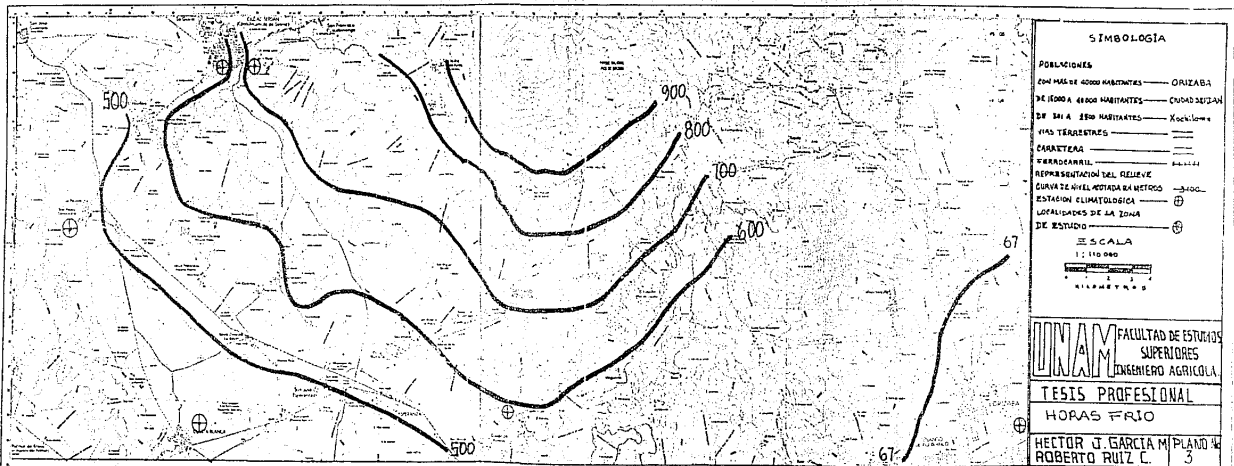
**UNAM** FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES DE INGENIERIA AGRICOLA

TESIS PROFESIONAL

ISOTERMAS MEDIAS ANUALES

HECTOR J. GARCIA M. PLANO N. ROBERTO RUIZ C. 2





**SIMBOLOGIA**

**POBLACIONES**

- ZONA MAS DE 4000 HABITANTES — ORIZABA
- DE 1000 A 4000 HABITANTES — CIUDAD DE GUAY
- DE 500 A 1000 HABITANTES — XICOTLILCO
- MAS TRAJESTRES —
- CARRETERA —
- FERROCARRIL —
- REPRESENTACION DEL RELIEVE
- CURVA DE NIVEL METRO EN METROS — 500 —
- ESTACION CLIMATOLOGICA — (E)
- LOCALIDADES DE LA ZONA
- DE ESTUDIO — (D)

ESCALA

1 : 110 000



WILHELMY S. S.

