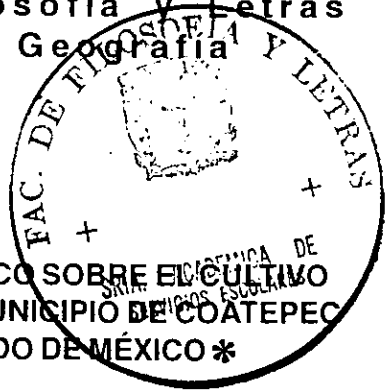


22  
201



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Filosofía y Letras  
Colegio de Geografía y Letras



ESTUDIO AGROCLIMÁTICO SOBRE EL CULTIVO  
DEL AGUACATE EN EL MUNICIPIO DE COATEPEC  
HARINAS, ESTADO DE MÉXICO \*

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

DIANA LIGIA ROSETE



265901

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

México, D.F.

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

*A mis Padres.*

*Mtra. Emma Rosete Lozano de Gorocica*

*Lic. Carlos Gorocica Sánchez*

*Les dedico este trabajo,*

*ya que son ejemplo a seguir.*

*...con enorme agradecimiento por el  
apoyo que siempre me han brindado.*

*A mis Hermanos:*

*Emma Rosa*

*Patricia Sofía*

*Carlos Manuel*

*Ariadna Verónica*

*Agradezco las valiosas críticas y comentarios en la revisión de este trabajo a los siguientes investigadores:*

*Dra. Laura Elena Maderey Rascón.*

*Lic. Francisco Hernández Hernández.*

*Mtro. Arturo Jiménez Román.*

*Mtro. Cuauhtémoc Jesús Torres Ruata.*

*Con especial agradecimiento al Mtro. Francisco Cruz Navarro, por sus sabios y valiosos consejos en la elaboración de este trabajo.*

# INDICE

Introducción.....	5
1. CULTIVO DEL AGUACATE.....	7
1.1. Origen y Difusión.....	7
1.2. Descripción Botánica.....	7
1.3. Valor Nutritivo.....	9
1.4. Requerimientos climáticos.....	10
1.4.1. Temperatura.....	10
1.4.2. Precipitación.....	11
1.4.3. Humedad Relativa.....	12
1.4.4. Vientos.....	12
1.4.5. Insolación.....	12
1.5. Factores físicos.....	13
1.5.1. Altitud.....	13
1.5.2. Latitud.....	13
1.5.3. Suelo.....	13
1.6. Producción, Consumo y Comercialización.....	14
1.6.1. Origen del Aguacate Colón V-33.....	21
1.6.2. Creación y Objetivo de CICTAMEX.....	22
1.7. Superficie Cultivada.....	23
2. MARCO GEOGRAFICO DEL MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS.....	25
2.1. Situación Geográfica.....	25
2.2. Extensión Territorial y Límites.....	25
2.3. Geología y Geomorfología.....	25
2.3.1. Geología.....	25
2.3.2. Geomorfología.....	31
2.4. Hidrología.....	31
2.5. Edafología.....	35
2.6. Uso de Suelo y Vegetación.....	39
3. CLIMA.....	42
3.1. Temperatura.....	42
3.1.1. Temperatura media.....	42
3.1.2. Temperatura máxima promedio.....	58
3.1.3. Temperatura mínima promedio.....	58
3.1.4. Oscilación térmica.....	58
3.1.5. Heladas.....	61

3.2. Días despejados y nublados.....	67
3.2.1. Días despejados .....	67
3.2.2. Días nublados.....	67
3.3 Humedad Relativa .....	72
3.4. Presión Barométrica y Vientos .....	72
3.4.1. Presión Barométrica.....	72
3.4.2. Vientos .....	77
3.5. Precipitación y Granizo.....	80
3.5.1. Precipitación .....	80
3.5.2. Granizo.....	84
3.6. Clima .....	84
4. METODO CLIMATICO DE DE FINA.....	88
4.1. Importancia y bases .....	88
4.2. Clasificación de los Distritos Agroclimáticos.....	90
Conclusiones .....	102
Bibliografía.....	104

## INDICE DE MAPAS, CUADROS Y GRAFICAS

### CAPITULO 1

Cuadro	1	Principales Características de las Razas de Aguacate.....	8
Cuadro	2	Producción Nacional del Aguacate en 1990, 1996. ....	15
Gráfica	1	Producción Nacional del Aguacate. ....	17
Cuadro	3	Datos sobre el Aguacate en el Estado de México.....	19
Cuadro	4	Producción de Aguacate por región en el Estado de México 1986-1989.....	20
Cuadro	5	Serie Histórica de la Producción de Aguacate en el municipio de Coatepec Harinas, Méx. ....	21
Cuadro	6	Aguacates híbridos (componentes por ciento). ....	22
Cuadro	7	Cultivo de Aguacate por municipio en el distrito de desarrollo rural No. 6 Coatepec Harinas, Méx. ....	23
Cuadro	8	Características y localización de las huertas de Aguacate en el municipio de Coatepec Harinas, Méx. ....	24

### CAPITULO 2

Mapa	1	Situación Geográfica del Estado de México. ....	26
Mapa	2	Distritos Agropecuarios en el Estado de México. ....	27
Mapa	3	Límites del municipio de Coatepec Harinas. ....	28
Mapa	4	Geología.....	30
Mapa	5	Geomorfología.....	32
Mapa	6	Topografía.....	33
Mapa	7	Regiones Hidrográficas.....	34
Mapa	8	Hidrología.....	36
Mapa	9	Edafología.....	37
Mapa	10	Uso del suelo.....	40

### CAPITULO 3

Cuadros	9-18	Variables Meteorológicas.....	43
Mapa	11	Distribución de Estaciones Meteorológicas.....	53
Gráficas	2- 7	Temperaturas promedio en °C.....	54
Mapa	12	Temperatura media anual en °C.....	57
Mapa	13	Temperatura máxima promedio en °C.....	59
Mapa	14	Temperatura mínima promedio en °C.....	60
Mapa	15	Oscilación térmica en °C.....	62
Gráficas	8-12	Número de días con heladas.....	63
Mapa	16	Número de días con heladas.....	66

Gráficas	13-18	Número de días despejados.....	68
Mapa	17	Número de días despejados.....	71
Gráficas	19-24	Número de días nublados.....	73
Mapa	18	Número de días nublados.....	76
Cuadro	19	Tabla para estimar la intensidad del viento.....	79
Gráficas	25-30	Precipitación media mensual en mm. ....	81
Mapa	19	Precipitación media anual en mm. ....	85
Mapa	20	Clima.....	87

#### CAPITULO 4

Mapa	21	Temperatura media mensual más alta del año en °C.....	91
Mapa	22	Temperatura media mensual más baja del año en °C.....	92
Mapa	23	Precipitación media del trimestre más caluroso del año en mm.....	94
Mapa	24	Precipitación media del trimestre más frío del año en mm. ....	95
Mapa	25	Porcentaje de precipitación media del semestre restante.....	96
Mapa	26	Distritos Agroclimáticos.....	97



## INTRODUCCION

El aguacate es originario de México, esto es determinado a partir de pruebas arqueológicas encontradas en Tehuacán (Puebla), con una antigüedad aproximada de 12000 años, posteriormente fue distribuyéndose en el centro y hacia el sur de América. En Trujillo (Perú), el aguacate se conoce desde hace unos 4 000 años.

El aguacate era consumido ampliamente por los aztecas y otros nativos cuando arribaron los españoles. Posteriormente a la colonización llegó a otros puntos fuera del continente.

Su nombre náhuatl formado por "ahuacatl" significa testículo y "cahuitl" quiere decir árbol. Su fruta conocida extensamente tiene profundas raíces en los hábitos alimenticios del pueblo mexicano.

Al aguacate se le considera como una fruta tropical o subtropical de alto valor nutritivo que lo ubica entre las que presentan mayores perspectivas comerciales dentro y fuera del país.

México es el mayor productor de aguacate en el mundo, sin embargo gran parte de su producción es para consumo interno, ya que también es el país de mayor consumo per cápita. Según los datos estadísticos sobre las perspectivas comerciales del cultivo en el país, México se ha convertido en un importante exportador para los mercados europeos.

A nivel mundial los principales productores de aguacate después de México son: EUA, República Dominicana y Brasil.

El cultivo del aguacate como actividad comercial es practicado en 16 estados de la República Mexicana y una pequeña porción de Jalisco, que se ubica a lo largo del Sistema Neovolcánico.

El Estado de México produjo durante 1992, 18 920 toneladas de aguacate, participando con el 2.5% de la producción nacional. Durante 1990 Coatepec Harinas produjo 452.85 toneladas ocupando así el tercer lugar en producción de dicho fruto dentro del Estado de México, después de Villa Guerrero (661.71 ton) y Donato Guerra (458.80 ton).

En 1982 se crea el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México, CICTAMEX, surge con huertas experimentales destinadas a estudiar la selección y mejoramiento de las variedades de aguacate entre las que destacan las de porte bajo.

La influencia que ejercen los elementos atmosféricos en el desarrollo de los árboles y sus frutos es total, dependiendo de las condiciones climáticas de cada región y de sus posibles microclimas el que sea factible o no implantar una determinada especie frutal.

El clima se caracteriza por el conjunto de alteraciones de la atmósfera y sus condiciones meteorológicas en cuanto a temperatura, precipitación, insolación, etc., y sus variaciones que suceden de manera regular y periódica según la situación sobre el nivel del mar y el predominio de los vientos, variaciones que son las que caracterizan los climas y permiten cultivar un gran número de especies frutales obteniendo de ellos frutas de gran calidad.

Al igual que las necesidades climáticas, los cultivos requieren de ciertas condiciones específicas de suelo como pueden ser: profundidad, textura, drenaje, pH, nutrientes y salinidad.

Todo esto determina sus características físicas.

El conocimiento del clima en relación a la respuesta de la planta, sirve para predecir el rendimiento y poder precisar las necesidades agroclimáticas de los cultivos. Por tal motivo, la importancia de estudiar los elementos del clima en relación al crecimiento y desarrollo de las plantas.

El presente trabajo tiene como fin delimitar los distritos agroclimáticos adecuados para el cultivo del aguacate en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México.

Por tal motivo se utilizó el método de De Fina, debido a que esta clasificación emplea para la delimitación los distritos agroclimáticos variables climáticas fáciles de obtener, como son temperatura y precipitación.

Para llevar a cabo el análisis de las condiciones climáticas de dicho municipio, se consultó tanto el archivo de la Comisión Estatal del Agua en el Estado de México, como el archivo del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Al final del trabajo aparecen las conclusiones obtenidas a través de su elaboración, mismas que pueden servir de base para la planeación de este cultivo.

## 1. CULTIVO DEL AGUACATE

### 1.1 Origen y difusión

La palabra aguacate, es usada desde México hasta Costa Rica y en las Antillas de habla hispana. El nombre náhuatl del árbol del aguacate es "Ahuacaquahuitl", cuya etimología es combinación de Ahuacatl y Quahuitl, que significa árbol. Vestigios de estos nombres derivados lo conservan muchos pueblos de algunas entidades del país como el caso de Ahuacatlán, que significa lugar donde abunda el aguacate.

Antes de la conquista española de las Américas en el siglo XVI, el aguacate era conocido sólo por los indígenas de América Latina (México, América Central y norte de Sudamérica). Los conquistadores descubrieron numerosos frutos y vegetales nativos de América entre ellos el aguacate.

El centro de expansión de este producto fue México, distribuyéndose en el centro y hacia el sur de América y, muy posteriormente a la colonización, llegó a otros puntos fuera del continente.

Fray Bernardino de Sahagún y el padre José de Acosta, cronista de la Nueva España, mencionaban que en la época de la conquista se cultivaba el aguacate no solamente en México, sino también en otras partes del continente, hasta el sur de Perú. Este cultivo se internó hacia el Este de la Cordillera de los Andes, y obtuvo mayor importancia en las regiones montañosas de México, en donde los aztecas lo incluían dentro de un gran número de árboles representados en sus jeroglíficos.

Después los mismos Españoles llevaron el aguacate a Venezuela, las Antillas, Chile, las islas Canarias y Madeira. Eventualmente el fruto fue establecido en casi todas las regiones del mundo con climas adecuados. Así llegó a Ghana en 1750, a Madagascar en 1802, a Hawaii antes de 1825. La dispersión del aguacate es en general por todo el mundo. Su mayor importancia posiblemente la adquiere en los E.U., donde según se cree, fue llevado a Florida por los Españoles, sin precisar la fecha. El primer informe en que se consigna su introducción fue en 1833, cuando Enrique Perrine envió algunos árboles mexicanos a su concesión, situada un poco más abajo de Miami. La primera introducción que prosperó en el Estado de California, fue realizada en 1871 con árboles que fueron plantados en Santa Mónica; extrañándose que fruta tan valiosa no hubiera sido introducida por los misioneros Franciscanos que salieron de México en la última década del siglo XVIII y a quiénes se debe el crédito de la introducción de la naranja, olivo y la vid.

### 1.2. Descripción Botánica

La clasificación botánica que corresponde al aguacate; es la siguiente:

División: Spermatophita

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Orden: Ranales <sup>1</sup>

Familia: Lauráceas

Género: Persea <sup>2</sup>

El aguacate es una especie perenne de tallo aéreo (o epigeo) con características leñosas y follaje siempre verde, su raíz es bastante superficial.

De acuerdo a los especialistas existen cerca de 500 variedades de aguacate, sin embargo se considera que las apropiadas para la producción comercial se dividen en 3 grupos o razas biológicas diferentes, Britón (1979) propuso las designaciones:

Persea drymifolia. Para la raza mexicana.

Persea persea. Para la raza guatemalteca.

Persea schiedana. Para la raza antillana.

Dichos grupos presentan las siguientes características: (cuadro 1)

**Cuadro 1**  
**Principales Características de las Razas de Aguacate**

CARACTER	MEXICANA	GUATEMALTECA	ANTILLANA
<b>ARBOL:</b>			
Olor anís en las hojas	anís	ausente	ausente
Envés de las hojas	más ceroso	menos ceroso	menos ceroso
Tamaño de las hojas	8 a 10 cm. de largo	15 a 18 cm. de largo	20 cm. de largo
Color de las hojas	Verde normal	rojizo	amarillento
<b>FRUTO:</b>			
Flor a madurez de fruto	7 meses	14 meses	7 meses
Tamaño del fruto	menor de 250 grs.	entre 100 grs. y 2.5 kg	entre 250 grs. y 2.5 kg.
Forma de fruto	alargada	redonda	alargada
Color del fruto	verde obsc.	verde normal	rojizo
Grosor de la piel	muy delgada	gruesa	delgada
Superficie de la piel	cerosa	rugosa	brillante
Tamaño de la semilla	grande	pequeña	grande
Cavidad de la semilla	holgada	reducida	holgada
Superficie de la semilla	lisa	lisa	rugosa
Contenido de aceite	27%	20%	10%
Sabor de la pulpa	semejante a anís	semejante a almendra	algo dulce
Fibras en la pulpa	comunes	poco comunes	poco comunes
Almacenamiento en frío	más tolerancia	más tolerancia	menos tolerancia

1. Rodríguez Suppo Florencio *El aguacate* p. 13

2. Solanes Martín "El aguacate, su cultivo, técnicas y prácticas en el cultivo", p. 16 y 17.

Esta clasificación no ha sido admitida por todos los botánicos y casi todos los tratados de botánica y fruticultura consideran 3 especies básicas de aguacate:

- Persea americana- Miller
- Persea bratissima- Gaerther
- Persea drymifolia- Nees

La *Persea drymifolia* es nativa del altiplano de México, cuyos progenitores fueron localizados precisamente en varias regiones ubicadas dentro de esa zona, conserva generalmente las características anatómicas y morfológicas del género, aunque en ocasiones presentan algunas modificaciones específicas.

### 1.3. Valor nutritivo.

En México, según el Instituto Nacional de Nutrición, en 100 grs. de pulpa de aguacate se encuentran los siguientes valores nutritivos:

Calorías	152.00	
Proteínas	1.60	g
Grasa	15.60	g
Hidratos de carbono	4.80	g
Calcio	24.00	mg
Fósforo	47.00	mg
Hierro	0.53	mg
Tiamina (vitamina B1)	0.09	mg
Riboflavina (vitamina B2)	0.14	mg
Niacina	1.90	mg
Acido ascórbico (vitamina C)	0.14	mg

El componente más voluminoso de todos los frutos es el agua; por lo tanto su importancia es muy marcada ya que permite la disolución de los compuestos y las reacciones orgánicas internas del fruto.

El aguacate posee un 70% de agua, que es una proporción intermedia si se compara con el castaño, 54%; la naranja, 86%; la manzana, de 85 a 90%; o el plátano 72%.

El aguacate cuenta con ciertas cualidades, por sus propiedades, como coadyuvante en el abatimiento del colesterol y los fosfolípidos que incorporados a la corriente sanguínea perjudican al organismo humano.

Las grasas líquidas no saturadas que contiene el aguacate, influyen positivamente en el sistema circulatorio y las paredes venosas y arteriales, no se afectan por la facilidad de circula-

ción de la sangre inducida por los ácidos grasos de cadena abierta, además la grasa del aguacate facilita una buena digestión y reduce los riesgos de arterioesclerosis por la composición de sus aceites.

Completan la composición química sales minerales y otras vitaminas como la "A" que es oftálmica, la "K" antihemorrágica, la vitamina "B1" y "B2" que son respectivamente antineurítica y coadyuvante del crecimiento, la "C" antiescorbútica, la niacina antipelagrosa, además de la vitamina "E", usada contra la esterilidad, también funciona como antidisentérico y como restablecedor del equilibrio de las funciones intestinales, el fruto es considerado altamente energético y nutritivo. Las infusiones calientes de sus hojas y flores se suministran como expectorantes.

#### **1.4. Requerimientos climáticos.**

Los elementos del clima que afectan en mayor grado al cultivo del aguacate son: la temperatura, la precipitación y el viento.

El aguacate se considera como una planta tropical y subtropical, por lo que le conviene un clima subtropical o templado cálido. Los parámetros que se toman en cuenta para determinar si un clima es tropical, subtropical o semitropical son la latitud y la altitud, esto es:

- a) La región tropical se extiende del nivel del mar hasta aproximadamente 1000 m.s.n.m.
- b) La región subtropical se extiende de aproximadamente 1000 a 2000 m.s.n.m.
- c) La región semitropical se extiende de aproximadamente 2000 a 3000 m.s.n.m. <sup>3</sup>

El cultivo requiere de poca oscilación térmica, el ciclo de estaciones debe ser con inviernos benignos, sin o con raras y previsibles heladas, lluvias regulares en verano y otoño, el índice pluviométrico con un mínimo de 800 mm cuando hay suficiente agua para riego o de 1200 mm cuando el servicio es deficiente, primavera e invierno secos y verano lluvioso, desprovisto de corrientes violentas de aire y sin granizadas.

La variedad Hass es sensible al frío, fundamentalmente en el lapso de floración, es aconsejable entonces su establecimiento en zonas libres de heladas. Es además muy sensible a la humedad ambiental debiéndose evitar en regiones con vientos cálidos desecantes pues se deshidratan tanto las flores como los brotes jóvenes. Es resistente al ataque de plagas y enfermedades.

##### **1.4.1. Temperatura**

Entre los factores climáticos determinantes de la fructificación se encuentra la temperatura. Las temperaturas medias máximas, sin oscilación brusca durante la noche inducen a un crecimiento rápido.

<sup>3</sup> Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S.C. "Origen y evolución del aguacate". Folleto No. 267 p.15

Clima

Temperatura media anual

Semicálido o subtropical

de 18<sup>o</sup> a 23<sup>o</sup>C

Templado

de 15<sup>o</sup> a 18<sup>o</sup>C

El aguacate es sensible a las bajas temperaturas, puede tolerar una temperatura media invernal promedio de 15<sup>o</sup>C.

Con respecto a la resistencia al frío, las plantas jóvenes de aguacate son las más susceptibles, soportando de 1<sup>o</sup> a 4<sup>o</sup>C, la temperatura en invierno no debe descender por debajo de -4<sup>o</sup>C debido a que el frutal empieza a sufrir daños orgánicos, cuando la temperatura llega a descender por debajo de los -4.5<sup>o</sup>C; el rango de resistencia de las plantas adultas es de -1<sup>o</sup> a -7<sup>o</sup>C, límite en que la planta no muere pero sufre daños severos en ramas, hojas, flores y frutos.

La raza mexicana es la más resistente a las bajas temperaturas. Las plantas jóvenes resisten de -3<sup>o</sup> a -4<sup>o</sup>C y las plantas adultas de -4<sup>o</sup> a -7<sup>o</sup>C, incluso pueden tolerar hasta -10<sup>o</sup>C si la duración de la helada es corta.

Las heladas blancas o negras, causan daños al vegetal. Los frutos de algunas variedades de aguacate permanecen en el árbol durante los meses en que es mayor el riesgo de heladas. Los daños más moderados se manifiestan por un ennegrecimiento de las fibras de la pulpa, también pueden aparecer manchas pardas sobre la piel, sin que se altere su sabor, cuando el daño es más intenso hace que se ponga oscura la pulpa entre las fibras y puede hacer que el sabor se haga desagradable, los frutos dañados por la helada están expuestos a caerse más pronto, o también llegan a presentarse daños en la madera del árbol, mostrándose en un lapso de tiempo corto su recuperación.

Las heladas tardías ocasionan mayores problemas en los climas más o menos templados que en los fríos, pudiendo provocar la pérdida parcial o total de la cosecha.

En algunas razas de aguacate, así como las bajas temperaturas afectan al vegetal, las altas temperaturas (mayores de 35<sup>o</sup>C) afectan también la floración y fructificación debido a que ocasionan alteraciones en la polinización, desprendimiento de flores y frutos.

#### 1.4.2. Precipitación.

Como el aguacate es un frutal de hojas perenne es necesario que se encuentre abastecido de agua, para que cumpla sus funciones fisiológicas normalmente. Por lo anterior es conveniente que el lugar donde se establezca el aguacate haya disponibilidad de agua ya sea de precipitación o de riego durante todo el año.

El aguacate requiere de un régimen pluvial perfectamente definido; lluvias regulares en verano y otoño y sequía relativa en invierno y primavera, con un mínimo anual de 1000 mm.

El aguacate es muy sensible al exceso de humedad en el suelo debido a que su sistema radicular posee pocos pelos absorbentes y realiza la absorción de agua y nutrientes principalmente por las puntas de las ramificaciones radiculares. El exceso de agua provoca una rápida asfi-

nía radicular y favorece la proliferación de hongos. Por lo tanto los terrenos deben de estar perfectamente drenados. La precipitación en forma de granizo, dependiendo del tamaño, duración y fuerza, pueden causar daños físicos severos en las hojas, flores y frutos con la fuerza de su caída.

#### **1.4.3. Humedad Relativa.**

Un porcentaje de humedad relativa óptima, depende de múltiples factores como: la especie vegetativa, estado físico de la misma, edad de la planta y humedad del suelo.

Alto porcentaje de humedad relativa hace difícil la evapotranspiración, la planta crece débil, hay alta probabilidad de enfermedades y daños fisiológicos, aunque es una condición favorable para transplantar.

Bajo porcentaje de humedad relativa produce evapotranspiración excesiva y como consecuencia un marchitamiento de las hojas, hay mayor resistencia a las enfermedades, pero la polinización es difícil.

Se considera una humedad ambiental óptima aquella que no supera el 60%.

#### **1.4.4. Vientos.**

La renovación del aire está asegurada por la predominancia de los vientos, ya que evita un estancamiento de la humedad relativa que favorece enfermedades criptógamas. Disminuye el riesgo de heladas y favorece la polinización.

Los vientos se determinan según su incidencia como desecantes o fríos, si son violentos pueden trastornar la floración y fructificación, trayendo problemas de ruptura de ramas y de plantas jóvenes. Se detectan los vientos dominantes y para tratar de evitar los daños que provocan, se orienta la plantación en dirección a ellos, favoreciendo así una circulación del aire. También se planifica en base a esto las posibles protecciones con cortinas rompevientos.

#### **1.4.5. Insolación.**

La luz tiene gran importancia ya que determina la cantidad y calidad de los frutos, influye en la fecundación de las flores, así como en el aroma y el color de frutos y hojas.

La insolación influye en la alimentación y transpiración del árbol.

En la época de frío la luz se transforma en calor y suple la falta de éste. Cuanto más intensa es la luz mejor se desarrolla la planta y será menos susceptible a las enfermedades, un árbol en la sombra da ramas delgadas y largas, da flores pero no frutos.

En las regiones más soleadas, la fructificación es más intensa, una adecuada cantidad de radiación unida a una higrometría semiseca acentúa la coloración de frutos y hojas.



## 1.5. Factores físicos.

### 1.5.1. Altitud

La altitud óptima para el cultivo del aguacate oscila entre las cotas de 500 m.s.n.m. hasta los 2300 m.s.n.m., esto varía dependiendo de la variedad de aguacate de que se trate.

<b>Variedad de aguacate</b>	<b>altitud</b>
Antillana	de 500 m.s.n.m.
Guatemalteca	de 500 a 1000 m.s.n.m.
Mexicana	de 1500 a 2000 m.s.n.m.

Esta altitud se ve modificada por la latitud

### 1.5.2. Latitud

Son propicias para el cultivo del aguacate todas las zonas que satisfagan las condiciones climáticas, de suelo, altitud, etc. y en México principalmente sobre la Cordillera Neovolcánica a los 19° en una faja de 21 km. de ancho.

### 1.5.3. Suelo

Al igual que las necesidades climáticas, el aguacate requiere condiciones específicas de suelo para que su cultivo sea económicamente redituable.

La textura del suelo, proporción de arcilla, limos y arena, determina sus principales características físicas. Los mejores suelos para el aguacate son los de textura media y profundos, como los arcilloarenosos o de migajón franco. Los suelos muy pesados (mayor proporción de arcilla) tienen gran capacidad de campo (retención de agua) y se encharcan periódicamente; sin una cantidad de materia orgánica de 3 a 5% provoca problemas de aireación y drenaje del agua. Los suelos muy livianos (mayor proporción de arena) tienen muy baja capacidad de campo, se pierde mucha agua por percolación y la aireación puede resultar excesiva.

Los suelos medios y profundos en cambio, garantizan el desarrollo radicular del aguacate; cuanto más profundo el suelo mejor será este desarrollo, siendo necesario evitar los de subsuelo rocoso y muy arcilloso. El contenido óptimo de materia orgánica para el cultivo del aguacate es de 2.5. a 5% para una buena estructura (unidades del suelo, agregados estables), que permitan la porosidad y, consecuentemente, las proporciones adecuadas de aire y agua en el perfil, además de un drenaje suficiente.

El suelo para el cultivo del aguacate debe reunir ciertas características respecto a la humedad, salinidad y pH.

Las condiciones del suelo para el desarrollo del aguacate son:

- Topografía: ligeramente accidentada.
- Profundidad mínima 95 cm.: la capa freática no debe formar reservorios acuosos.
- Textura: suelos francos o migajones arcilloarenosos.
- Estructura: ligera.
- Drenaje vertical: bueno.
- Drenaje horizontal: rápido y sin humedad estática.
- pH baja acidez de 5.5. a 6.5.
- Nutrientes: suelos con materia orgánica de 2.5 a 5% ricos en ácido fosfórico y potasa.
- Salinidad: muy escasa.

El cultivo del aguacate puede verse limitado principalmente, por tres factores: humedad excesiva del suelo, salinidad y un pH alcalino.

1. HUMEDAD. El aguacate es extremadamente sensible a la humedad en contacto directo con sus raíces, un exceso de agua puede provocar la asfixia de las mismas, además presenta gran susceptibilidad a las enfermedades fungosas, que ocasionan la muerte del árbol. Por ello, antes de realizar una plantación es conveniente asegurarse de que los suelos tengan un buen drenaje.

2. SALINIDAD. Los cloruros, particularmente de sodio y magnesio, causan daños que se manifiestan en quemaduras en las puntas y bordes de las hojas y defoliaciones intensas, por ello es recomendable la ausencia de sales, tanto en el suelo como en el agua de riego.

La tolerancia a la salinidad es mayor para la variedad Antillana, intermedia para la variedad Guatemalteca y menor para la Mexicana.

3. pH. El rango de acidez óptimo para el desarrollo de la planta es el comprendido entre 5.5. y 6.5., esta baja acidez posibilita una buena absorción de los principales nutrientes. Se cultiva a veces en suelos con un pH 8 (alcalino, que indica la presencia de caliza), lo cual activa la aparición de numerosas carencias foliares, además de que produce la disminución de la absorción de Hierro (Fe), por encima de un pH 7. En suelos muy ácidos (por debajo de un pH 5.5), comienzan los efectos tóxicos del aluminio (Al), el cual es fácilmente absorbido.

#### **1.6. Producción, Consumo y Comercialización.**

Este frutal se encuentra en casi toda la República Mexicana. Este cultivo como actividad comercial es practicado en 16 Edos. de la República siendo los 5 principales con mas de 10,000 tn en 1996: Mich., Nay., Mor., Méx., Pue. (cuadro 2).

Cuadro 2

**Producción Nacional de Aguacate, 1990, 1996.  
Producción (Tn)**

Estado	1990	1996
Aguascalientes	64	30
Baja California	21	168
Baja California Sur	890	1 120
Campeche	251	601
Coahuila	0	22
Colima	469	738
Chiapas	33 080	3 087
Durango	1 702	1 941
Guanajuato	2 813	1 877
Guerrero	12 951	5 967
Hidalgo	625	1 904
Jalisco	6 769	6 535
México	11 181	15 582
Michoacán	523 483	705 848
Morelos	19 570	19 755
Nayarit	17 040	22 767
Nuevo León	0	4 138
Oaxaca	15 404	7 704
Puebla	15 709	12 589
Querétaro	864	520
Quintana Roo	97	88
San Luis Potosí	407	889
Sinaloa	10 463	6 399
Sonora	80	7
Tabasco	0	1 072
Tamaulipas	368	2 202
Veracruz	1 388	4 562
Yucatán	7 507	9 019
Zacatecas	1 105	656
Total Nacional	686 301	837 787

Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 1990. SARH y 1996 SAGAR.

La producción nacional del aguacate, se ha incrementado notoriamente en un período de 7 años, de 473,156 toneladas en 1989 a 837,787 en 1996, lo que representa un incremento de 56.47%. (gráfica 1).

México fue el principal productor de aguacate en el mundo con 740 mil toneladas anuales en promedio durante el período 1990-1993<sup>4</sup>. Además de México sólo tres países producen más de 100 mil toneladas anuales: EUA, Rep. Dominicana y Brasil; EUA y Rep. Dominicana son importadores y exportadores así como también lo son Sudáfrica, Israel y Chile.

Los volúmenes mayores se cosechan, a nivel nacional de octubre a enero y los menores de julio a septiembre, sin embargo en la mayor parte del país se comercializan y consumen aguacates durante todo el año. Junto con la Rep. Dominicana, México se sitúa en el primer lugar también en el consumo per cápita a nivel mundial, estimándose éste alrededor de 8 kg/año, ningún otro país se acerca siquiera a la mitad de este consumo interno, aunque la popularidad mundial de este fruto va en notable aumento en los países desarrollados.

Los embarques mexicanos tienen como principales destinos: Francia, EUA, Canadá y Japón que en su conjunto representan cerca del 98,5% del total exportado en 1993.

Francia es el principal importador del mundo y el principal mercado, al que se le envía el 64% del total exportado por México en 1993, un 60% se compra en el lapso comprendido entre el 1o. de diciembre y el 31 de enero.

EUA es el segundo importador del mundo y también el segundo destino de las exportaciones mexicanas, pero no para consumo interno, debido a una vieja limitación sanitaria que se ha convertido en una barrera no arancelaria (gusano barrenador del hueso). Buena parte de las exportaciones que la estadística oficial mexicana registra hacia E.U.A. (3 122 toneladas en 1993) van en realidad a Japón, que prefiere adquirir los productos mexicanos a través de intermediarios que hacerlo directamente desde México.

Conforme a lo negociado en el Tratado de Libre Comercio (TLC), los E.U.A. abatirán gradualmente su actual arancel de 13.2 cts./kg en un plazo de 10 años. Actualmente los principales abastecedores del mercado norteamericano son Chile (57%) y Rep. Dominicana (31%); tomando en cuenta que los norteamericanos son productores, exportadores e importadores a la vez, su consumo per cápita se estima en 1.1. kg. anuales.

También se están realizando algunas exportaciones de pasta de aguacate con excelentes resultados, pues según las estadísticas norteamericanas, las compras a México han pasado de 3.9 millones de dólares en el período de 1989-1990, a 13.2 millones de 1992-1993 (238% de incremento).

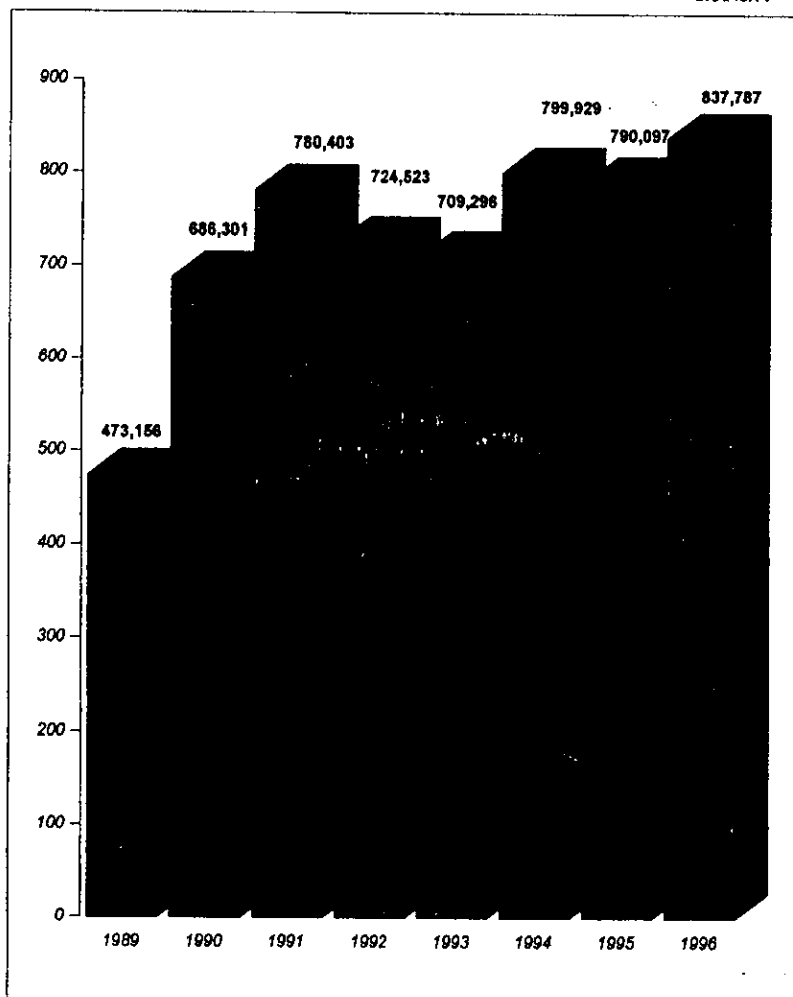
El Reino Unido es el tercer importador mundial, se provee fundamentalmente de Sudáfrica, Israel y España y en mucho menor volumen de Kenia y México.

Canadá es uno de los mercados de mayor crecimiento y ya constituye el tercer destino de la exportación mexicana con un poco más de mil toneladas en 1993, si bien es cierto que durante este año las exportaciones cayeron en un 63% con respecto a 1992 cuando se exportaron

4. CICTAMEX. "Curso de actualización frutícola". *La fruticultura y sus perspectivas para el siglo XXI*. Castepec Harinas 1994. p. 58-68.

# PRODUCCION NACIONAL DE AGUACATE

GRAFICA 1



FUENTE: Sistema Nacional de Información Agropecuaria. SAGAR

2,745 toneladas. Las exportaciones casi siempre se hacen de diciembre a mayo, cruzando territorio norteamericano en contenedores sellados para respetar la prohibición sanitaria existente. Sin embargo, después del veto de 80 años al fruto impuesto por E.U. a México, se ha vuelto abrir el mercado del aguacate. De noviembre de 1997 a febrero de 1998 se han exportado 4,500 toneladas de aguacate michoacano a E.U., dicho producto está teniendo gran aceptación en ese país, incluso mejor demanda que el producto llevado desde Chile y del propio californiano.<sup>5</sup>

Hasta ahora una característica común de las exportaciones mexicanas hacia sus principales mercados ha sido su relativo bajo precio que le otorga un importante factor de competitividad.

Aunque las exportaciones de México parecerían ser suficientemente satisfactorias, a nuestro país se le considera como un proveedor alternativo para cubrir la oferta no satisfecha que pudiera dejar Israel y Sudáfrica hacia los países de la Comunidad Económica Europea (CEE).

Entre los principales países exportadores de aguacate a nivel mundial se encuentra Israel, Sudáfrica y España, los cuales aportan cerca del 90% de dichas exportaciones<sup>6</sup>. No obstante aunque México es el primer país productor, exporta sólo 2% en promedio de su producción anual<sup>7</sup>. Diversos factores han limitado la exportación de aguacate por parte de nuestro país; sin embargo la dificultad de mantener una calidad en el mercado no sólo en términos de apariencia; sino en cuanto a la calidad con fines de conservación y resistencia al transporte, además de la carencia de una infraestructura post-cosecha adecuada para la comercialización de este frutal.

Es conocido que la refrigeración constituye el principal método para la conservación y transporte de productos frutícolas en estado fresco, sin embargo, su aplicación por tiempos prolongados se ve limitada por daños por frío, cuya incidencia y severidad para cada especie, está en función de la relación temperatura y tiempo de exposición. En este sentido, se ha señalado que con fines de comercialización los frutos de aguacate puede almacenarse a 5°C por 3 a 4 semanas, después de dicho período de tiempo se presentan daños por fríos caracterizados por: maduración anormal, desarrollo de sabores y aromas desagradables, pardeamiento de la pulpa, manchado de la piel entre otros<sup>8</sup>.

Entre los estados que forman parte de la "FAJA AGUACATERA DE LA REPUBLICA MEXICANA" se encuentran: Michoacán, México y una pequeña porción de Jalisco, que se ubica a lo largo del Sistema Neovolcánico, siendo definido por las cotas a 1500 y 2200 m.s.n.m.

Son diez los municipios del Estado de México que se encuentran dentro de esta faja, encontrándose dentro de éstos el municipio de Coatepec Harinas.

La producción de aguacate en el Estado de México se incrementó de 1986 a 1991 aunque sufrió una baja en la producción entre 1987 y 1988 y otra entre 1991 y 1994. Se aprecia una ligera recuperación en 1995 con respecto a 1994 (cuadro 3).

5 EXCELSIOR. (Febrero 8 de 1998) p. 34.A

6. United Nations Food and Agriculture Organization 1987. *FAO production yearbook*. Vol. 40 FAO/Rome 72p.

7. En el lapso de 1990-1993.

8. De la Plaza P.J.L. 1987 *Daño por frío en el aguacate*. Fruticultura Profesional. No. 10 p. 62-63.

---

### Cuadro 3

#### Datos sobre el aguacate en el Estado de México

Año	Producción en toneladas	Valor de la producción (miles de pesos)
1986	20,234	5 470 712
1987	19,442	6 919 462
1988	17,691	16 310 600
1989	21,500	34 235 300
1991	21,359	36 069 910
1992	18,920	
1993	17,222	N\$ 22 028
1994	13,382	N\$ 10 839
1995	13,936	14 344

---

Fuente: Información Agrícola del Edo. de Méx. 1986-1989. SARH, y Anuario Estadístico del Edo. de Méx. 1991-1994. INEGI.

Las variedades más cultivadas en el país son el Hass, Fuerte y otras conocidas como criollas. Para el Edo. de Méx., la variedad predominante es el Hass (origen guatemalteco-mexicano) y Fuerte (origen guatemalteco)<sup>9</sup>.

El Edo. de Méx., se encuentra integrado por 121 municipios, dividido en 8 distritos o regiones, de las cuales destacan 3 por su volumen de producción de aguacate; la principal es la región VI Coatepec Harinas donde se encuentra el municipio que le da el nombre, integrada por otros once municipios que forman la región, el segundo lugar lo tiene la región IV Tejupilco y el tercer lugar la región VII Valle de Bravo.

Tres de las regiones no producen aguacate: la región II. Zumpango, V. Atlacomulco y VIII. Jilotepec; las otras dos regiones, I. Toluca y III. Texcoco, presentan cifras de producción poco representativas. (cuadro 4).

---

<sup>9</sup> Rodríguez Suppo Florencio. Op. cit. p. 10.

**Cuadro 4**

**Producción de aguacate por región en el Estado de México 1986-1989**

Región I		Producción (Tons)		
Toluca	1986	1987	1988	1989
	1 056	910	1 300	300
Región II		NO HAY		
Zumpango				
Región III		Producción (Ton)		
Texcoco	1986	1987	1988	1989
	0	0	0	2 565
Región IV		Producción (Ton)		
Tejupilco	1986	1987	1988	1989
	3 125	2 394	3 735	2 448
Región V		NO HAY		
Atlacomulco				
Región VI	1986	1987	1988	1989
Coatepec Harinas	14 975	14 543	11 306	14 288
Región VII		Producción (Ton)		
Valle de Bravo	1986	1987	1988	1989
	1 078	1 595	1 350	1 476
Región VIII		NO HAY		
Jilotepec				

Fuente: Información Agrícola del Edo. de Méx., 1986-1989. SARH.

La producción del aguacate del municipio de Coatepec Harinas fue en 1987 de 3000 toneladas lo que representa un 20.6% de la producción de la región y un 15.4% de la producción estatal, en 1989 la producción disminuyó a 2600 toneladas lo que representa un 18.2% de la región y un 12.3% del estado (cuadro 5). Esto se debe a que en el municipio se están introduciendo variedades nuevas de aguacate que a largo plazo (8 años) van a ser redituables para el fruticultor, debido a que los árboles se pueden sembrar más juntos, con un espaciamiento de 5



x 5 mts. para la variedad Colín V-33 y 4 x 4 mts. para la variedad Rincoatl, por ser árboles de poca altura; de manera que en una superficie de 1 Ha. puede haber 400 y 625 árboles en promedio para cada variedad respectivamente, con un promedio de producción de 20 a 40 kg. por árbol al año, a diferencia de las variedades Hass y Fuerte que requieren de un espaciamiento de 10 x 10 mts. por lo que en una superficie de 1 Ha. puede haber 100 árboles con un promedio de producción de 100 kg. al año por árbol, es decir que las plantaciones de porte bajo reditúan más del 100% de lo invertido, también se detecta que el costo unitario por concepto de gastos de adquisición de plantas, insumos y equipo se reduce a medida que los huertos entran en producción (de 8 a 10 años).

**Cuadro 5**

**Serie histórica de la evolución de la producción de aguacate en el municipio de Coatepec Harinas, Méx.**

Año	Producción de Toneladas al año
1987	3000
1988	3300
1989	2600
1990	2400
1991	2400
1992	2600 (estimadas hasta septiembre)

Fuente: Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. CICTAMEX.

**1.6.1. Origen del Aguacate Colín V-33**

El aguacate de "porte bajo" designado Colín V-33, tuvo su origen a partir de 12 plantas de la variedad "Fuerte" introducida a Ajijic, Jal., a la huerta de "Las Ánimas" en el municipio de Ixtapan de la Sal, Méx. en 1957. En 1969 las plantaciones de Colín V-33 fueron trasladadas al Rancho de "La Cruz", en el municipio de Coatepec Harinas, Méx., ya que esta región cuenta con muy buenos suelos para la fruticultura y floricultura.

Es denominada Colín V-33 por el autor de este trabajo (Salvador Sánchez Colín) y porque se encuentra registrada esta variedad con el expediente No. 33 en el registro de la Dirección General de Agricultura de México en 1980 con el número AGE 001-40280 obtenido por selección de la variedad "Fuerte". A continuación se mencionan algunas características del Colín V-

33 que se coloca por encima de otras variedades comerciales. El fruto es tipo "fuerte" de 15 cm. de largo, peso promedio 350 grs, piriforme (forma de pera), epidermis verde brillante y gruesa, superficie ligeramente rugosa, la cáscara se desprende con suma facilidad; pulpa color verdoso pegado a la cáscara y blanquecina hacia el centro, libre de fibra, textura de mantequilla, semilla pequeña con peso promedio de 50 grs. cónica, adherido completamente a la pulpa, período de floración de octubre a diciembre, temporada de cosecha de noviembre a enero.

En el cuadro 6 se muestra una comparación de las características del Colón V-33 con otras dos variedades comerciales, en donde se puede apreciar que las tres variedades se equiparan en sus componentes. Sin embargo, hay que destacar que el Colón V-33 es más pesado y tiene más proteína que el Fuerte y el Hass.

**Cuadro 6**

**AGUACATES HIBRIDOS  
(COMPONENTES POR CIENTO)**

Concepto	FUERTE	HASS	COLIN V-33
Peso medio grs.	306.90	250.00	350.00
Humedad	63.80	67.40	68.80
Proteínas	2.10	2.85	3.04
Grasas	19.30	15.10	12.20
Carbohidratos	4.00	5.42	5.20
Minerales	2.70	2.03	1.06
Fibra cruda	8.10	7.20	8.70
Pulpa	79.23	79.20	78.70

Fuente: CICTAMEX elaborado con los datos del folleto COLIN V-33. Una nueva variedad de Aguacate en México. Salvador Sánchez Colón. SAIMEX 1980.

**1.6.2. Creación y objetivo de CICTAMEX.**

En 1982 se crea el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. CICTAMEX, surge con huertas experimentales e infraestructura aportada por fruticultores particulares, correspondiendo al gobierno el pago de sueldos y salarios del personal.

Actualmente este centro se encuentra organizado en cuatro áreas de investigación, siendo estas: a) Edafología, b) Fitotécnia, c) Parasitología y d) Agroindustria. Asimismo tiene un programa de capacitación y divulgación, que publica mensualmente artículos de interés práctico para los fruticultores y brinda asistencia técnica y promueve la realización de cursos y la participación en congresos internacionales.