**UNAM** FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES  
INGENIERO AGRICOLA

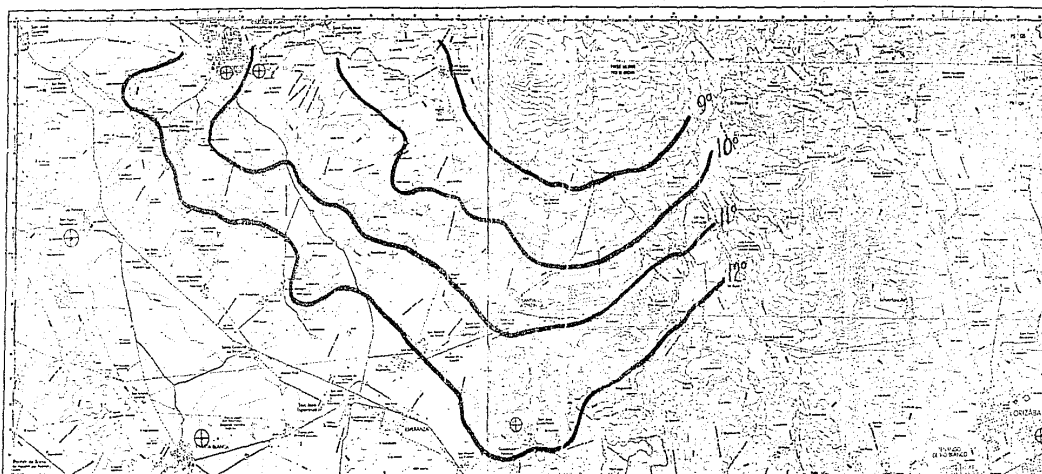
**TESIS PROFESIONAL**

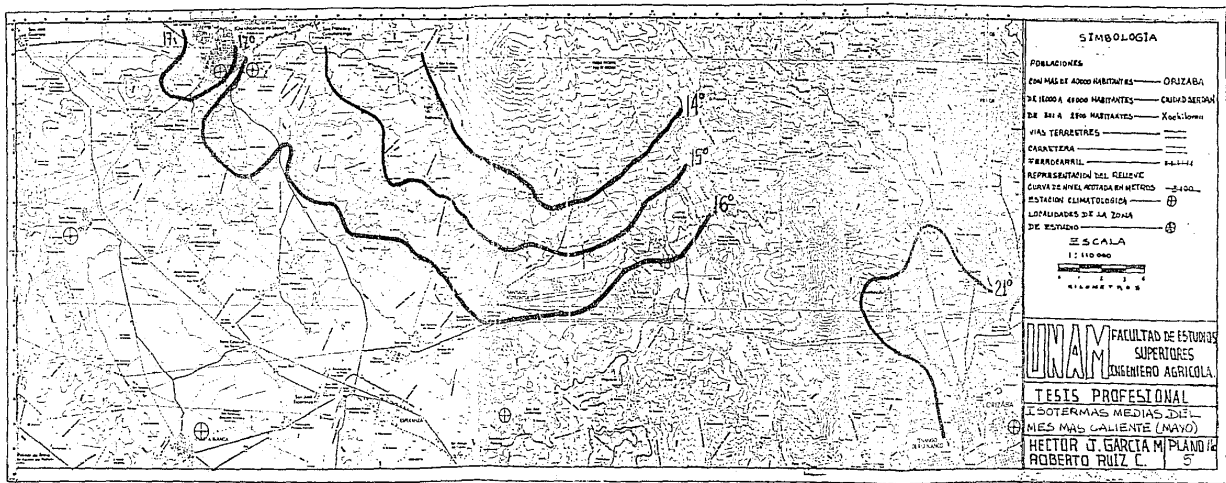
ISOTERMAS MEDIAS DE

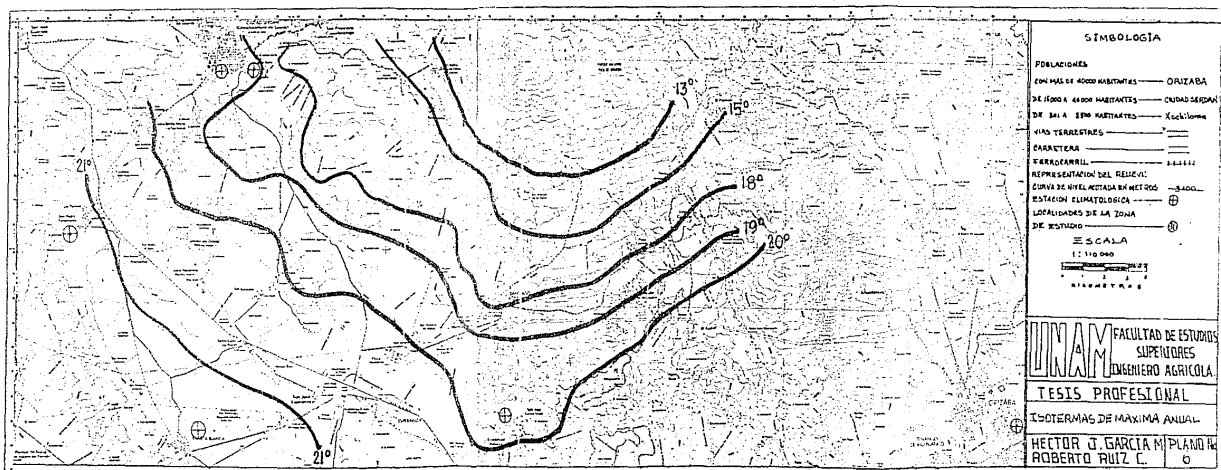
MES MAS FRO (ENERO)