## 1.7 Superficie cultivada

En la zona sur del Edo. de Méx., el cultivo del aguacate ocupa 2967.5 ha. cuyos principales municipios productores pertenecen a los distritos de desarrollo rural de Coatepec Harinas y de Valle de Bravo.

El cultivo del aguacate en el Edo. de Méx., ha disminuido en los últimos años de 3873 ha. en 1987 a 2967 ha. para 1994.

En el municipio de Coatepec Harinas, se ubica la mayor superficie destinada al cultivo del aguacate dentro del distrito o región del mismo nombre, con una superficie total de 516 ha., de las cuales 458 ha. son de riego y 58 ha. de temporal ( cuadro 7).

**Cuadro 7**

### Cultivo de aguacate por municipio en el distrito de desarrollo rural No. 6 Coatepec Harinas

MUNICIPIO	SUPERFICIE EN Ha. POR AÑO					
	1990		1991		1992	
	R	T	R	T	R	T
Texcaltitlán	32	8	32	8	32	8
Tenancingo	-	-	136	30	173	76
Zumpahuacán	-	-	-	-	-	-
Coatepec Harinas	458	58	458	58	458	58
Ocuilán	-	26	-	26	-	15
Sultepec	-	-	-	-	-	10
Zacualpan	-	4	-	4	-	4
Malinalco	31	-	31	-	37	-
Almoloya de						
Alquisiras	272	115	272	115	285	125
Villa Gro.	292	81	292	81	225	40
Ixtapan de						
la Sal	12	-	12	-	10	-
Tonatico	-	-	-	-	-	20
TOTAL	1097	292	1233	322	1220	356
	R. Riego	T. Temporal				

Fuente: SARH. Delegación en el Estado de México.

La zona aguacatera del municipio de Coatepec Harinas, comprendía en 1989 <sup>10</sup>, 32 huertas de aguacate distribuidas por orden de superficie de la siguiente manera: 4 huertas de 20 ha., 8 entre 10 y 20 ha., 6 entre 5 y 10 ha., 4 entre 2 y 5 ha., y 10 con menos de 2 ha., situación que se ha transformado en forma decreciente en los últimos años. Sólo 11 huertas son consideradas las más representativas a nivel comercial. (cuadro 8)

**Cuadro 8**

**Características y localización de las huertas de aguacate en el municipio de Coatepec Harinas, Méx.**

HUERTA	* LOCALIZACION	SUPERFICIE (Ha.)	SISTEMA DE CULTIVO	EDAD (AÑOS)
El Salto	Tecolotepec (R)	100	Riego	10
La Cruz	Zacanguillo (B)	20	Riego	20
Los Cocuyos	Acuitlapilco (P)	18	Riego	29
El Volcán	Zacanguillo (B)	10	Riego	23
Zacanguillo	Zacanguillo (B)	8	Temporal	5-10
Josmac	Cochisquila (R)	6	Temporal	18
La Cofradía	Anasco (B)	5.5	Riego	35
Internacional	El Potrero (R)	5	Riego	10
Patricia	Cochisquila (R)	4.5	Riego	5
Rancho Viejo	Intlahuaca de V. (P)	3	Riego	5
El Mirador	Acuitlapilco (P)	2	Temporal	23
		182 Ha.		

Fuente: Fundación Salvador Sánchez Colín. CICTAMEX Memoria de 1993. p. 77

\* La ubicación de las localidades aparecen en el mapa 3

(B) Barrios pertenecientes a la cabecera municipal

(P) Pueblos

(R) Rancherías

<sup>10</sup> López L.L. 1989. Censo Frutícola Regional. En Memoria CIC-FRUTICOLA CICTAMEX.

## 2. MARCO GEOGRAFICO

### 2.1 Situación Geográfica

El municipio de Coatepec Harinas se encuentra dentro del Edo. de México, el cual se ubica en la porción central de la República Mexicana. Se localiza hacia el extremo sur de la porción occidental del estado, casi en los límites con el estado de Guerrero. Está dentro de las coordenadas de los paralelos 19°40' y 18°48' latitud norte y 99°53' y 99°43'30" de longitud oeste, con una altitud que varía entre los 3200 m.s.n.m. y los 1800 m.s.n.m. (mapa 1).

Coatepec Harinas está ubicado en las estribaciones meridionales de la falda del Xinantécatl o Nevado de Toluca, a una distancia aproximada de la capital del estado de 85 km., yendo por la carretera a Ixtapan de la Sal. Forma parte de la región VI dentro del estado (mapa 2).

La región está compuesta por 12 municipios los cuales son los siguientes por orden de importancia en cuanto a extensión: Sultepec, Ocuilan, Zacualpan, Coatepec Harinas, Villa Guerrero, Zumpahuacán, Malinalco, Tenancingo, Texcaltitlán, Almoloya de Alquisiras, Ixtapan de la Sal y Tonalico.

La cabecera municipal está situada a los 18°57'54" de latitud norte y a los 99°46'38" de longitud oeste y con una altitud de 2 260 m.s.n.m. en el centro de una depresión.

### 2.2 Extensión territorial y límites.

La extensión del municipio es de 280.53 km<sup>2</sup> que representa el 1.2% de la extensión del estado y el 10.36% de la superficie de la región VI, ocupa el cuarto lugar en extensión dentro de la región. Limita al norte con Zinacantepec, al noreste y este con Villa Guerrero, al sureste con Ixtapan de la Sal; al sur con Zacualpan; al suroeste con Almoloya de Alquisiras; al oeste con Texcaltitlán y al noroeste con Temascaltepec. (mapa 3)

### 2.3 Geología y Geomorfología

#### 2.3.1 Geología

Los terrenos del municipio de Coatepec Harinas, por pertenecer al Xinantécatl (Nevado de Toluca), el cual se localiza en sierra denominada Cumbres Occidentales, perteneciente a la Cordillera Neovolcánica, poseen formaciones rocosas que corresponden al llamado segundo periodo eruptivo, que es el momento en que las andesitas arrojadas provocan un aumento en el relieve del suelo y se origina la formación de nuevos macizos montañosos, de los cuales las elevaciones del norte son una buena muestra. En la tercera fase eruptiva se formaron los extensos malpaíses y las hileras de conos con cráteres que aparecen a los costados de las sierras y macizos volcánicos que se habían formado en las dos épocas anteriores. Gran parte de las sierras que se observan dentro del perímetro del municipio están constituidas por rocas efusivas de la

100°

99°

MAPA I

# SITUACION GEOGRAFICA



20°

20°

19°

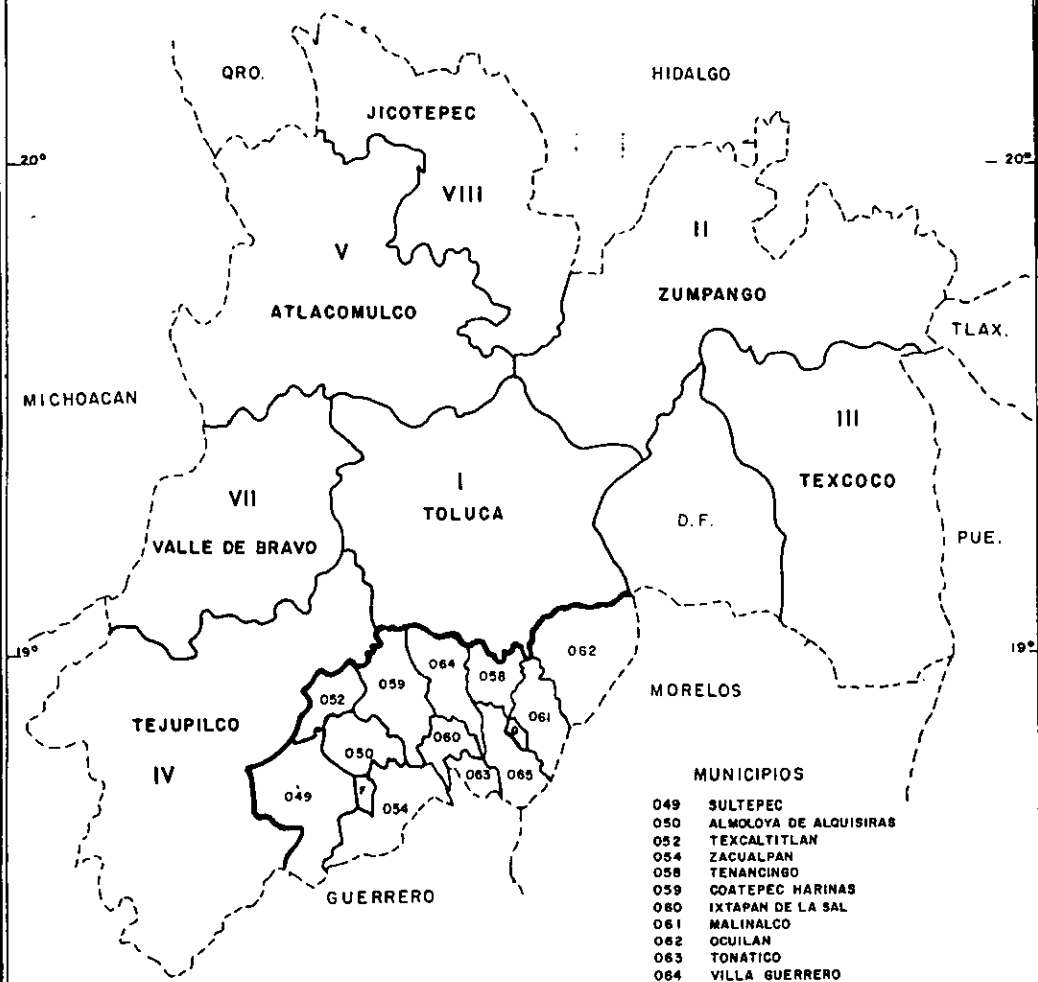
19°

0 10 20 30 40 60 Km

100°

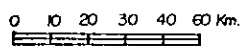
99°

DISTRITOS AGROPECUARIOS EN EL EDO. DE MEXICO  
(Regionalización única)



- MUNICIPIOS**
- 049 SULTEPEC
  - 050 ALMOLOYA DE ALQUISIRAS
  - 052 TEXCALTILAN
  - 054 ZACUALPAN
  - 058 TENANCIINGO
  - 059 COATEPEC HARINAS
  - 060 IXTAPAN DE LA SAL
  - 061 MALINALCO
  - 062 OCUILAN
  - 063 TONATICO
  - 064 VILLA GUERRERO
  - 065 ZUMPAHUACAN
- ISLAS MUNICIPALES**
- F "PEQUEÑA PROPIEDAD DE AQUIAPAN" (050)
  - G "SAN JOSE CHALMITA" (058)

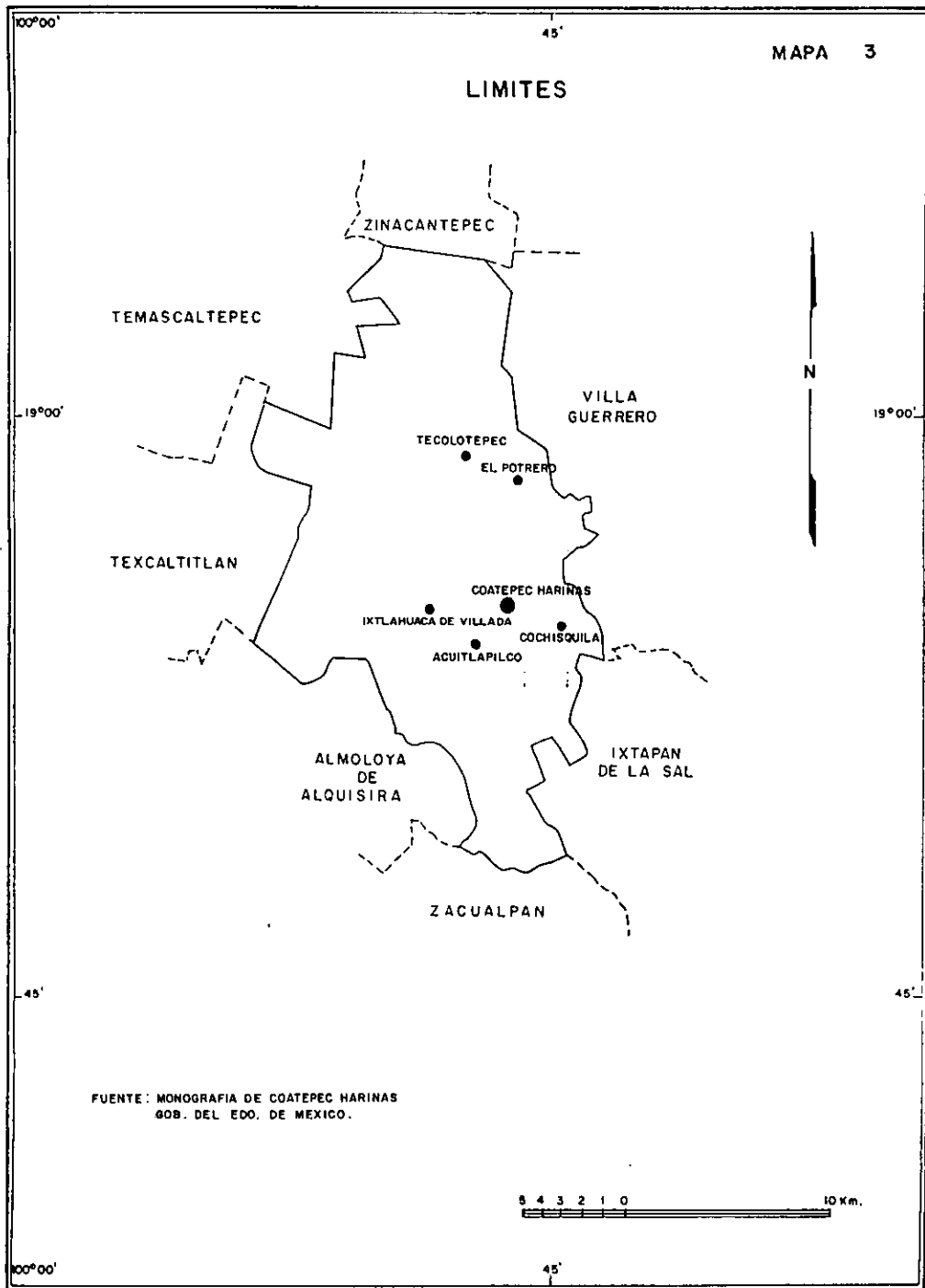
FUENTE: ATLAS DEL EDO. DE MEXICO



100°

99°

# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS





época terciaria y postterciaria, que tuvieron su origen en las dos últimas épocas de actividad volcánica en la región, según se desprende del análisis químico de su composición y de su estructura<sup>11</sup>.

Las rocas que predominan dentro del municipio son:<sup>12</sup>

**Extrusiva ácida:** Se caracteriza por ser de textura de grano fino, compuesta por cuarzo, feldspatos alcalinos y plagioclasas sódicas. Se localiza en una pequeña área del SW del municipio, abarcando las laderas del cerro de Huchuetzingo y una pequeñísima porción del extremo este y sur. Ocupa aproximadamente un 5% de la superficie del municipio. (mapa 4).

**Riolita.** Se caracteriza por el predominio de feldspatos alcalinos, cuarzo abundante y plagioclasas sódicas. Se ubica en una zona plana de la punta del extremo sureste del municipio, representando menos del 1% de la extensión del mismo.

**Extrusiva intermedia.** Presenta una textura de grano fino compuesta por feldspatos potásicos y plagioclasas sódicas; en ocasiones llega a presentar bajas cantidades de cuarzo. Se encuentra en una pequeña zona del extremo norte, en terrenos montañosos abarcando la zona donde se ubica el cerro Calotepec.

**Basalto.** Es una roca que presenta predominio de plagioclasa cálcica y existe presencia de ferromagnesianos. Se localiza en la zona semiplana en el extremo oeste, donde se ubica el cerro Picacho y abarca también parte del suroeste representando aproximadamente un 20% de la superficie del municipio.

**Toba.** Roca ígnea extrusiva formada de material volcánico suelto consolidado, la cual se convierte en roca sedimentaria de diferentes tamaños y composición mineralógica (ceniza volcánica, arenas, lapilli, bombas, etc.). Se localiza en pequeñas porciones del oeste y SW, y como también en la parte este donde se encuentran ubicados los cerros El Palmar y El espinal.

**Brecha Volcánica.** Es producto de las explosiones más violentas de una erupción volcánica, produce bloques angulosos por compactación y cementación. Morfológicamente se presentan en la porción centro-norte del municipio en la zona montañosa del sur del Nevado de Toluca, abarcando la zona donde se encuentra el cerro Gordo, ocupando este tipo de roca un 20% de la superficie del municipio.

**Arenisca conglomerado.** Son rocas clásticas de grano medio en el caso de la arenisca con abundancia de granos de arena y limos gruesos (0.05 mm a 2 mm) y en el caso del conglomerado constituido por grano grueso, formado por partículas de diversos tamaños llamados cantos rodados y guijarros (2 mm a más de 256 mm). Se encuentran en la porción central y sureste del municipio en las zonas planas, ocupando alrededor del 40% de la superficie, siendo la que más predomina.

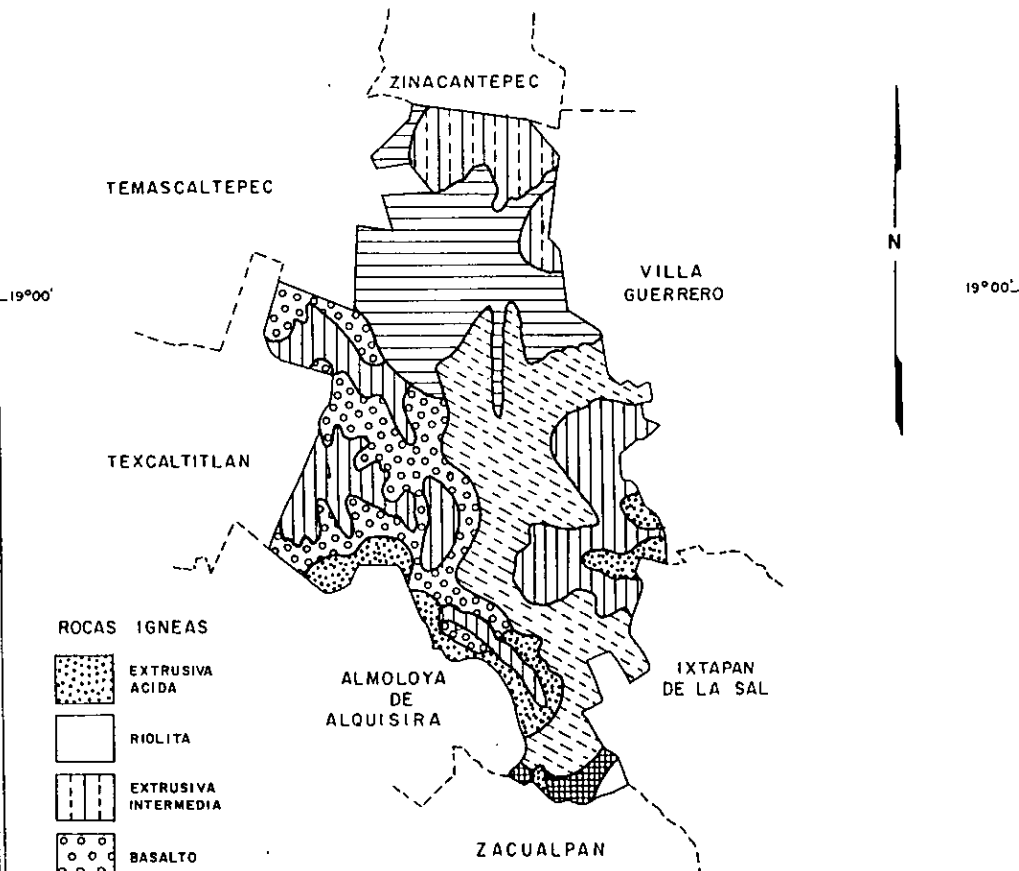
11. Gob. del Edo. de Méx. *Monografía de Coatepec Harinas* p.16

12. Gob del Edo. de Méx. *Atlas Geol. del Edo. de Méx.* Vol. II p.34

100°00'

45'

GEOLOGIA



ROCAS IGNEAS



EXTRUSIVA ACIDA



RIOLITA



EXTRUSIVA INTERMEDIA



BASALTO



TOBA



BRECHA VOLCANICA

ROCAS SEDIMENTARIAS



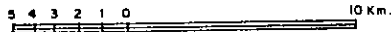
ARENISCA CONGLOMERADO

ROCAS METAMORFICAS



ESQUISTOS

FUENTE: INSTITUTO DE INFORMACION E INVESTIGACION GEOGRAFICA, ESTADISTICA Y CATASTRAL GOB. DEL EDO. DE MEXICO.



100°00'

45'

### 2.3.2 Geomorfología.

Orográficamente en el municipio de Coatepec Harinas se presentan 3 formas características del relieve; la primera corresponde a zonas accidentadas del relieve y abarca aproximadamente 50% de la superficie. La segunda corresponde a zonas semiplanas y abarca aproximadamente 30% de la superficie y la tercera corresponde a zonas planas y abarca aproximadamente 20% de la superficie.

Las zonas accidentadas, se localizan en la parte norte del municipio, están formadas por terrenos montañosos, porción final del Nevado de Toluca en donde predominan dos elevaciones importantes, el Cerro de Calotepec a 3 050 m.s.n.m. y el cerro Gordo a 3 000 m.s.n.m. (mapa 5)

Las zonas semiplanas se localizan en la porción oeste del municipio, en donde ubican los centros de población Chiltepec de Hidalgo, Las Vueltas y Las Mesas, en el extremo oeste del municipio se localiza el cerro Picacho a 2 600 m.s.n.m.

Las zonas planas, se localizan en el este y sureste. Están formadas por la región agrícola de Coatepec Harinas que van en dirección noroeste al sureste del municipio. Entre las elevaciones importantes que se localizan en el extremo este se encuentran el cerro El Pulmar a 2 100 m.s.n.m. y el cerro El Espinal de menor importancia.

En el extremo sur del municipio se encuentran otras elevaciones como son el cerro de Huehuetzingo y el cerro de La Catarina.

Las altitudes entre las cuales se encuentra el municipio van desde los 3 500 m.s.n.m., en la porción norte (partes bajas del Nevado de Toluca) a los 1700 m.s.n.m. en el extremo sur del municipio (mapa 6).

### 2.4 Hidrología.

Coatepec Harinas está comprendido en la región hidrológica No. 18 según la SARH, correspondiente a la cuenca del Río Balsas. (mapa 7)

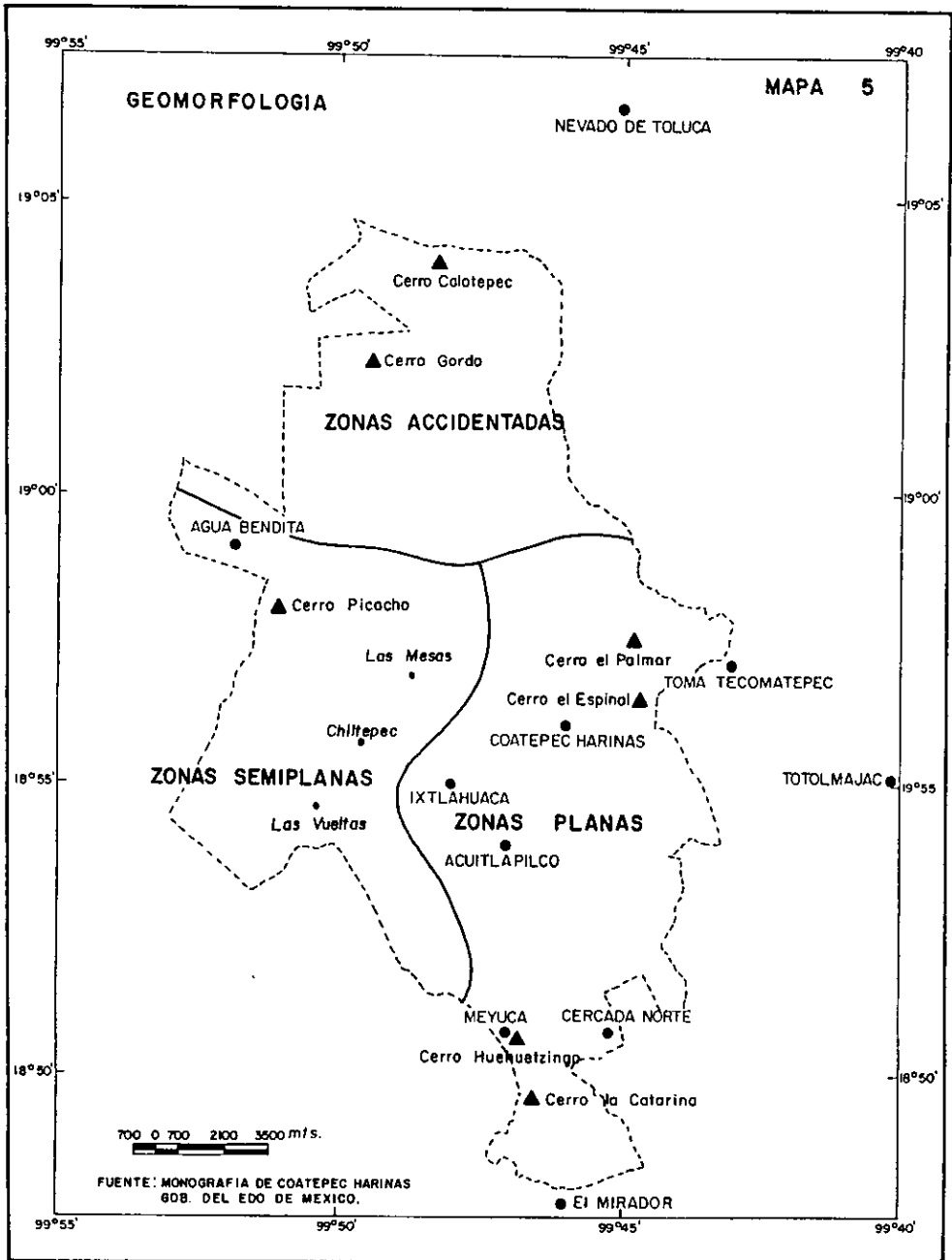
Existe un río de cauce permanente denominado Las Flores o Malinaltenango, perteneciente al Río Grande Amacuzac (subcuenca del río Balsas), el cual se forma en las faldas del Nevado de Toluca corre en dirección noroeste-sureste, el cual desemboca en la barranca de Malinaltenango y se une con los ríos del estado de Guerrero.

Según datos del Sistema Estatal de Información, en el municipio existen 33 arroyos intermitentes<sup>13</sup> y algunos ríos de temporada de lluvias, destacando los siguientes:

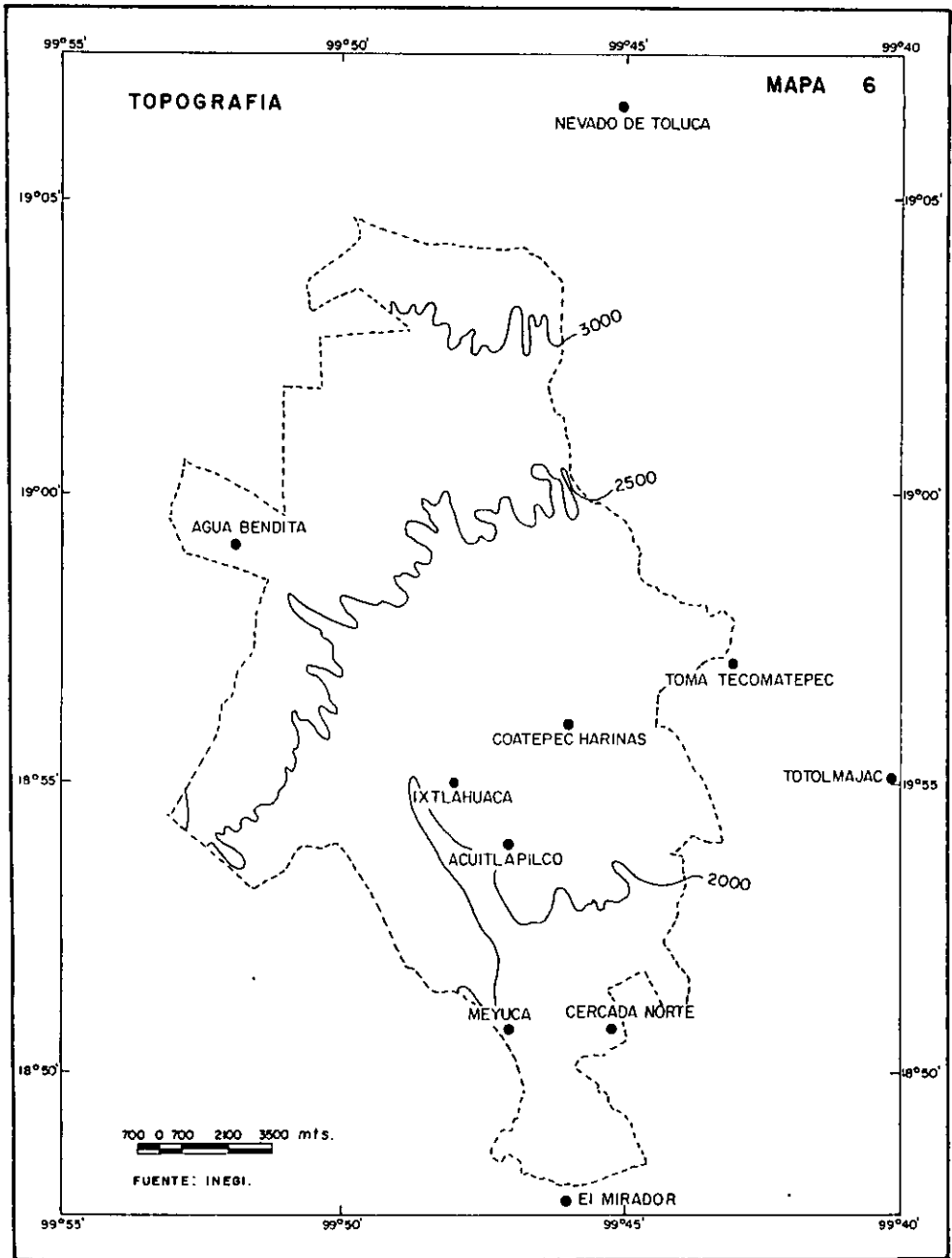
---

13. En 1986.

# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS



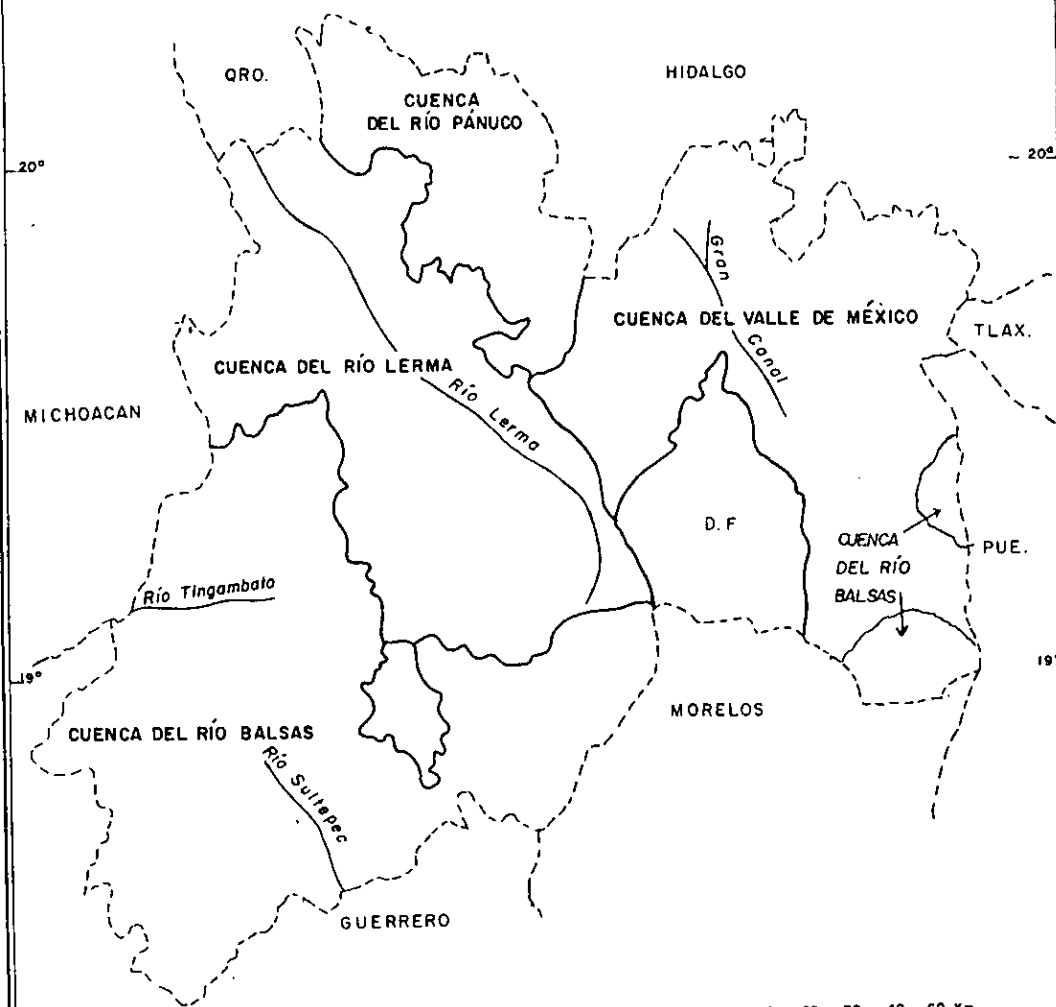
# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS



100°

99°

### REGIONES HIDROGRAFICAS (cuencas)



FUENTE: ATLAS GENERAL DEL EDO. DE MEXICO. VOL. II

100°

99°

- |                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| 1. El Jabalf             | 12. El Salto          |
| 2. Agua Blanca           | 13. Las Flores        |
| 3. Nava                  | 14. La Colmena        |
| 4. La Tortuga            | 15. El Tanque         |
| 5. El Chiquihuitero      | 16. El Xaloxto        |
| 6. Sabanillas            | 17. El Molino         |
| 7. Culebrillas           | 18. La Fragua         |
| 8. Tecolotepec           | 19. Tlapala           |
| 9. El Potrero            | 20. El Calicanto      |
| 10. Salto La Providencia | 21. Meyuca            |
| 11. Chiltepec            | 22. Almoloya (mapa 8) |

Además el municipio cuenta con 19 manantiales y con un río subterráneo, localizado en el cerro de Agua Amarga.

### 2.5 Edafología.

El sistema de clasificación empleado fue el de la leyenda del mapa mundial de suelos de la FAO/UNESCO (1988), con lo cual se actualizó la información, ya que los mapas de INEGI y del Colegio de postgraduados de Chapingo habían considerado la leyenda de 1979.

De las propiedades físicas del suelo para el cultivo del aguacate sobresalen como importantes la textura y la profundidad, dada la susceptibilidad del cultivo al exceso de humedad y a la falta de aereación radicular en suelos pesados.

De acuerdo a lo expresado se recomiendan suelos con profundidades mayores de 100 cm y de texturas gruesas o medias como aptos para el cultivo del aguacate. A los suelos con profundidades mayores de 50 cm pero inferiores de 100 cm se les denominó como ligeramente limitantes, ya que con labores de subsuelo <sup>14</sup>, apertura de cepas grandes y plantaciones de variedades de porte bajo, pueden superar tales limitantes.

A continuación se hace una breve descripción de las características tanto físicas como químicas que predominan en cada unidad de suelo, dentro de Coatepec Harinas <sup>15</sup>, posteriormente y de acuerdo a la descripción inicial, se hace una evaluación de factibilidad para el cultivo del aguacate, así como algunas recomendaciones de manejo del suelo para cuando se tienen limitantes superables o corregibles <sup>16</sup>. (mapa 9).

**Andosol.** Se deriva de cenizas volcánicas, con baja densidad aparente y alta capacidad de fijación de fósforo de retención de humedad, así como buena permeabilidad, son de alto con-

14. Subsuelo. Consiste en remover el suelo por debajo de la capa arable, o roturar a bastante profundidad, sin voltear la tierra.

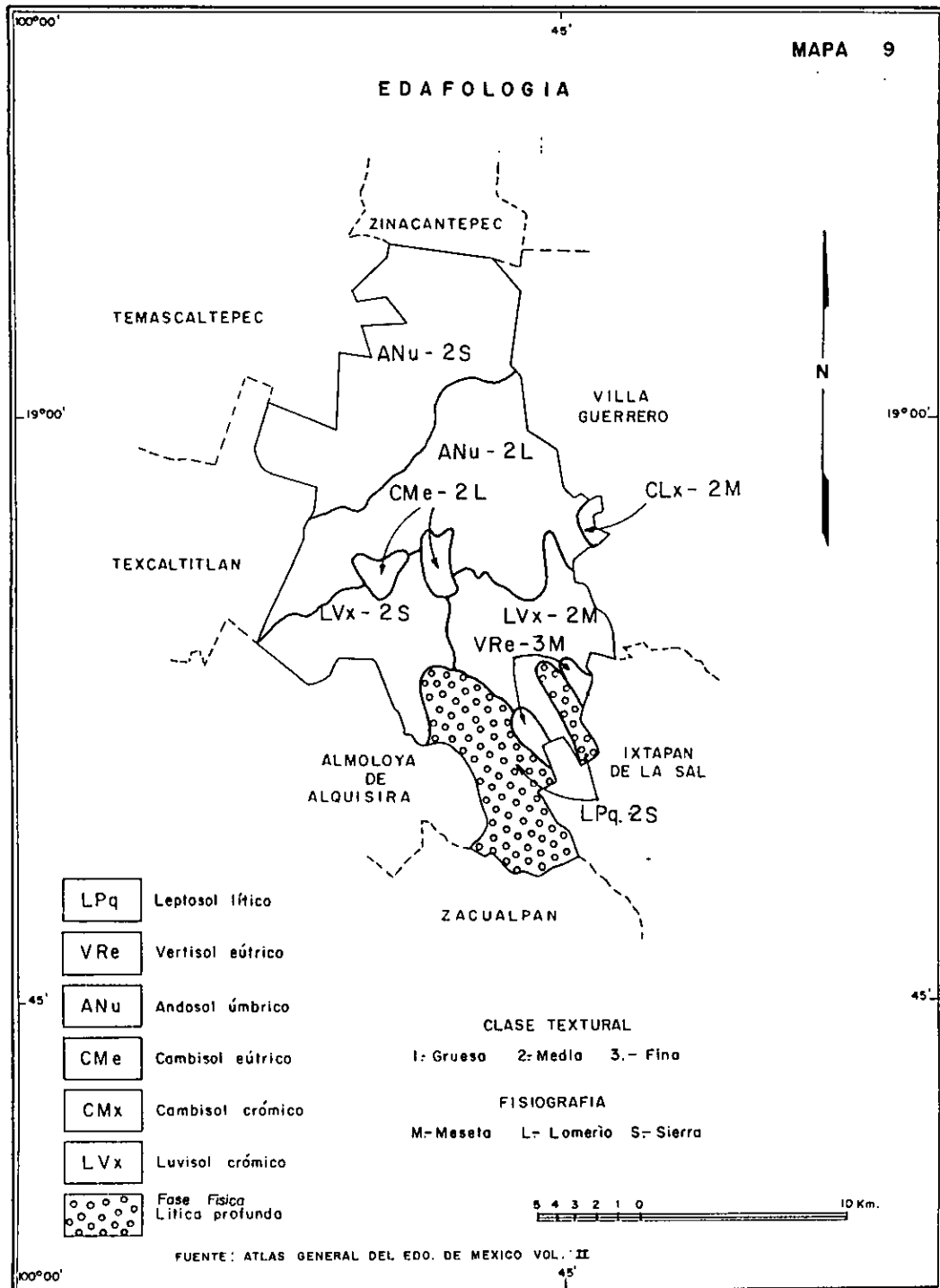
15. Goh. del Edo. de México. *Atlas Gral. del Edo. de México*. Vol. II p. 37-38

16. CICTAMEX. *Unidades de suelo de la faja aguacatera de la República Mexicana, en la parte correspondiente al Edo. de Méx.* No. 30-31 sep.-oct. 1985.





EDAFOLOGIA



tenido de materia orgánica, tienen una alta capacidad de retención de nutrientes, lo que lo hace ser el más propio para el cultivo del aguacate, debiéndose tener cuidado en el manejo del fertilizante fosforado, ya que son propensos estos suelos a retenerlo.

**Andosol úmbrico.** Contiene una capa superficial oscura o negra, rica en materia orgánica pero muy ácida y pobre en nutrientes, de consistencia untuosa y textura de franco-limosa a muy fina. Predomina en más del 50% de la extensión del municipio del centro hacia el norte.

**Cambisol.** Es un suelo joven que expresa de manera incipiente algunas características de los horizontes y propiedades que se encuentran mejor definidas en otros grupos; presenta cambios de color, estructura y consistencia debido al intemperismo in situ; se presenta en diversas condiciones topográficas y climáticas.

La fertilidad de esta unidad de suelos es variable ya que depende del tipo de material bajo el cual se esté formando dicho suelo, así como del proceso de acumulación de materia orgánica. Sin embargo con la aplicación tanto de fertilizantes como de abonos orgánicos, dichos suelos son de muy buena productividad adecuándose a las plantaciones de aguacate ya que además de las características anteriores también tienen un buen drenaje interno.

**Cambisol eútrico.** Tiene una alta saturación de bases dentro de los 30 a 50 cm. de la superficie. Se localiza en dos pequeñas porciones de la región central del municipio, encontrándose rodeado por suelo andosol úmbrico y luvisol crómico, abarcando alrededor del 10% del territorio.

**Cambisol crómico.** Presenta un color rojizo o pardo oscuro, con una alta capacidad de retención de nutrientes. Se ubica en una pequeña porción del extremo este del municipio, ocupando alrededor de un 5% de su territorio.

**Leptosol.** Está limitado en profundidad por una roca dura continua cementada dentro de los 30 cm. superficiales, o que tiene menos de 20% de tierra fina a una profundidad de 75 cm. son poco aptos para la agricultura y se encuentran en áreas montañosas y de lomeríos. No aptos para el aguacate.

**Leptosol lítico.** Está limitado en profundidad por una roca dura o una capa cementada continua dentro de los 10 cm. a partir de la superficie, además presenta una fase lítica profunda, la cual se caracteriza por presentar una capa de roca que limita la profundidad del suelo entre los 50 y 100 cm. Esta fase permite el desarrollo de la vegetación y actividades productivas, con algunas limitantes para el almacenamiento de agua y desarrollo radicular. Se localiza en una pequeña porción del extremo SE, así como también el extremo sur, ocupando alrededor de un 25% de la extensión total de la superficie del municipio.

**Luvisol.** Es un suelo cuya característica principal es la de contener arcilla en el horizonte "B", originando en la parte superficial una capa de suelo con textura más arenosa ya que es la donadora de dicha arcilla. Tiene buena capacidad para retener nutrientes, así como una buena fertilidad natural; cuando el uso que se le da es de praderas o forestal, entonces presenta una acumulación de materia orgánica. Presenta una doble limitante para el cultivo del aguacate siendo éstas: la textura que es muy fina o arcillosa y la permeabilidad muy lenta, limitantes que

pueden originar enfermedades fungosas. Estas limitantes pueden ser disminuidas si antes de la plantación se subsolea y luego se rotura <sup>17</sup> el horizonte arcilloso, tratando de invertir al suelo para evitar sus efectos negativos. También se puede aplicar materia orgánica. Estos trabajos adicionales suben los costos.

**Luvisol crómico.** Se presenta en diferentes geoformas y a muy variadas altitudes, en general se asocia con vegetación de bosques de clima templado con bastante humedad bajo un medio bien drenado de material ácido. Color rojo amarillento, muestra una capa subsuperficial con alto contenido de arcilla y de color pardo intenso o rojizo y su fertilidad es alta, pero susceptible a la erosión. Su productividad en el cultivo de frutales es alto. Se ubica en la porción centro-sur a lo ancho del municipio, ocupando alrededor del 30% de la totalidad de la superficie.

**Vertisol.** Presenta un alto porcentaje de arcilla, con grietas anchas y profundas en la época de sequía y con la humedad se vuelve pegajoso por su lenta permeabilidad lo que los hace descabales para cultivos que requieran un alto contenido de humedad (arroz o forrajes), mientras que para el cultivo del aguacate estas características son efectos negativos, por lo cual no son aptos aún con prácticas de mejoramiento del suelo.

**Vertisol eútrico.** Es de color negro o gris y casi siempre muy fértil, su manejo agrícola ofrece ciertas dificultades ya que su textura y desarrollada estructura dificultan su labranza, presentan también problemas de inundación debido a su baja permeabilidad. Se localizan dos pequeñas porciones en el extremo SE del municipio ocupando alrededor de un 5% de la extensión.

## 2.6 Uso de suelo y vegetación.

La interrelación de los elementos topográficos, climáticos, edafológicos, hidrológicos y geológicos de un lugar, influyen sobre el uso al que se destina el espacio geográfico, y es la humanidad quien decide finalmente el tipo de aprovechamiento de la tierra.

La vegetación y los usos del suelo que hay dentro del municipio son <sup>18</sup> (mapa 10):

**Uso forestal.** Es el que más extensión ocupa del municipio, cerca del 50% de su superficie, entre las variedades de árboles que predominan están:

**Bosque de pino.** Son comunidades de árboles que alcanzan tallas de 40 mts., aunque en lugares con heladas y vientos fuertes no superan los 8 mts.

La mayoría de las especies de *Pinus* (pino) tienen afinidad con climas templados, fríos y semihúmedos, así como suelos ácidos y medianamente profundos. En el territorio se encuentran desde los 1800 hasta los 3600 m.s.n.m. Predomina el *Pinus* spp. *patula* y spp. *michoacana*. Se localizan principalmente en la porción norte del municipio.