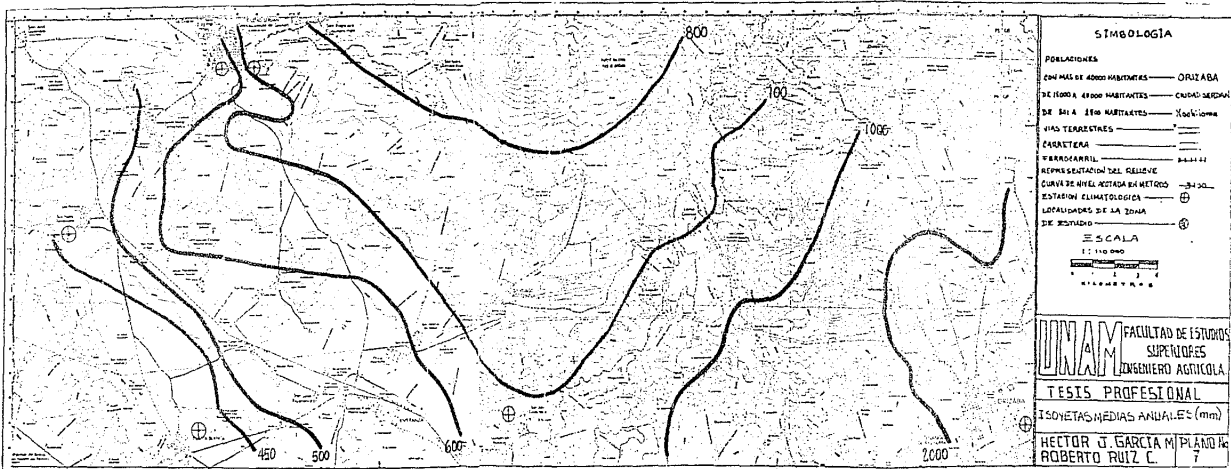
HECTOR J. GARCIA M PLANO DE

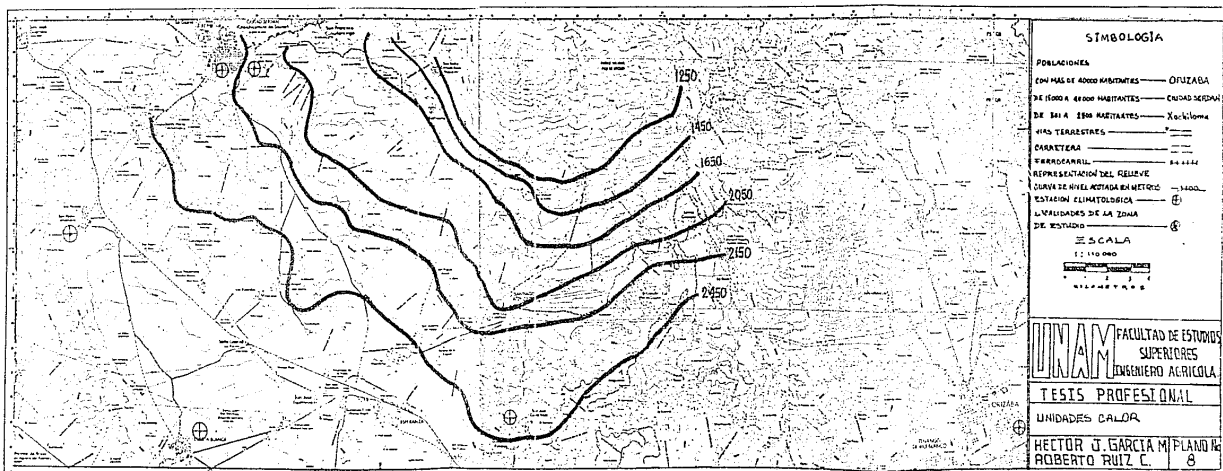
ROBERTO RUIZ C. 4

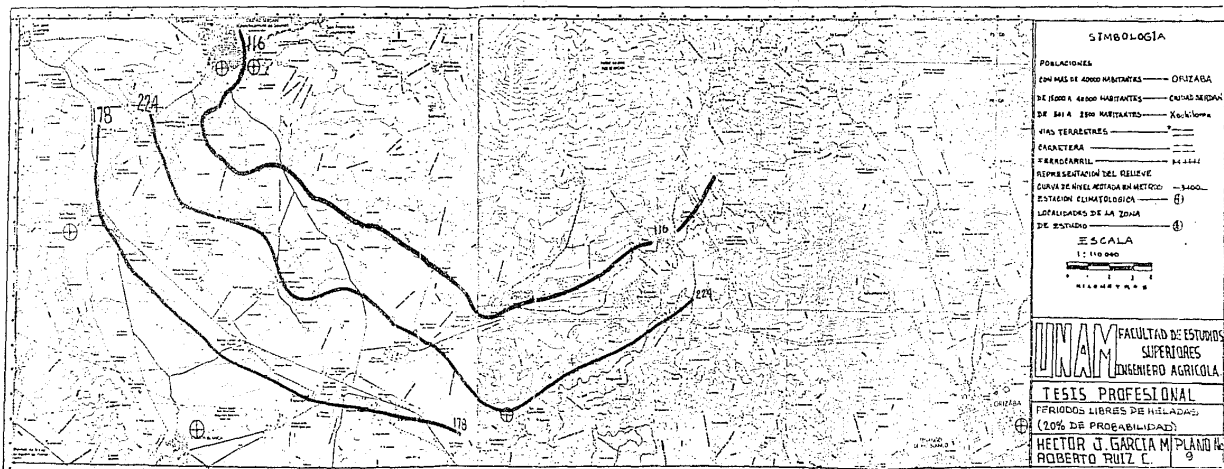












### SIMBOLOGIA

- POBLACIONES
- EN MAS DE 4000 HABITANTES — OZUJABA
- DE 1000 A 4000 HABITANTES — CAJAS DE SAN
- DE 500 A 1000 HABITANTES — XALTIUPAN
- FINES TERRESTRES —
- CARACTERAS —
- FERRICARRIL —
- REPRESENTACION DEL RELIEVE
- CURVA DE NIVEL METADA EN METROS — 5000
- ESTACION PLANIMETRICA — (B)
- LOCALIDADES DE LA ZONA
- DE ESTADO — (C)

ESCALA

1 : 110 000



**UNAM** FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES  
INGENIERO AGRICOLA

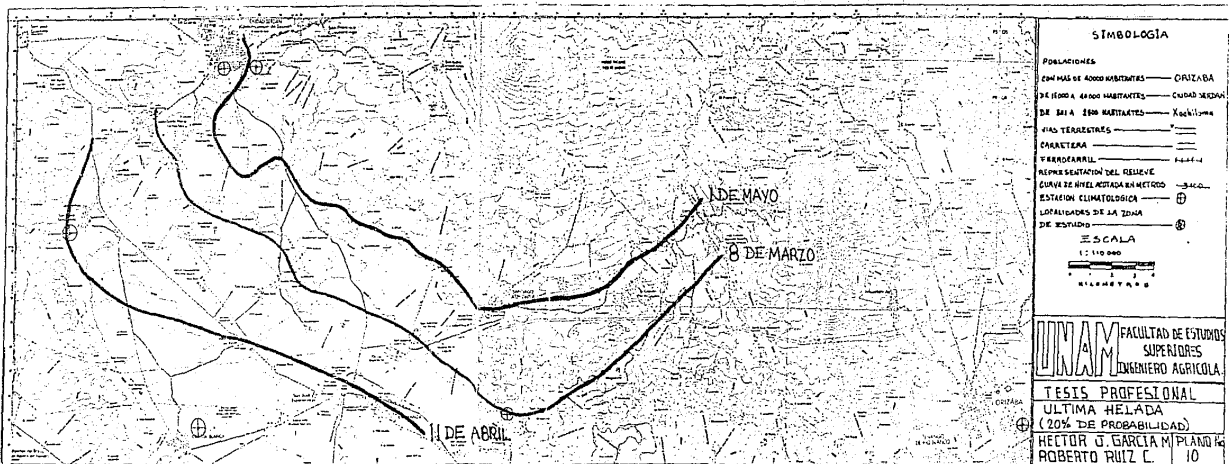