**Bosque de oyamel.** Existen diferentes especies de *Abies* (oyamel o abetos), predominan los *Abies religiosa*, que forman masas densas de árboles cercanos a los 40 mts. de alto. Los substratos geológicos del bosque de oyamel son variados, pero predominan los de origen volcánico, sobre todo andesitas y basaltos.

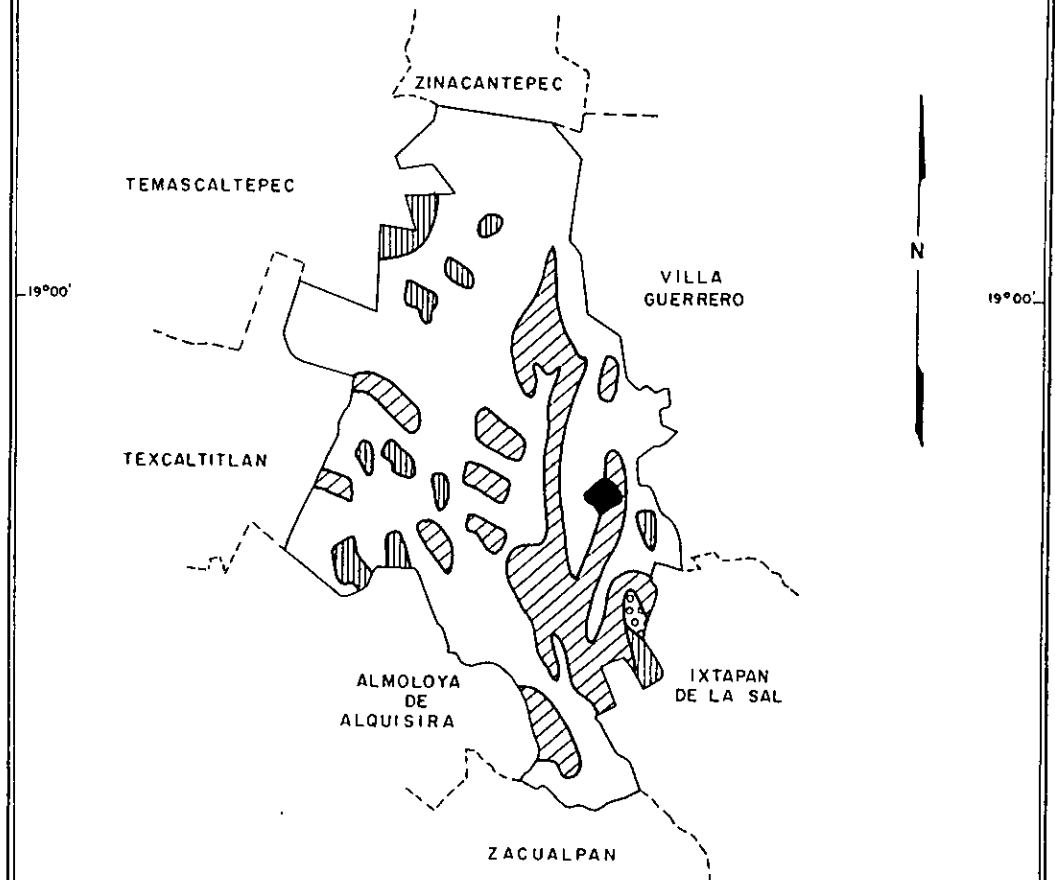
<sup>17</sup> Roturar. Arar o labrar por primera vez las tierras eriales para ponerlas en cultivo.

<sup>18</sup> Gob. del Edo. de Méx. *Atlas Gral. del Edo. de Méx. Vol. II* p.43.

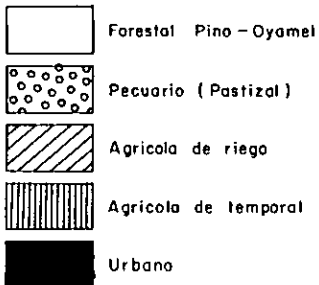
# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS

MAPA 10

## USO DEL SUELO



## USO DEL SUELO



FUENTE: INSTITUTO DE INFORMACION E INVESTIGACION GEOGRAFICA, ESTADISTICA Y CATASTRAL. GOB. DEL EDO DE MEXICO

5 4 3 2 1 0 10 Km.

100°00'

45'

Los Abies (oyamel), se encuentran en menor proporción que los Pinus (pinos) dentro del municipio y sólo abarcan pequeñas porciones en el extremo norte del municipio donde se localizan las cotas más altas (laderas del Nevado de Toluca).

Los bosques de Abies (oyamel) en México presentan las siguientes características:

- Clima sub-isotérmico, es decir, sin estaciones fría y caliente bien definida.
- Con estación seca bien diferenciada.
- Temperatura media anual entre 7<sup>o</sup> y 15<sup>o</sup>C.
- Nevadas moderadas, escasas o ausentes.
- Oscilación intensa de las temperaturas diurnas.
- Insolación intensa.
- Duración del día con poca variación en el transcurso del año.

Por su proximidad a los bosques de pino presentan asociaciones y comparten especies de los estratos arbustivos y herbáceos.

En la colindancia con la mayoría de otros tipos de vegetación se forma el bosque mixto, como el caso donde se da la mezcla de pino (Pinus), con encinos (Quercus) y Oyamel (Abies), esta característica se presenta en la porción sur del municipio.

**Agricultura de temporal.** Son terrenos que se caracterizan por presentar ciclos vegetativos de los cultivos, ya que dependen del agua de lluvia y se siembra en un 80% del año, abarca pequeñas porciones principalmente al NW y W del municipio y dos pequeñas porciones al SE del mismo.

**Agricultura de riego.** Areas donde el ciclo vegetativo de los cultivos está asegurado mediante el agua de riego, proporcionada por diversas técnicas. Dentro del municipio se practica en la porción central, en dirección norte-sur, y abarca una mayor extensión que la agricultura de temporal.

**Pecuario (Pastizal).** Es la superficie con vegetación que crece en forma natural, conformada principalmente por pastos (zacates), arbustos, hierbas o matorrales, que no tiene uso agrícola, sino que es aprovechada para la alimentación del ganado. Se presentan solamente dos pequeñas porciones, una de ellas se localiza en el extremo SE junto a zonas de agricultura de temporal y de riego, puede ser que sea una región impropia para la agricultura y otra porción se encuentra en el extremo W del municipio donde ha sido talado el bosque.

### 3. CLIMA

Para llevar a cabo el análisis de las condiciones climáticas del municipio de Coatepec Harinas se consultó tanto el archivo de la Comisión Estatal del Agua en el Estado de México, como el archivo del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Se trabajaron con los datos disponibles de 10 estaciones meteorológicas, (cuadros 9-18) las altitudes de dichas estaciones oscilan entre 4146 m.s.n.m. en la porción norte a los 1820 m.s.n.m. en el extremo sur; de las cuales 6 se encuentran dentro del municipio y 4 en municipio colindantes. (cuadros 9-18).

La distribución de las estaciones se encuentra en el mapa No. 11. Se analizaron los datos de un periodo en promedio de 14 años (1979-1992) y se determinó el tipo de clima de cada estación con base en el sistema climático de Koeppen, modificado por Enriqueta García.

Dentro del municipio como ya se mencionó con anterioridad existen 6 estaciones meteorológicas que son las siguientes: Agua Bendita, Acuitlapilco, Meyuca, Coatepec Harinas, Ixtlahuaca y Cercada Norte; por lo que se procedió a sacar un promedio de cada uno de los parámetros obtenidos de dichas estaciones para poder efectuar un análisis climático.

#### 3.1 Temperatura.

Al localizarse el municipio en una latitud baja, la distribución de la temperatura de la zona de estudio está determinada principalmente por las características del relieve, es decir, por la altitud.

##### 3.1.1 Temperatura Media

Analizando la marcha anual de la temperatura media, elaborada con los promedios de los datos mensuales para cada una de las 6 estaciones localizadas dentro del municipio, se observa que la máxima temperatura se presenta generalmente en el mes de mayo y la más baja corresponde al mes de enero (gráficas 2-7). Entre enero y mayo se observa un aumento rápido de la temperatura, periodo que pertenece a la mitad seca del año y en donde se registra la temperatura media mensual más alta. En cambio de junio a septiembre (temporada lluviosa), la temperatura desciende lentamente. Para los meses finales del año de octubre a diciembre la temperatura disminuye más rápido.

La temperatura media anual más alta registrada en el municipio es de 20°C, se presenta en el extremo suroeste en la estación Meyuca zona donde se localiza el cerro El Espinal. La temperatura media anual más baja que se presenta en el municipio es inferior a 7°C, se localiza en el extremo NE, lo que corresponde a las partes bajas del Nevado de Toluca con una altitud superior a los 3,400 m.s.n.m. ( mapa 12).

## VARIABLES METEOROLOGICAS

Cuadro 9

Estación: Nevado de Toluca		Años 28 (promedio 1965-1993)											
Municipio: Zinacantepec													
Coordenadas: Latitud 19°06'													
Longitud 99°45'													
Altitud 4300 m.s.n.m.													
	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC.	Annual
Temp. Media Mensual	2.8	2.6	3.8	5.1	5.4	5.0	4.4	4.2	4.4	4.0	3.3	2.8	4.0
Prec. Total Mensual	13.7	18.2	14.6	45.2	103.2	181.7	229.0	207.0	193.7	78.3	23.7	16.1	1124.4
Temp. Máxima Prom.	6.7	7.0	8.9	9.5	9.9	9.2	8.9	8.0	7.8	7.9	7.2	6.8	8.1
Temp. Mínima Prom.	-1.6	-1.8	-0.9	-0.3	0.5	0.8	0.6	0.5	0.5	-0.1	-1.1	-1.6	-0.4
Oscilación Térmica	8.3	8.8	9.8	9.8	9.4	8.4	8.3	---7.5	7.3	8.0	8.4	8.4	8.5
Núm. de días despejados	9	11	14	10	6	4	2	2	2	6	10	11	87
Núm. de días nublados	9	9	6	10	17	19	22	22	22	16	10	11	173
Núm. de días c/heladas	27	24	28	25	24	19	30	23	22	26	27	27	302
Núm. de días c/granizo	0	2	2	5	9	8	10	10	8	6	2	2	64
Viento dominante	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

Clima E(T)HC(w<sub>2</sub>)(w) ig

Frio con lluvias en verano, mes más húmedo en la mitad caliente del año con porcentaje de lluvia invernal respecto a la total menor de 5%, isotermal y marcha de la temperatura tipo ganges.

Fuente: Comisión Estatal del Agua en el Edo. de Méx. y Archivo del Servicio Meteorológico Nacional.

## VARIABLES METEOROLOGICAS

Cuadro 10

Años 14 (promedio 1979-1992)

Estación: Agua Bendita  
 Municipio: Coatepec Harinas  
 Coordenadas: Latitud 18°59'  
 Longitud 99°52'  
 Altitud 2720 m.s.n.m.

	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Annual
Temp. Media Mensual	9.1	9.6	11.0	12.4	13.3	13.6	13.0	12.1	12.9	12.0	10.6	10.1	11.6
Prec. Total Mensual	21.3	16.4	21.3	30.6	112.5	241.9	167.0	234.8	138.6	99.8	26.7	13.1	1224.0
Temp. Máxima Prom.	15.6	16.4	18.1	19.3	19.2	18.7	15.5	16.7	17.1	16.7	16.5	15.9	17.1
Temp. Mínima Prom.	2.8	2.9	4.3	5.6	7.4	8.4	9.0	8.1	8.5	7.1	4.6	3.3	6.0
Oscilación Térmica	12.8	13.5	13.8	13.7	11.8	10.3	6.5	8.6	8.6	9.6	11.9	12.6	11.1
Núm. de días despejados	21	22	26	25	19	10	8	10	10	16	22	17	206
Núm. de días nublados	6	5	6	6	9	17	15	14	14	9	7	5	113
Núm. de días c/heladas	24	17	14	5	3	0	0	0	0	0	14	21	98
Núm. de días c/granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viento dominante	N	N	N	N	N	V	NW	N	NW	N	NW	NW	N

Clima C b' (w<sub>2</sub>)(w)<sub>i</sub>

Semifrío subhúmedo con lluvias en verano, con porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5%, presenta canícula y es isotermal

Fuente: Comisión Estatal del Agua en el Edo. de Méx. y Archivo del Servicio Meteorológico Nacional.



## VARIABLES METEOROLOGICAS

Cuadro 11

Estación: Toma Tecamatatepec      Años 27      (promedio 1963-1994)

Municipio: Villa Guerrero

Coordenadas:      Latitud      18°57'

   Longitud      99°43'

   Altitud      2208 m.s.n.m.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Temp. Media Mensual	12.8	13.1	15.7	17.1	17.5	16.6	16.3	16.4	16.2	15.4	14.2	13.2	15.4
Prec. Total Mensual	20.0	8.3	13.8	39.3	96.6	236.1	238.4	236.7	224.5	82.5	25.0	9.5	1230.7
Temp. Máxima Prom.	21.7	23.2	25.0	26.7	25.9	23.2	22.7	22.8	21.7	22.5	22.1	21.7	23.3
Temp. Mínima Prom.	3.3	4.0	5.0	7.0	8.3	9.0	8.8	8.8	8.7	7.2	5.7	4.3	6.7
Oscilación Térmica	18.4	19.2	20.0	19.7	17.6	14.2	13.9	14.0	13.0	15.3	16.4	17.4	16.6
Núm. de días despejados	16	14	14	14	8	3	2	3	3	6	14	14	111
Núm. de días nublados	4	3	3	5	10	14	14	14	15	9	5	4	100
Núm. de días c/heladas	10	7	3	0	0	0	0	0	0	0	4	7	31
Núm. de días c/granizo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Viento dominante	N	NW	NW	N	V	N	N	V	N	V	N	V	N

Clima Cb(v<sub>2</sub>)(v)ig

Templado subhúmedo con lluvias en verano, con porcentaje de precipitación invernal respecto a la total anual menor de 5%, isotermal y con marcha de la temperatura tipo ganges.

Fuente: Comisión Estatal del Agua en el Edo. de Méx. y Archivo del Servicio Meteorológico Nacional.

## VARIABLES METEOROLOGICAS

Cuadro 12

Estación: Coatepec Harinas      Años 30 (promedio 1959-1988)

Municipio: Coatepec Harinas

Coordenadas: Latitud 18°56'

Longitud 99°46'

Altitud 2280 m.s.n.m.

	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Temp. Media Mensual	13.7	14.8	16.5	18.0	18.4	17.2	16.6	16.9	16.4	16.5	15.1	14.1	16.2
Prec. Total Mensual	19.8	9.1	8.4	34.9	90.9	222.0	206.7	207.4	208.3	99.3	21.1	10.9	1138.8
Temp. Máxima Prom.	20.9	22.2	24.4	25.8	25.7	22.9	22.0	22.2	21.8	22.0	21.8	20.7	22.7
Temp. Mínima Prom.	6.1	6.7	8.4	9.5	10.8	11.6	11.2	11.1	11.1	10.1	7.8	6.6	9.2
Oscilación Térmica	14.8	15.5	16.0	16.3	14.9	11.3	10.8	11.1	10.7	11.9	14.0	14.1	13.4
Núm. de días despejados	17	20	22	17	14	5	6	5	3	6	13	16	144
Núm. de días nublados	4	3	2	5	7	15	11	12	14	8	5	4	90
Núm. de días c/heladas	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	10
Núm. de días c/granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viento dominante	C	V	N	V	N	N	C	V	C	C	C	C	C

Clima Cb(w<sup>2</sup>)<sub>2</sub>(w)<sup>2</sup>ig

Templado subhúmedo con lluvias en verano, con porcentaje de precipitación invernal respecto a la total anual menor de 5%, presenta cenicula, isotermal y mucha de la temperatura tipo ganges.

Fuente: Comisión Estatal del Agua en el Edo. de Méx. y Archivo del Servicio Meteorológico Nacional.

## VARIABLES METEOROLOGICAS

Cuadro 13

Años 11 (promedio 1982-1992)

Estación Totolmajac

Municipio: Villa Guerrero

Coordenadas: Latitud 18°55"

Longitud 99°40'

Altitud 1990 m.s.n.m.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	·Anual
Temp. Media Mensual	13.7	14.8	16.4	18.4	18.9	18.3	17.6	16.5	17.7	16.2	15.2	14.1	16.5
Prec. Total Mensual	20.7	7.9	10.7	28.4	85.9	231.1	229.4	208.7	220.7	89.6	15.2	5.5	1153.8
Temp. Máxima Prom.	23.7	25.2	28.0	32.6	28.4	25.4	23.9	24.5	23.8	24.2	24.2	23.6	25.6
Temp. Mínima Prom.	3.7	4.4	5.4	7.1	9.3	11.1	11.2	10.2	11.2	8.5	6.2	4.7	7.7
Oscilación Térmica	20.0	20.8	22.6	25.5	19.1	14.3	12.7	14.3	12.6	15.7	18.0	18.9	17.9
Núm. de días despejados	22	18	22	18	12	4	6	5	4	10	19	21	161
Núm. de días nublados	2	2	3	4	8	15	13	12	14	8	3	2	86
Núm. de días cheladas	11	7	4	0	0	0	0	0	0	0	2	7	31
Núm. de días c/granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viento dominante	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Clima Cb(w"2)(w)(t)g

Templado subhúmedo con lluvias en verano, con porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5%, presenta canícula, presenta poca oscilación térmica y marcha de la temperatura tipo ganges.

Fuente: Comisión Estatal del Agua en el Edo. de Méx. y Archivo del Servicio Meteorológico Nacional.



VARIABLES METEOROLOGICAS

Cuadro 15

Años 12 (promedio 1981-1992)

Estación: Acuitlapilco  
 Municipio: Coatepec Harinas  
 Coordenadas: Latitud 18°54'  
 Longitud 99°47'  
 Altitud 2254 m.s.n.m.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Temp. Media Mensual	14.4	15.1	16.4	18.2	18.2	17.2	16.9	16.9	16.0	15.8	15.5	14.5	16.2
Prec. Total Mensual	16.3	16.0	8.6	15.9	100.6	202.2	211.5	204.6	201.8	85.8	24.3	5.2	1092.8
Temp. Máxima Prom.	22.5	23.5	24.9	26.9	26.4	23.8	23.6	23.2	23.1	23.1	22.9	22.3	23.8
Temp. Mínima Prom.	6.5	7.1	8.3	10.5	10.0	11.1	10.6	10.6	10.8	9.6	8.1	6.7	9.1
Oscilación Térmica	16.0	16.4	16.6	16.4	16.4	12.7	13.0	12.6	12.3	13.5	14.8	15.6	14.7
Núm. de días despejados	24	22	27	26	22	12	11	9	7	14	20	21	215
Núm. de días nublados	4	3	2	3	3	10	12	11	14	9	4	4	79
Núm. de días c/heladas	6	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	6	18
Núm. de días c/granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viento dominante	N	N	N	N	N	V	N	N	V	V	N	V	N

Clima Cb(w<sub>2</sub>)(w)<sub>ig</sub>

Templado subhúmedo con lluvias en verano, con porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5%, isotermal y marcha de la temperatura tipo ganges.

Fuente: Comisión Estatal del Agua en el Edo. de Méx. y Archivo del Servicio Meteorológico Nacional.

## VARIABLES METEOROLÓGICAS

Cuadro 16

Años 12 (promedio 1981-1992)

Estación: Meyuca  
 Municipio: Coatepec Harinas  
 Coordenadas: Latitud 18°51'  
 Longitud 99°47'  
 Altitud 1850 m.s.n.m.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Temp. Media Mensual	19.0	19.4	20.7	22.2	23.0	21.9	21.2	20.6	20.4	19.9	19.5	18.5	20.5
Precip. Total Mensual	6.2	11.2	4.8	26.4	88.2	196.2	240.3	179.8	153.4	65.0	7.1	3.4	982.0
Temp. Máxima Prom.	24.5	25.3	27.0	28.1	28.0	25.8	24.5	24.3	24.1	24.5	25.0	24.4	25.4
Temp. Mínima Prom.	12.9	13.1	13.8	15.3	16.5	16.7	16.8	16.6	16.0	15.2	13.9	12.9	14.9
Oscilación Térmica	11.6	12.2	13.2	12.8	11.5	9.1	11.8	7.7	8.1	9.3	11.1	11.8	10.8
Núm. de días despejados	21	22	26	25	19	10	8	10	10	16	22	17	206
Núm. de días nublados	1	2	0	0	2	5	3	3	3	2	2	0	23
Núm. de días c/heladas	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Núm. de días c/granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viento dominante	NE	V	V	V	V	V	SW	V	W	SW	V	V	V

Clima A(C)(w)<sub>1</sub>(w)<sub>1</sub>g

Semicaldo subhúmedo con lluvias en verano, con porcentaje de lluvia invernal con respecto a la total anual menor de 5%, isotermal y con marcha de temperatura tipo ganges.

Fuente: Comisión Estatal del Agua en el Edo. de Méx. y Archivo del Servicio Meteorológico Nacional.

## VARIABLES METEOROLOGICAS

Cuadro 17

		Años 26 (promedio 1962-1986)											
Estación: Cercada Norte													
Municipio: Coatepec Harinas													
Coordenadas: Latitud 18°51'													
Longitud 99°45'													
Altitud 1930 m.s.n.m.													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Temp. Media Mensual	15.7	16.1	18.3	20.1	20.5	19.0	18.1	17.8	17.9	17.3	16.4	15.5	17.7
Prec. Total Mensual	18.2	7.6	5.7	15.3	56.5	118.7	176.8	173.7	146.1	62.0	15.2	6.4	802.2
Temp. Máxima Prom.	23.0	23.9	26.1	27.9	27.7	25.1	23.7	24.7	23.5	23.7	23.7	23.4	24.7
Temp. Mínima Prom.	8.0	8.3	10.4	11.9	12.5	12.7	12.1	12.3	12.3	11.0	9.4	8.3	10.7
Oscilación Térmica	15.0	15.6	15.7	16.0	15.2	12.4	11.6	12.4	11.2	12.7	14.3	15.1	13.9
Núm. de días despejados	21	21	25	22	19	11	11	12	9	16	19	22	208
Núm. de días nublados	1	2	0	0	2	5	3	3	3	2	2	0	23
Núm. de días c/heladas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Núm. de días c/granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viento dominante	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW

Clima Cb(qv)<sub>1</sub>(v)(t)g

Templado subhúmedo con lluvias en verano, con porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5%, con poca oscilación térmica y marcha de la temperatura tipo ganges.

Fuente: Comisión Estatal del Agua en el Edo. de Méx. y Archivo del Servicio Meteorológico Nacional.

## VARIABLES METEOROLÓGICAS

Cuadro 18

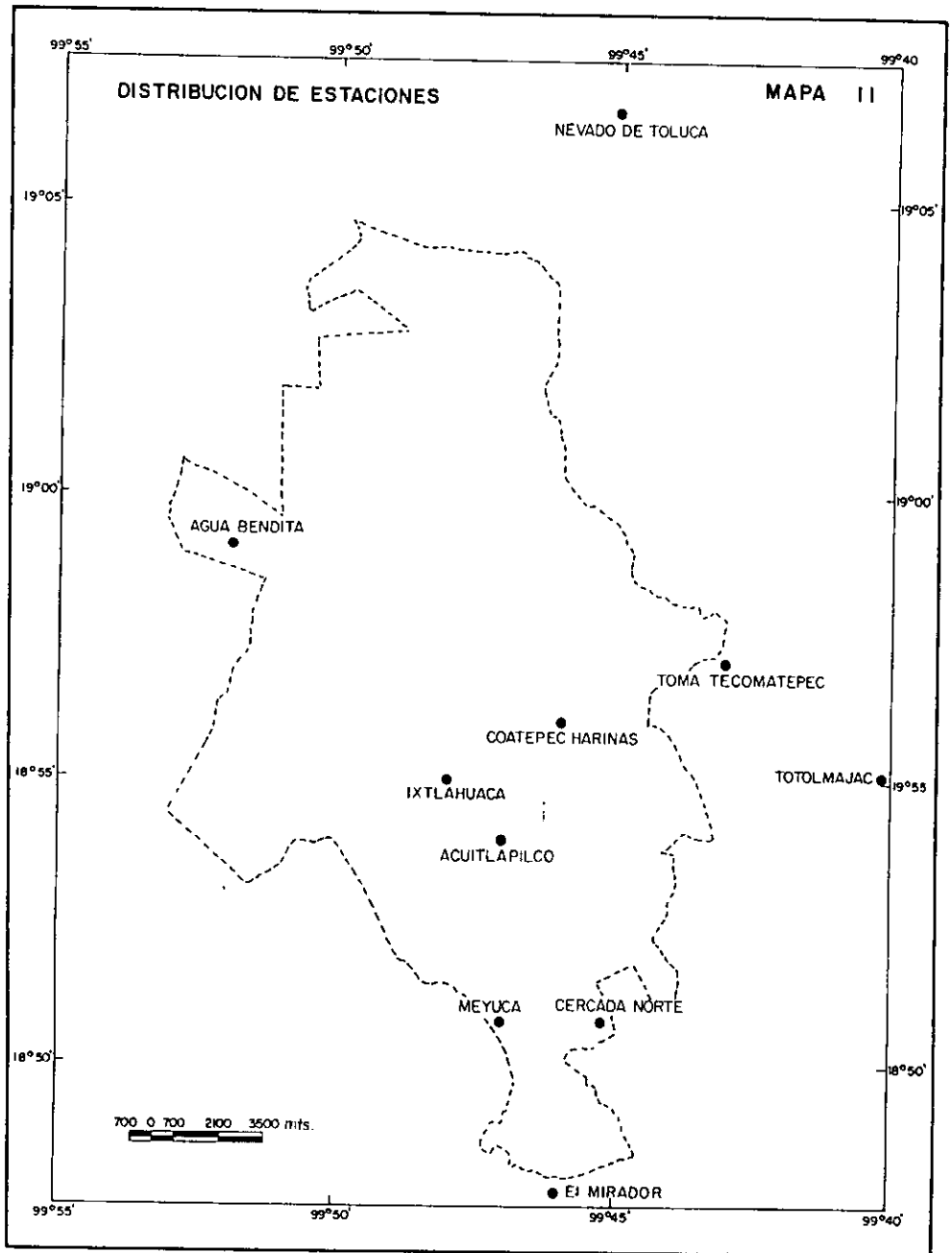
		Años 11 (promedio 1981-1991)												
		Estación: El Mirador												
		Municipio: Zacualpan												
		Coordenadas: Latitud 18°48'												
		Longitud 99°46'												
		Altitud 1840 m.s.n.m.												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Temp. Media Mensual		15.6	17.1	19.3	21.7	21.9	21.2	19.7	19.7	19.8	18.4	16.7	15.5	18.9
Prec. Total Mensual		17.3	13.4	9.0	20.1	67.5	210.8	180.3	182.3	168.4	52.5	15.9	2.8	940.3
Temp. Máxima Prom.		25.2	26.6	29.8	32.1	31.4	28.9	26.4	26.7	25.9	25.9	25.6	24.4	27.4
Temp. Mínima Prom.		6.2	7.5	9.0	11.1	12.4	13.5	12.9	12.7	12.9	10.9	7.8	6.5	10.3
Oscilación Térmica		19.0	19.1	20.8	21.0	19.0	15.4	13.5	14.0	13.0	15.0	17.8	17.9	17.1
Núm. de días despejados		17	15	19	13	10	1	5	6	2	9	14	11	122
Núm. de días nublados		2	1	1	1	2	1	2	3	2	3	1	1	20
Núm. de días c/heladas		3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
Núm. de días c/granizo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viento dominante		W	SE	W	SE	W	SE	SE	SE	SE	SE	SE	W	SE

Clima A(C)w<sub>1</sub><sup>1</sup>(v)(t)°g  
 Semicálido subhúmedo con lluvias en verano con porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5%, presenta canícula, poca oscilación térmica y marcha de la temperatura tipo ganges.

Fuente: Comisión Estatal del Agua en el Edo. de Méx. y Archivo del Servicio Meteorológico Nacional.

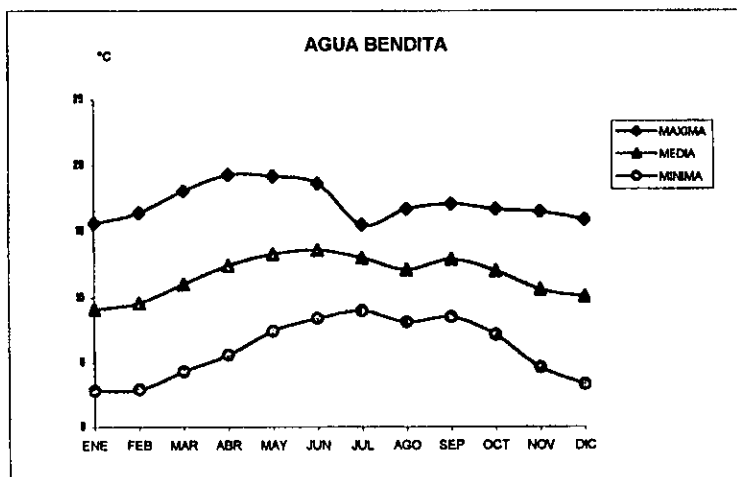


# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS

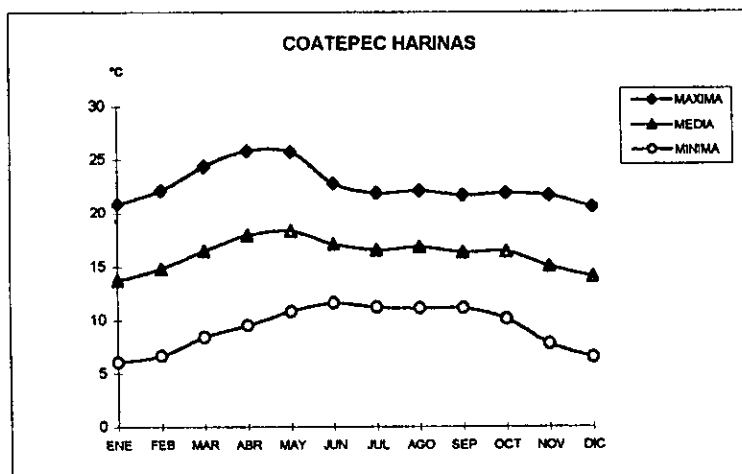


# Temperaturas Promedio

GRAFICA 2



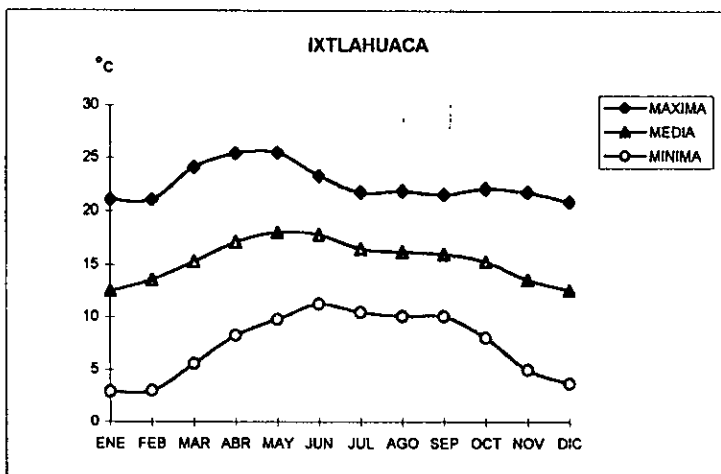
GRAFICA 3



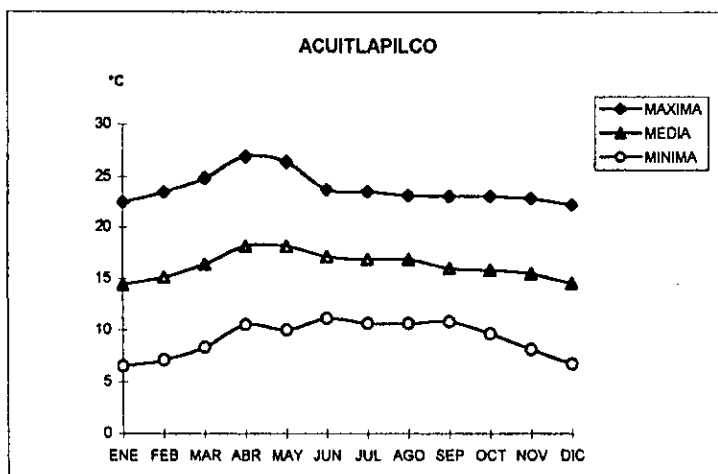
FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

# Temperaturas Promedio

GRAFICA 4



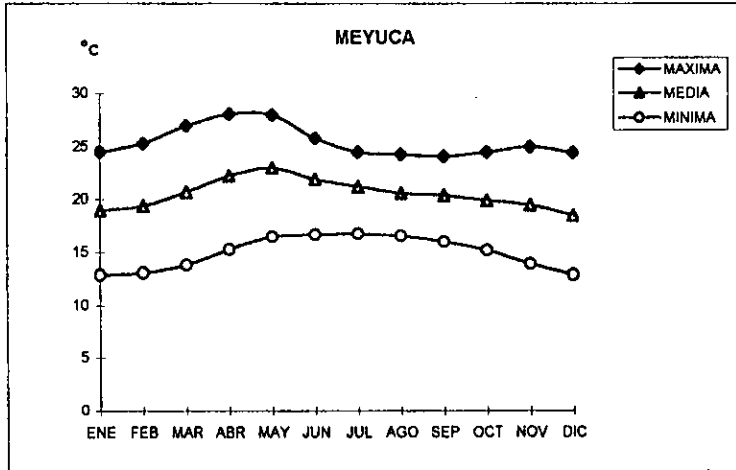
GRAFICA 5



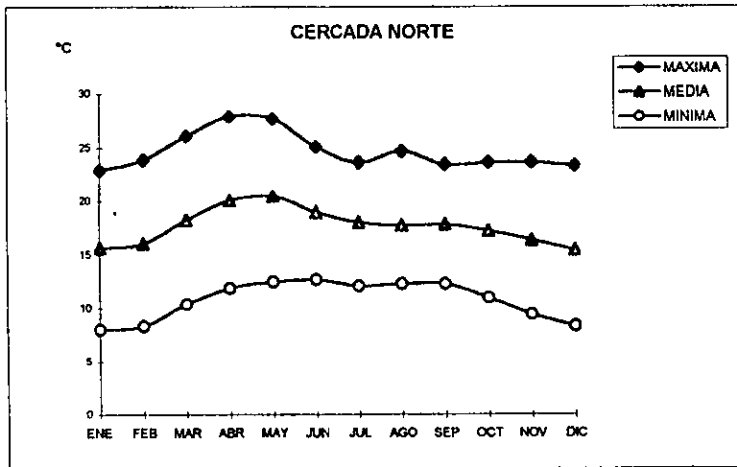
FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

# Temperaturas Promedio

GRAFICA 6

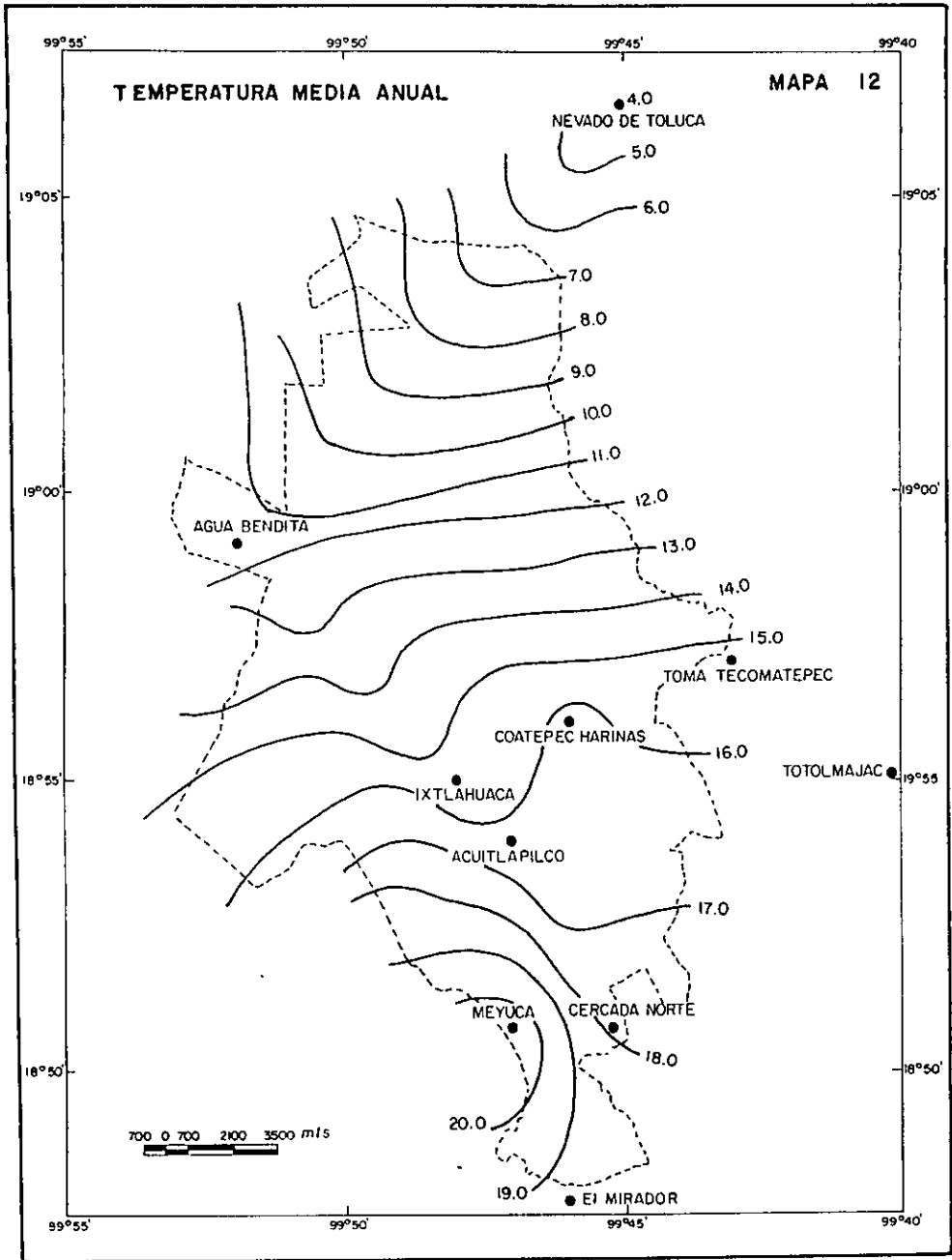


GRAFICA 7



FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS



### 3.1.2 Temperatura Máxima Promedio

La temperatura más alta se presenta en el mes de abril y mayo antes del Solsticio de Verano (21 de junio), el calor en este período se debe a que el Sol se halla en el Cenit de estas latitudes y también la escasa humedad atmosférica anterior al comienzo de lluvias, circunstancia que facilita el paso a los rayos solares a la superficie terrestre. A partir del mes de junio empieza a disminuir la temperatura y se mantiene más o menos estable en los meses de junio a febrero, al empezar a incrementarse la cantidad de humedad atmosférica, producto de la precipitación comienzo de la temporada de lluvias. (Gráficas 2-7).

En el mapa de temperaturas máximas promedio se observa que en el extremo sur se registran temperaturas superiores a los 26°C, en donde se localiza el cerro La Catarina, estas temperaturas máximas promedio son más bajas hacia el norte alrededor de los 12°C, donde se localizan las partes más bajas del Nevado de Toluca (mapa 13).

### 3.1.3 Temperatura Mínima Promedio

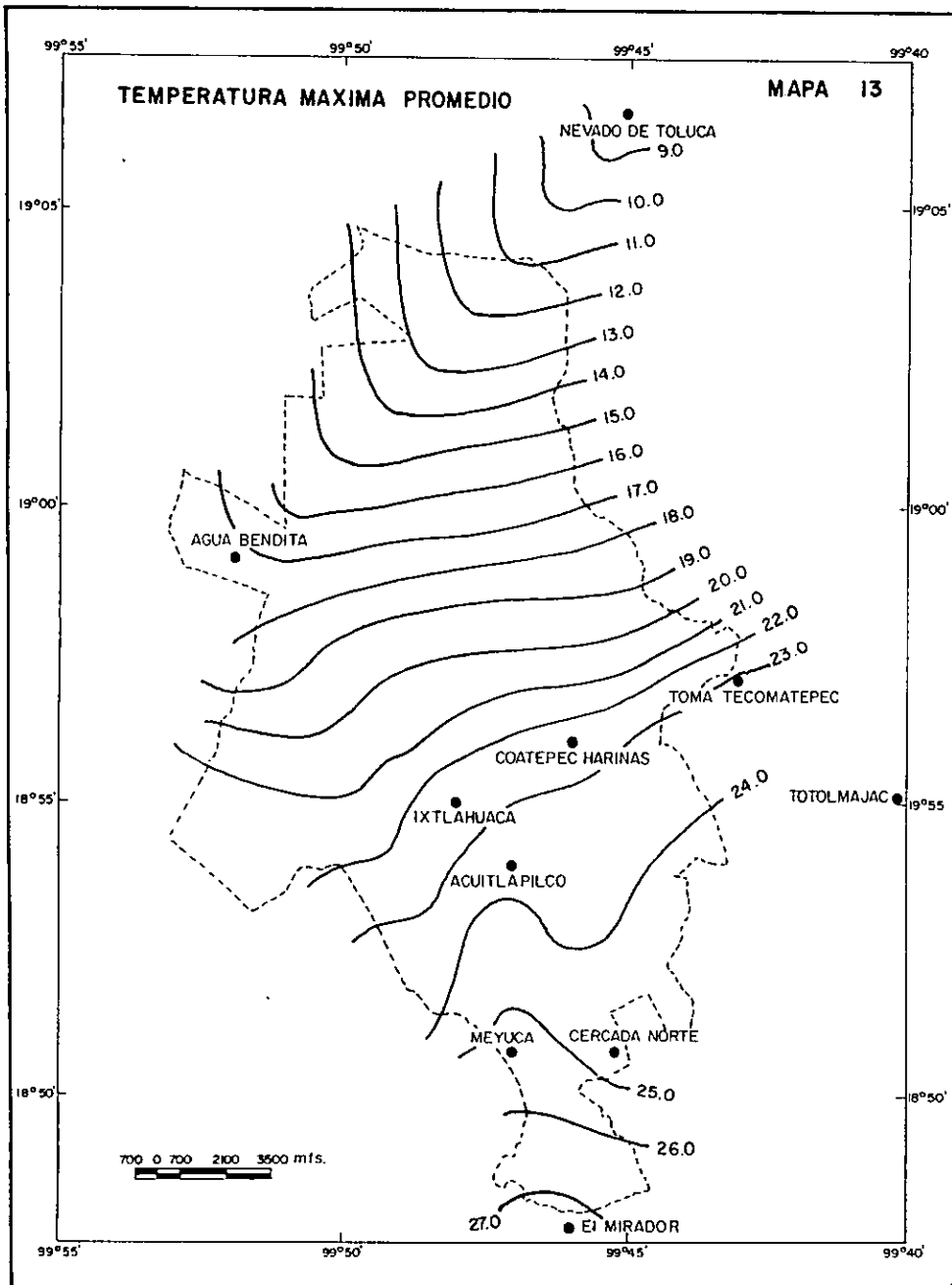
En la gráfica de temperaturas mínimas promedio registrada dentro de Coatepec Harinas, se observa que los valores más bajos oscilan entre los 2°C y 8°C dichos valores se mantienen más o menos uniformes a los meses de invierno de diciembre a febrero, presentándose la temperatura más baja por lo general en el mes de enero. Sin embargo en la parte SW, en la estación de Meyuca, las temperaturas son más altas, alcanzando la mínima de 12.6°C en el mes de diciembre. En los meses de verano de junio a septiembre (temporada lluviosa del año), se presentan temperaturas mínimas más o menos estables. La temperatura mínima promedio durante todos los meses del año en la región son inferiores a 12°C, excepto 2 estaciones; una de ellas Meyuca, ubicada al SW del municipio con temperaturas mínimas promedio que alcanzan los 16.6°C en los meses de junio a agosto y la otra estación, Cercada Norte localizada al SE a la misma latitud que la anterior, alcanza temperaturas mínimas promedio de 12.7°C en el mes de junio (gráficas 2-7).

De acuerdo al mapa de temperaturas mínimas promedio, la zona que abarca el extremo NE del municipio, es donde se registran temperaturas inferiores a 2°C (ver mapa 14), esto se debe a que esta zona se encuentra a una altitud mayor a 3,000 m.s.n.m. Sin embargo, existen temperaturas mínimas promedio superior a los 14°C en el extremo SW, zona donde se localiza la estación Meyuca en el cerro Huchuetzingo.