**TESIS PROFESIONAL**

PERIODOS LIBRES DE HIELOS

(20% DE PROBABILIDAD)

HECTOR J. GARCIA M. PLANO N.  
ROBERTO RUIZ C. 9





**SIMBOLOGIA**

- POPULACIONES  
 DE MAS DE 4000 HABITANTES ——— CRUZADA  
 DE 1000 A 4000 HABITANTES ——— CUBOS MEDIANOS  
 DE 500 A 1000 HABITANTES ——— XOKILITZUM  
 MAS TERRESTRES ———  
 PARQUETERIA ———  
 TERREO ARRILLADO ———  
 RESERVA SECAZION DEL RESERVA  
 CUENCA DE NIVEL ACOTADA EN METROS ———  
 ESTACION CLIMATOLOGICA ———  
 LOCALIDADES DE LA ZONA  
 DE ESTUDIOS ———

ESCALA  
 1:110,000  
  
 KILOMETROS

**UNAM** FACULTAD DE ESTUDIOS  
 SUPERIORES  
 INGENIERO AGRICOLA  
**TESIS PROFESIONAL**  
 ULTIMA HELADA  
 (20% DE PROBABILIDAD)  
 HECTOR J. GARCIA M. PLANO H.  
 ROBERTO RUIZ C. 10