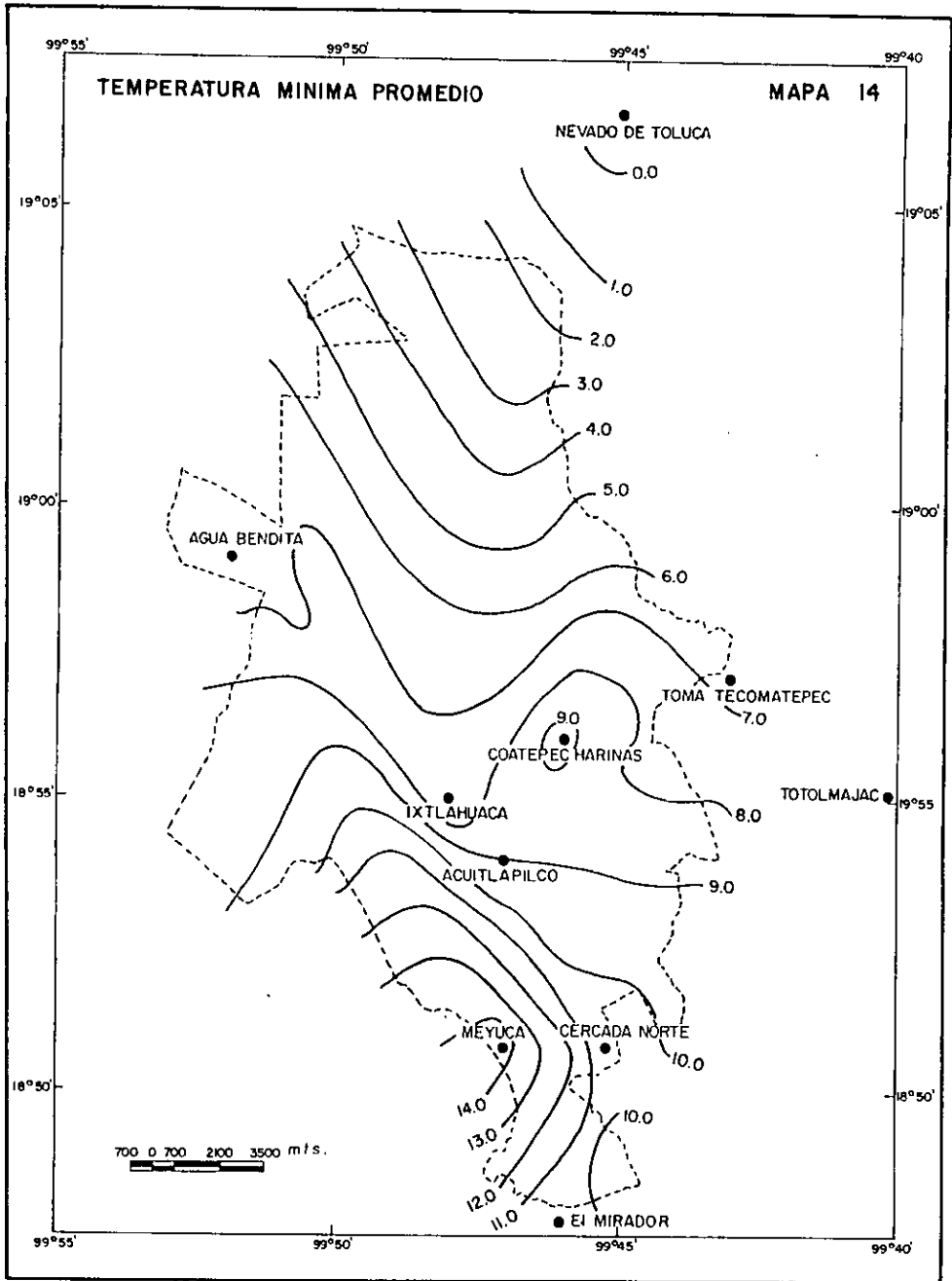
### 3.1.4 Oscilación Térmica

Las barreras montañosas que dividen Altiplanicie Mexicana en 2 porciones norte y sur, y que se extienden de noroeste a sureste entre el paralelo 24°N y el 20°N impide que los "nortes" (vientos del noroeste producidos por las masas de aire frío que se desplazan en invierno

# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS



# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS





desde Canadá y Estados Unidos hacia el sur) tengan influencia en los lugares situados al sur de dicha barrera montañosa, y del trópico como es el caso del municipio de Coatepec Harinas, este factor hace que las temperaturas de invierno de esta zona no descendan mucho debido a la influencia marítima.

La oscilación está representada por la diferencia entre la temperatura máxima promedio y la temperatura mínima promedio.

Existe mayor variación entre los meses de noviembre a abril, lo que corresponde a la mitad fría del año, que en los meses de la temporada caliente de julio a septiembre (gráficas 2-7). En general hay mayor oscilación térmica en los meses de la mitad seca que en los de la mitad húmeda del año, por lo que existe mayor riesgo de la presencia de heladas, al no haber suficiente humedad en el ambiente que regule la pérdida de calor de las capas bajas de la atmósfera, esto se puede apreciar al comparar la oscilación térmica de los meses de noviembre a abril, con la cantidad de precipitación registrada en los mismos meses (cuadros 9-18).

En la época de lluvias la oscilación es menor, ya que al mismo tiempo que las temperaturas mínimas se elevan a causa de una menor pérdida de calor por radiación nocturna (debido a la presencia de mayor humedad de las capas bajas de la atmósfera); la insolación se reduce por el aumento de la nubosidad, lo cual ocasiona temperaturas máximas menores.

La oscilación térmica máxima promedio anual se presentó en el S del municipio con 16°C y la mínima se presentó en la parte N con menos de 10°C (mapa 15).

### **3.1.5 Heladas.**

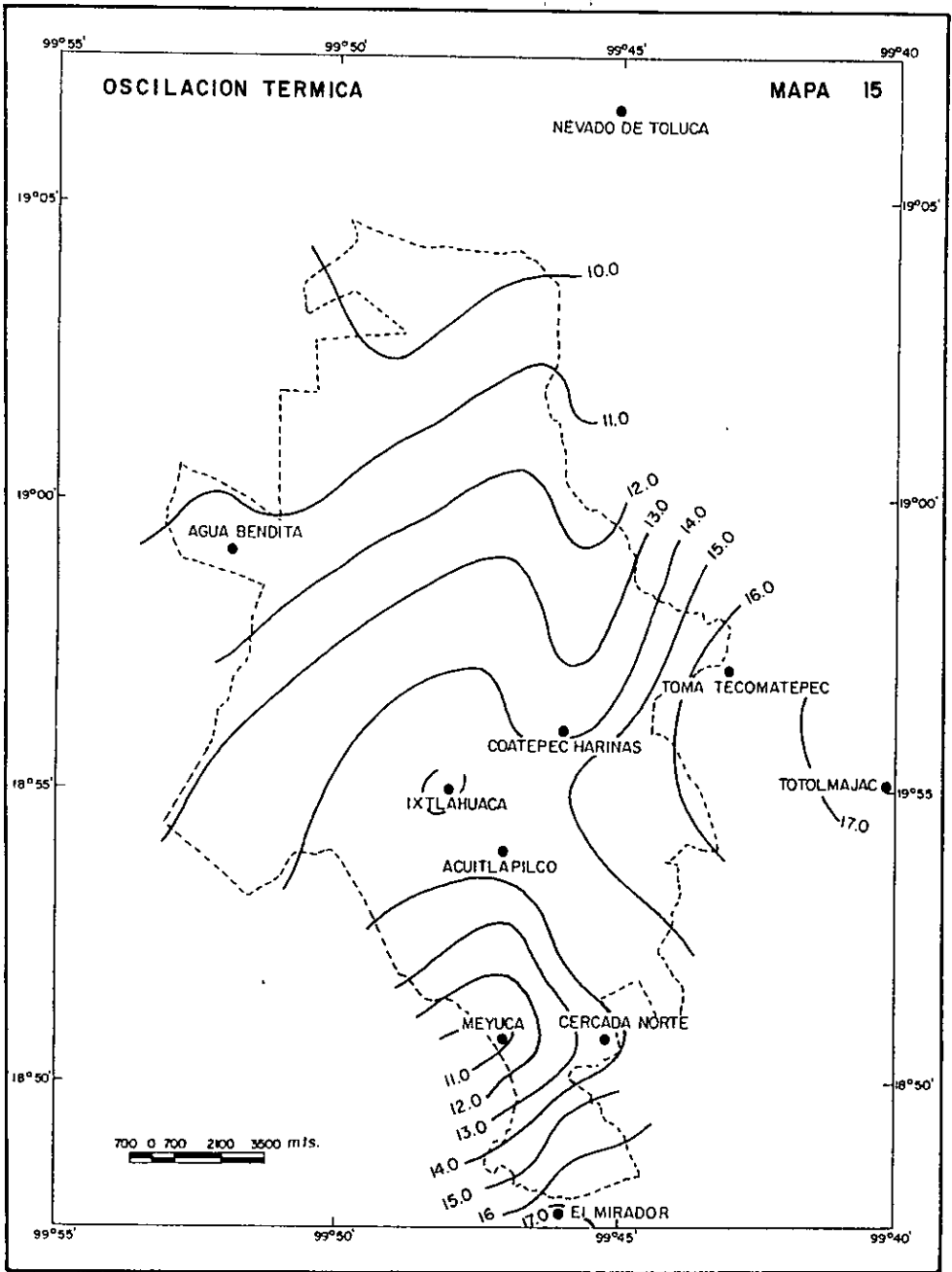
Ante la invasión de aire seco y frío, sin que alcance temperaturas de congelación, provoca que en las zonas donde se presenta, haya una pérdida de calor en la noche por irradiación, descendiendo la temperatura a menos de 0°C, dando origen a las heladas. Este aire frío fluye principalmente hacia las partes más bajas como son los valles o depresiones, donde se presenta la mayor incidencia de heladas. La ocurrencia de este fenómeno se presenta durante la salida del Sol o pocos minutos después de ésta, que es cuando se presentan las temperaturas mínimas.

Las heladas más peligrosas son las que se presentan fuera del periodo normal, esto es antes del mes de octubre o después del mes de abril. Por lo general, existe un mínimo de 5 meses libres de heladas, que va de mayo a septiembre, dicho periodo coincide con el ciclo vegetativo de la mayoría de los cultivos.

Tomando en cuenta las estaciones que se encuentran dentro del municipio, el mes en que se presenta la primera heladas es en noviembre y el mes que presenta la última es en abril, únicamente 2 estaciones, una de ellas, Agua Bendita la cual se encuentra en el oeste del municipio, llega a presentar 3 días con heladas en el mes de mayo y la otra estación Ixtlahuaca que se encuentra en la parte central, también presenta 3 días con heladas en promedio en el mes de octubre, por lo que no existe riesgo de ocasionar daños al cultivo del aguacate. (gráficas 8-12).

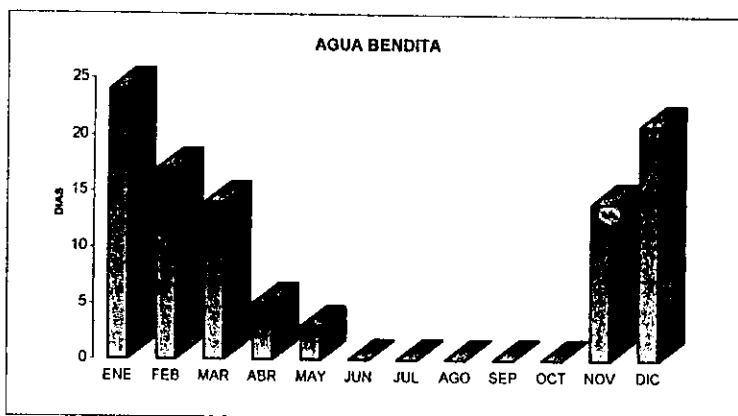
El municipio tiene de 20 a 200 días con heladas al año. La zona que presenta menor cantidad se ubica en el extremo sur y la de mayor número de heladas corresponde al extremo norte (mapa 16).

# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS

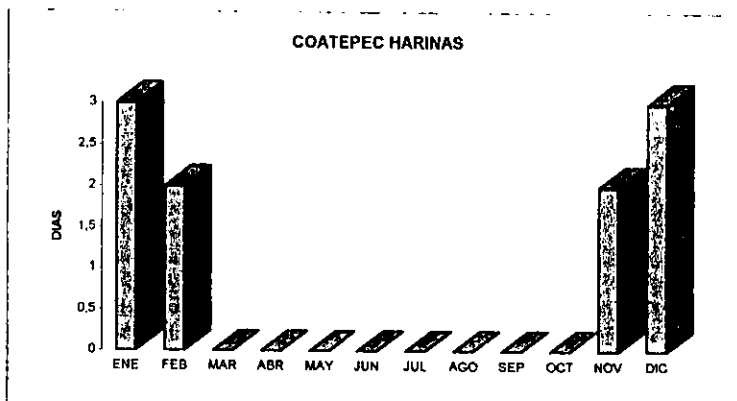


# Número de días con heladas

GRAFICA 8



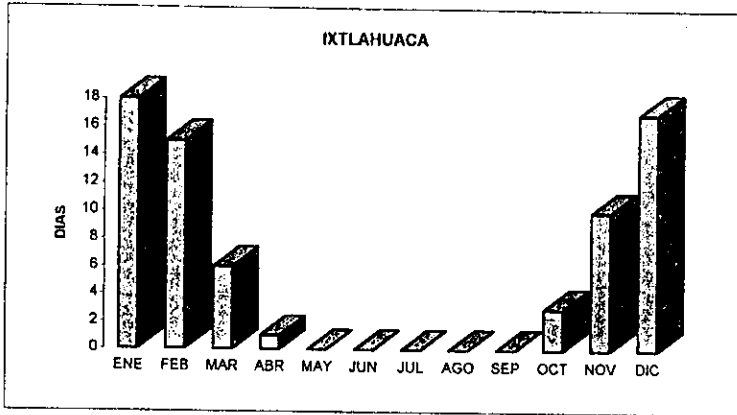
GRAFICA 9



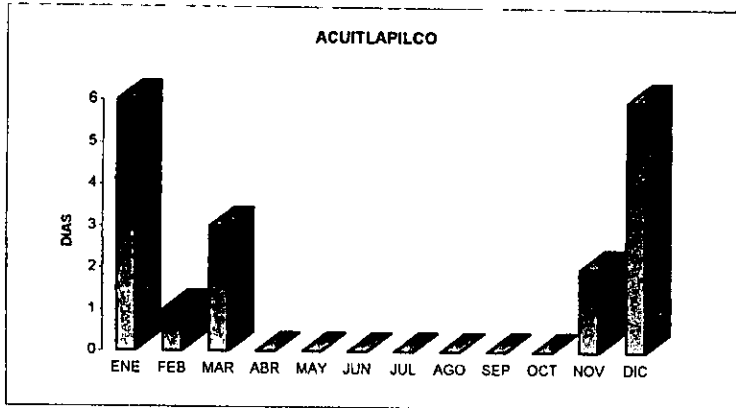
FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

# Número de días con heladas

GRAFICA 10



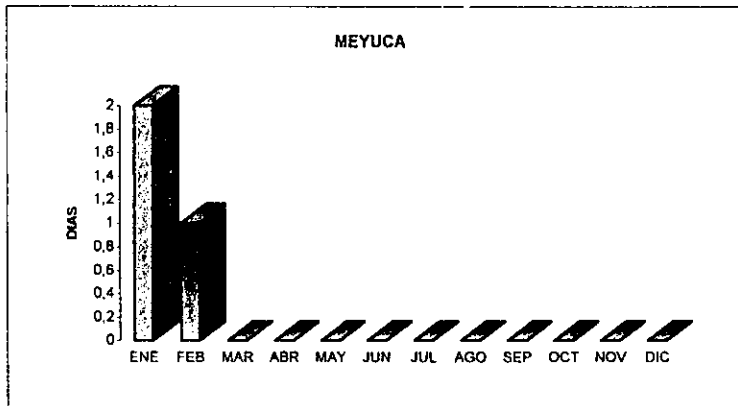
GRAFICA 11



FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

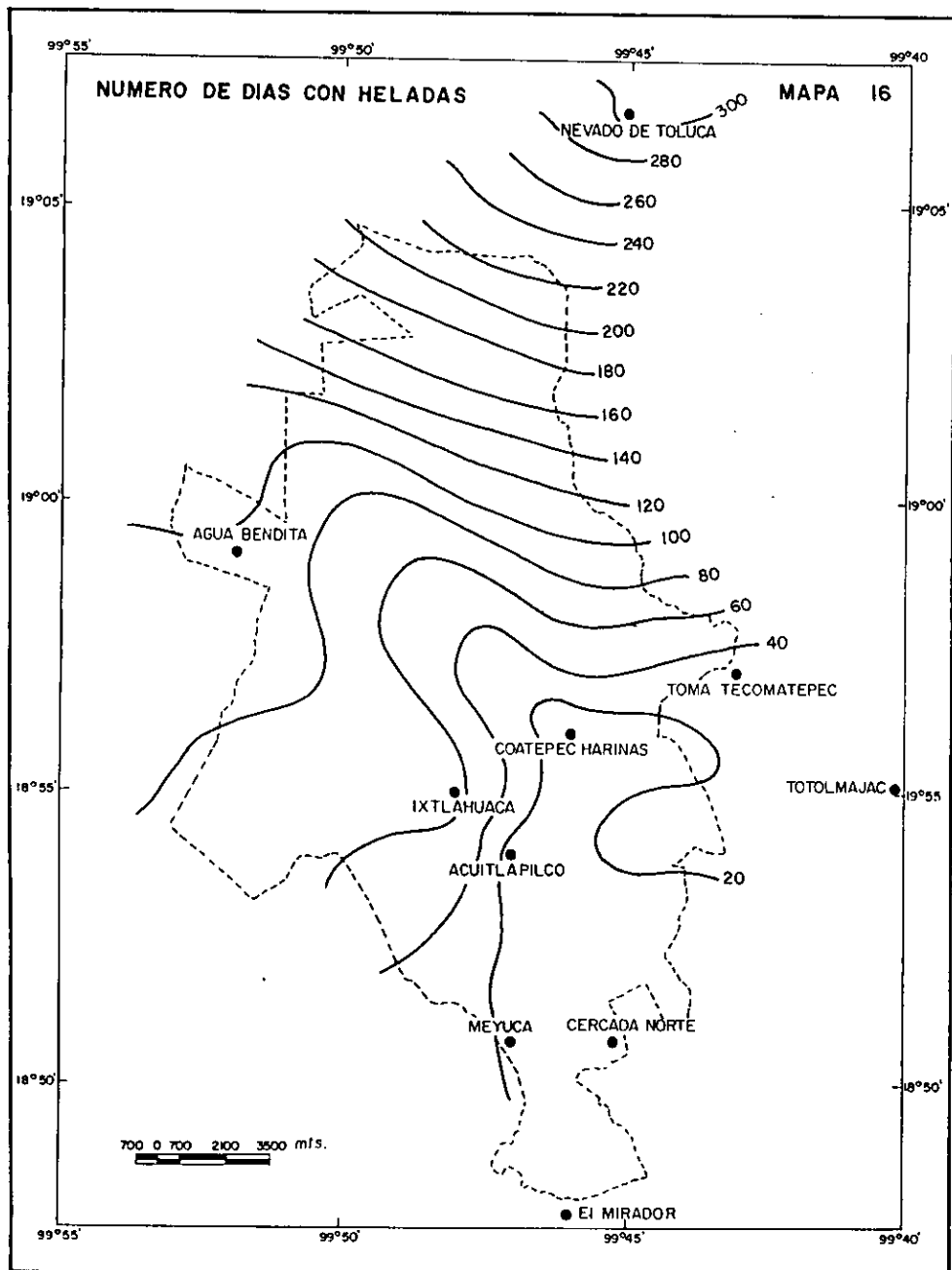
# Número de días con heladas

GRAFICA 12



FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS



## 3.2 Días despejados y nublados

### 3.2.1 Días despejados

Al hablar de días despejados se asocia con el periodo durante el cual los rayos solares llegan a la superficie terrestre.

En la República Mexicana la clasificación de la nubosidad se hace de manera convencional, traduciendo las observaciones en la escala siguiente:

0 décimas de cielo cubierto equivale a días despejados.

1 a 5 décimas de cielo cubierto equivale a días medio nublados.

6 a 10 décimas de cielo cubierto equivale a días nublados.<sup>19</sup>

Tomando en cuenta los datos promedio mensuales de las estaciones meteorológicas que se encuentran dentro del municipio, la mayor cantidad de días despejados (de 16 o más), se presentan en la mitad seca del año de noviembre a abril; las estaciones de Coatepec Harinas e Ixtlahuaca que se encuentran en la parte central de la zona de estudio, presentan un promedio menor de 15 días despejados durante los meses de noviembre y diciembre. (gráficas 13-18).

La zona donde se localiza el municipio tiene entre 120 y 200 días despejados al año, el menor número de días despejados se ubica en el extremo NE y el mayor número de días despejados se ubica en la porción centro-sur (mapa 17).

### 3.2.2 Días nublados.

La correlación que hay entre la duración de la insolación y la cantidad de días nublados no es muy estrecha, debido a que en un observatorio meteorológico no solamente se considera como nublado o cerrado el día cuando no se ve el Sol, sino que puede considerarse así cuando las nubes cubran grandes áreas de la esfera celeste y los rayos solares lleguen al suelo a través de un claro en la cubierta de nubes.

La presencia de nubosidad puede tener 2 orígenes principalmente: primero, se puede deber a la invasión de masas de aire frío provenientes del norte del país que se presentan en invierno o primavera y no tienen que ver con la temporada de lluvias, o en el segundo, que es resultado de las masas de aire caliente y húmedo proveniente de las masas tropicales marítimas del Golfo de México y del Mar de las Antillas; y la masa tropical marítima del Océano Pacífico que están relacionadas con la temporada lluviosa, en verano y otoño.

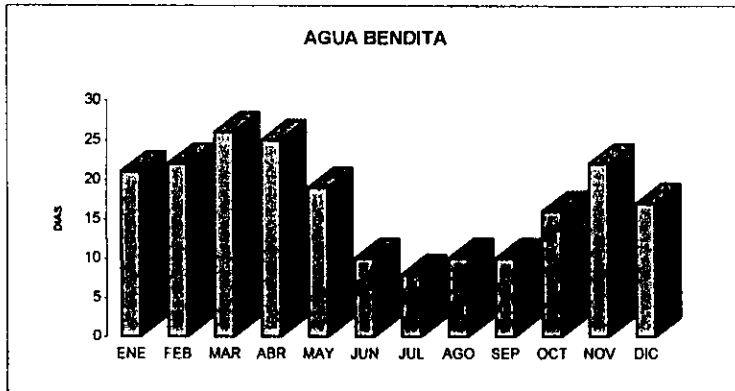
Analizando los datos de las estaciones ubicadas en el municipio, se observa que el mayor número de días nublados es en promedio mayor de 10 por mes, esto se presenta en la época húmeda y el menor número de días nublados es de 5, se presenta en la mitad seca del año. Únicamente en 2 estaciones, dentro de la zona de estudio presentan durante todo el año menos de 5 días nublados al mes; una de ellas Meyuca, ubicada al SW del municipio y la segunda esta-

---

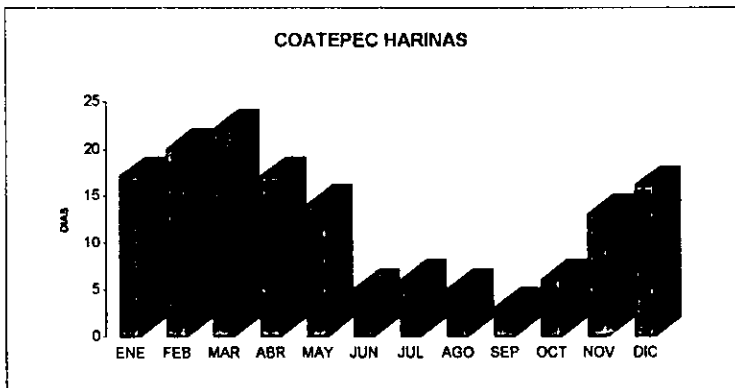
19. TAMAYO, Jorge. *Atlas del Agua*. SRIH. México, D.F. 1976, p. 44.

# Número de días despejados

GRAFICA 13



GRAFICA 14

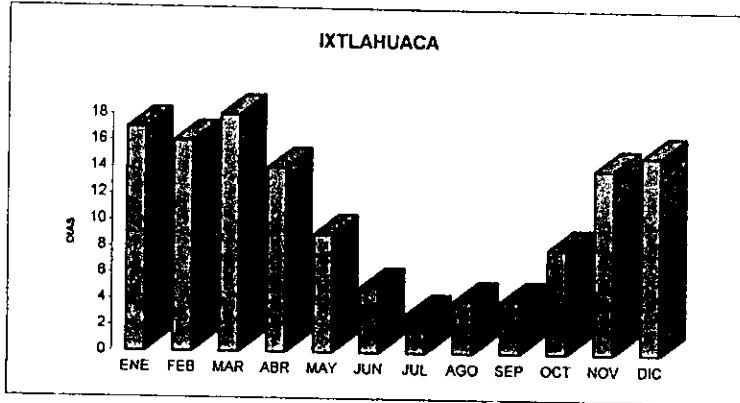


FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

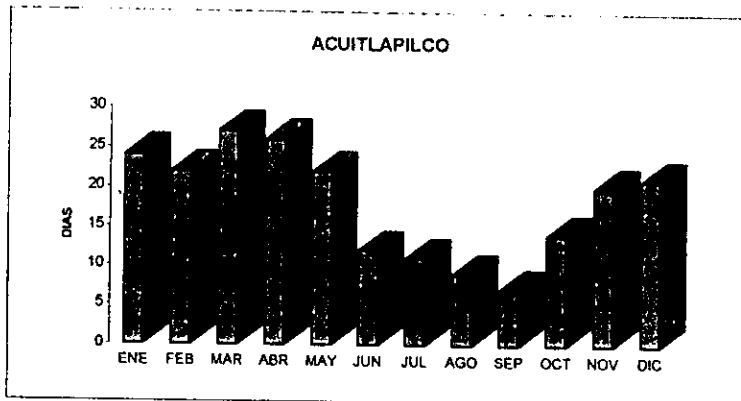


# Número de días despejados

GRAFICA 16



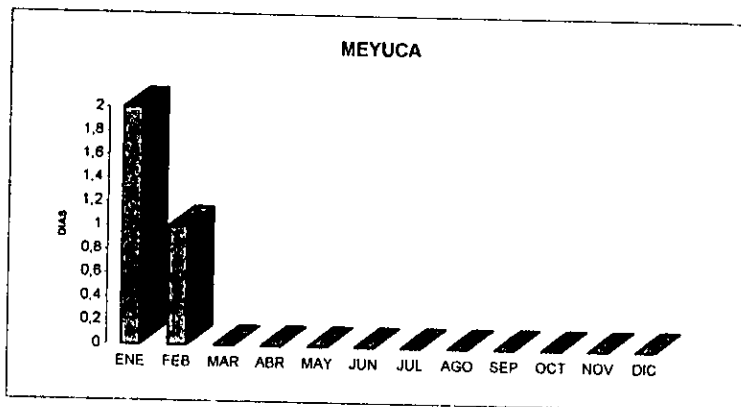
GRAFICA 16



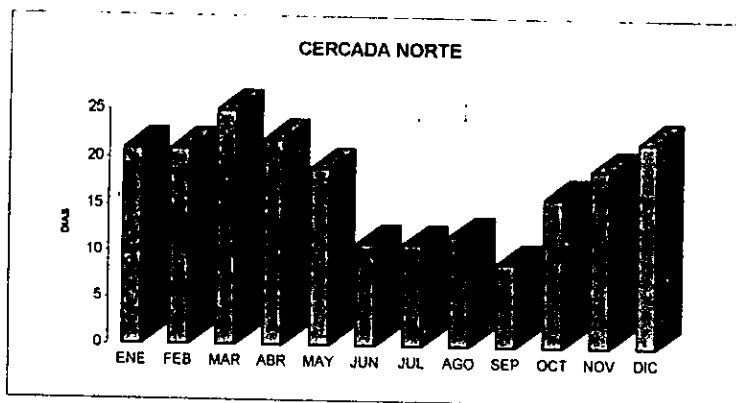
FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

# Número de días despejados

GRAFICA 17

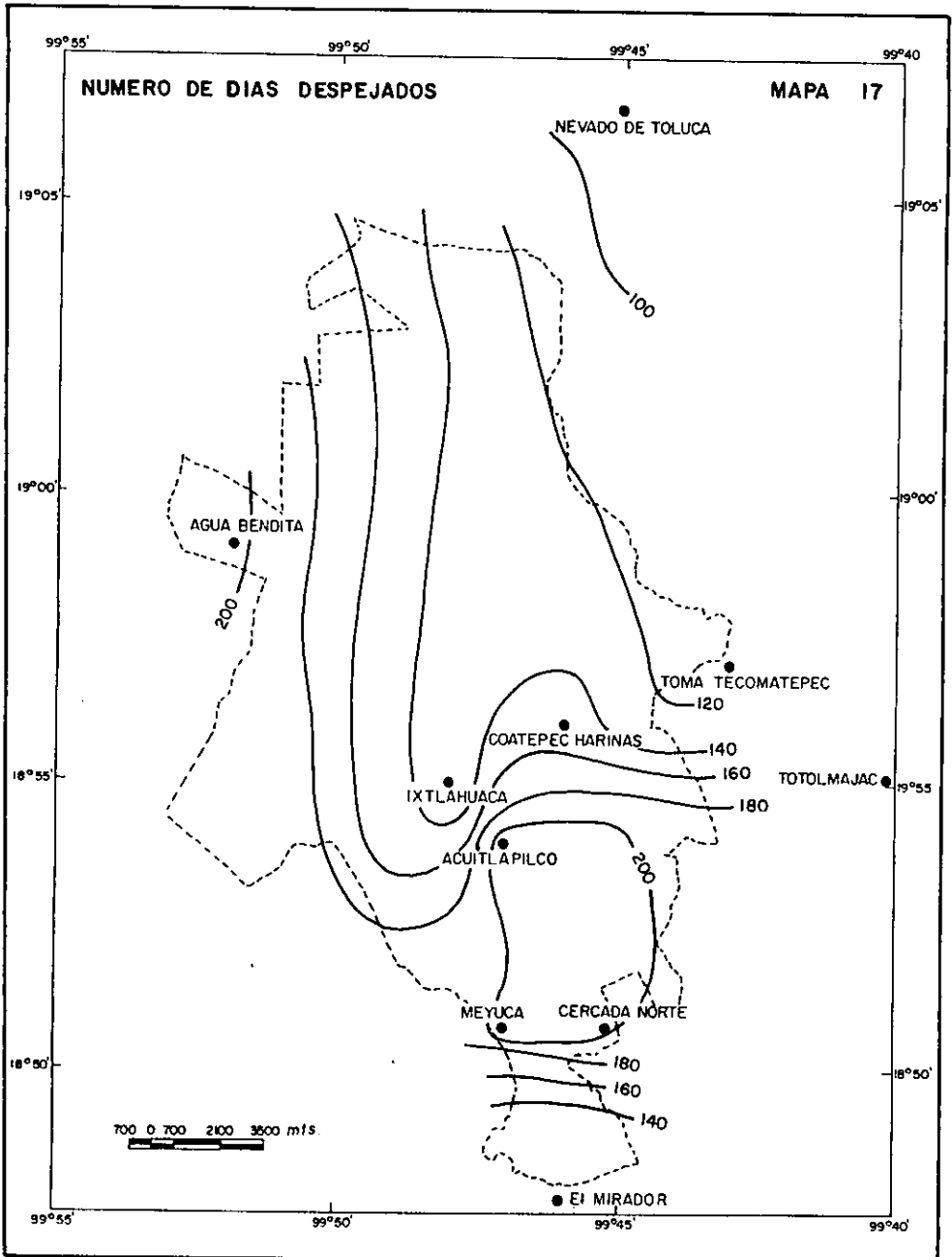


GRAFICA 18



FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS



ción, Cercada Norte, al SE, ambas localizadas a la misma latitud (gráficas 19-24).

En la distribución promedio anual de número de días nublados dentro del municipio, se observa que el menor número de días corresponde al extremo sur con menos de 40 días al año y en la parte central es la zona donde se localiza el mayor número de días nublados (160) donde se encuentra la estación Ixtlahuaca. La cantidad promedio anual de días nublados van disminuyendo del centro hacia las orillas del municipio (mapa 18).

### **3.3 Humedad Relativa.**

La humedad del aire está representada por el porcentaje de la humedad relativa. Dicho porcentaje indica el grado en que el aire está saturado con vapor de agua.

La variación de humedad relativa es inversa a la temperatura durante el día, los valores más altos corresponden al amanecer 7 hrs., que es cuando la temperatura del aire llega a su valor más bajo. Al avanzar el día la humedad relativa disminuye al calentarse el aire, llegando a un valor mínimo durante las horas de mayor calor, para aumentar paulatinamente al caer la tarde. Cuanto más caliente esté el aire, más vapor de agua puede llegar a contener. Al alcanzar el punto de saturación el aire, el vapor se visualiza en forma de niebla en la noche o de rocío en las mañanas.

Durante el año, el máximo se presenta dentro de la época lluviosa y el mínimo dentro de la época seca.

El promedio anual de humedad relativa en donde se localiza el municipio es entre 50 y 55%<sup>20</sup>, se considera como una humedad óptima para el cultivo del aguacate aquella que no supera el 60%, por lo que se refiere a este aspecto no existe impedimento para el cultivo del aguacate en dicha zona.

### **3.4 Presión Barométrica y Vientos.**

#### **3.4.1 Presión Barométrica.**

La presión del aire es el peso de la columna del aire que descansa sobre una superficie dada, tiene una altura igual al espesor de la atmósfera. Las capas bajas de la atmósfera son más densas que las altas porque soportan el peso de todas las capas que les quedan encima; y como la presión atmosférica a un nivel dado dentro de la atmósfera se debe al peso del aire que gravita sobre él, la presión atmosférica tiende a disminuir con la altitud, pero esto va a ser modificado también con la latitud.

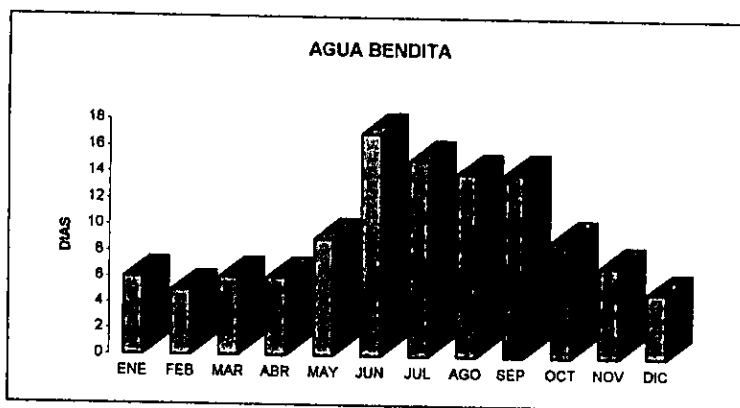
Existe una estrecha relación entre la temperatura y la presión. Cuando existe alta temperatura hay generalmente menor presión debido a que se reduce la densidad del aire, es decir, el aire se hace más liviano, al contrario con baja temperatura la presión aumenta.

---

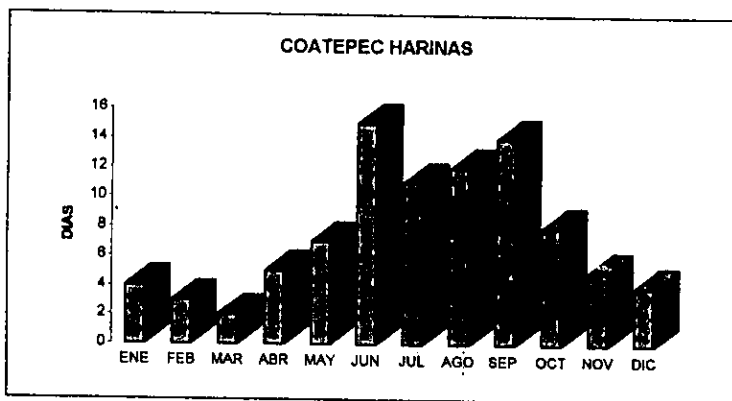
20. *Ibid* p. 57.

# Número de días nublados

GRAFICA 19



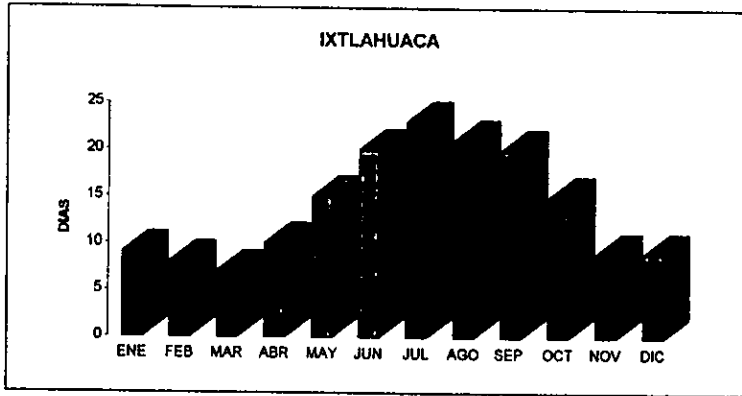
GRAFICA 20



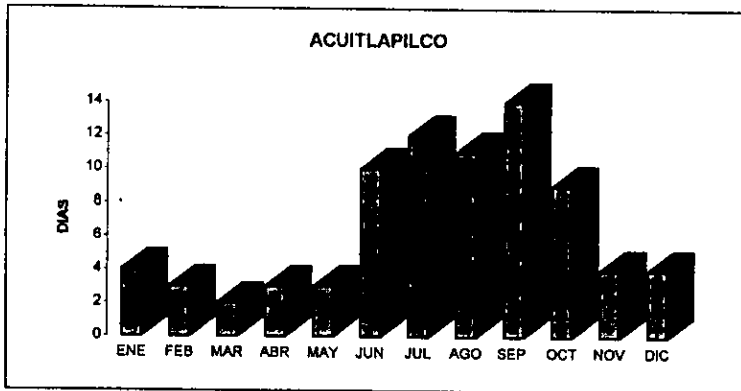
FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

# Número de días nublados

GRAFICA 21



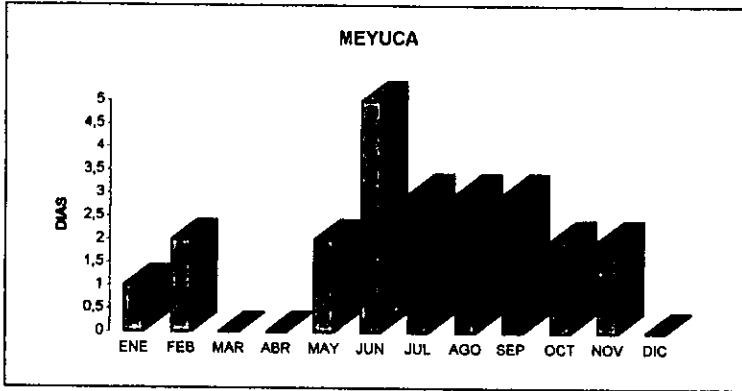
GRAFICA 22



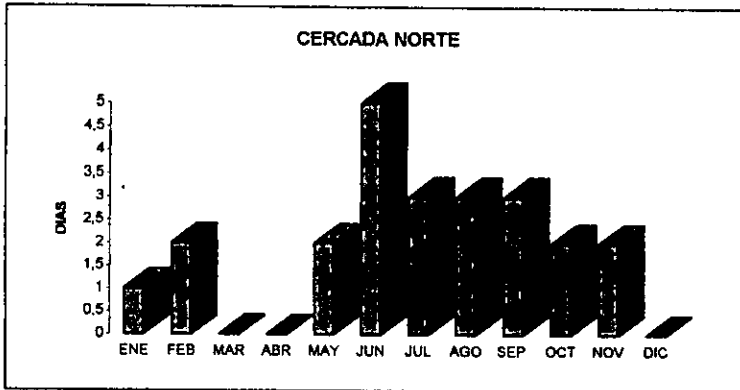
FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

# Número de días nublados

GRAFICA 23

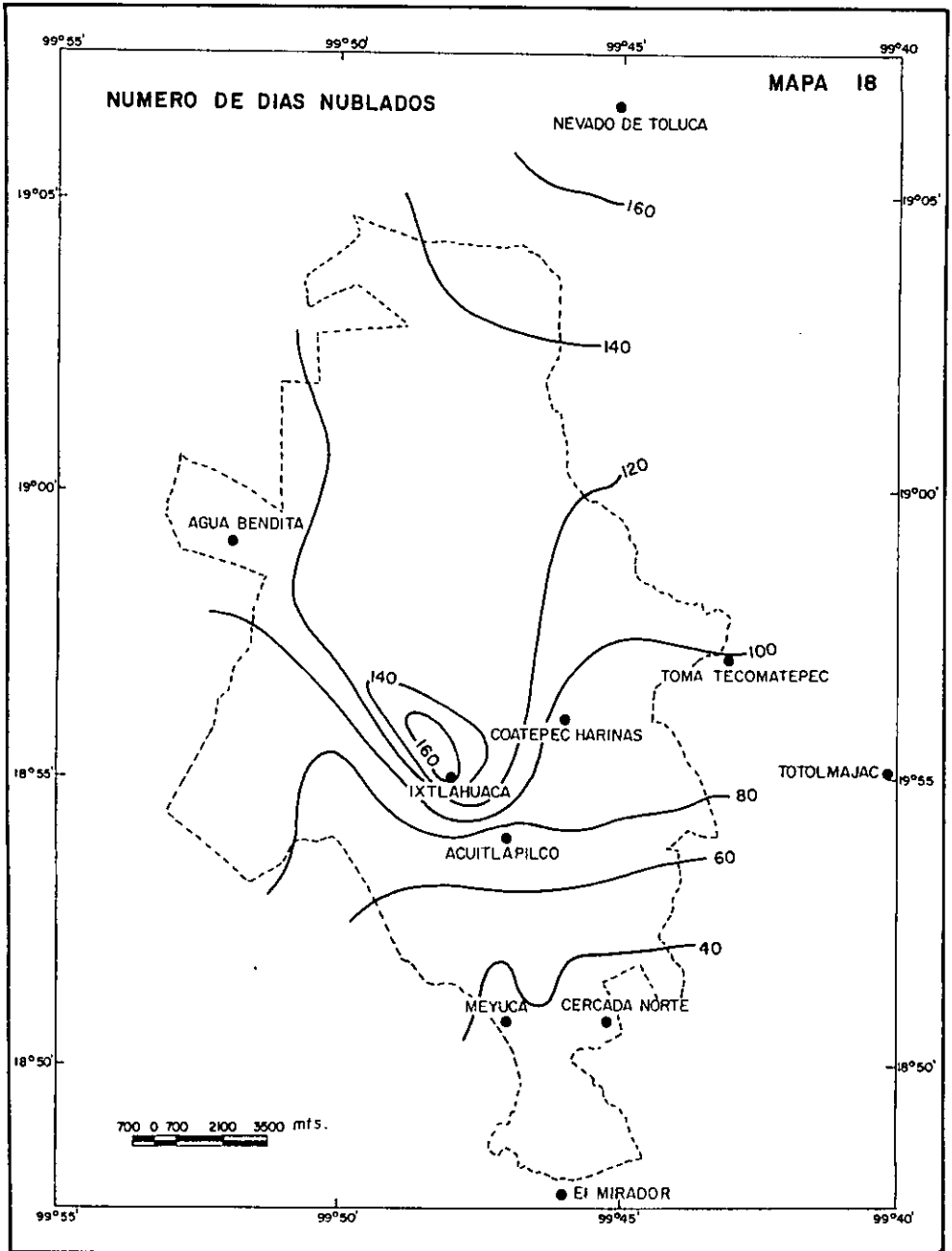


GRAFICA 24



FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS





Si la superficie de los continentes fuera plana, la isobaras deberían ser líneas equidistantes que coincidirían con los paralelos, pero esto no sucede así. La presión atmosférica disminuye con la altura, varía rápido en capas bajas y en forma lenta en capas altas, o sea que no es constante la variación como sucede con la temperatura. Al nivel del mar por cada 10 m de aumento en altura la presión disminuye 1 mm de mercurio, en 300 m se reduce 25 mm de Hg, a 6 000 m la presión se reduce a la mitad de la del nivel del mar y a 10 000 m la presión es sólo el 30% de la del nivel del mar.

El promedio anual que corresponde a la zona de estudio (municipio de Coatepec Harinas), tomando en cuenta el periodo que va de 1941 a 1970 es de 758 mm a 759 mm, o sea 1010.6 mb a 1011.9 mb respectivamente <sup>21</sup>.

### 3.4.2 Vientos.

El desplazamiento del aire se debe a la diferencia de presión existente en las diferentes zonas de la superficie terrestre.

El municipio de Coatepec Harinas por encontrarse al sur del Trópico de Cáncer se encuentra dentro de la zona donde circulan los vientos alisios, los cuales tienen una dirección NE en el hemisferio norte. De acuerdo a la superficie por donde pasan los vientos serán húmedos o secos, ya que si pasan por una superficie cubierta de agua recogerán humedad y serán vientos húmedos, si no serán vientos secos.

En verano los vientos alisios fluctúan de 20 a 30 km/h y se cargan de humedad al cruzar el Golfo de México, llegando a la costa oriental de la República Mexicana como vientos húmedos, ascienden por las laderas de la Sierra Madre Oriental y producen en la región lluvias abundantes. Los alisios profundos logran atravesar la Sierra Madre Oriental y llegar al centro del país con una dirección del este, transportando algo de humedad ocasionando precipitaciones, debido a los movimientos convectivos del aire en el fondo de los valles; y al enfriamiento por expansión adiabática que se presenta al ascender por las laderas montañosas.

En la corriente de los alisios se suelen presentar perturbaciones denominadas ondas del este que, en ocasiones, son responsables de los aguaceros nocturnos, la faja de mal tiempo que traen consigo puede tener un ancho de unos 300 km. La intensificación de una onda del este puede dar lugar a una tormenta tropical o a un vórtice ciclónico. Estas ondas que pasan por el Golfo de México prosiguen generalmente hacia el oeste, por lo que la mayoría cruzan por el Estado de México. <sup>22</sup>.

Al aproximarse la onda del este, la inversión térmica característica de los alisios, que actúa como una tapa, impidiendo la propagación del vapor de agua a niveles superiores de la atmósfera desaparece, dando la oportunidad de elevarse a alturas mucho mayores (cerca de la tropopausa) produciendo nubes convectivas y orográficas de gran desarrollo vertical que dan

21. *Ibid.* p. 23.

22. JAUREGUI, E. "Las Ondas del Este y los ciclones tropicales en México". Rev. Ing. Hidr. en México, Vol. 21, No. 3 1967.

origen a precipitaciones abundantes. Las lluvias pueden durar en forma intermitente varios días, debido a que la perturbación viaja lentamente (unos 10 a 15 km/h) <sup>23</sup>.

Otras corrientes húmedas penetran por el SE y E provocadas por los huracanes o ciclones tropicales, las cuales atraviesan la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre Occidental, ocasionando lluvias a finales de verano y principios de otoño.

En invierno los vientos alisios son débiles y sólo dominan en los niveles bajos, al sur de la República Mexicana, viéndose reemplazados en las alturas por los vientos del oeste, característicos de las latitudes medias, que son descendentes y secos, producen la sequía propia de la mitad fría del año.

En esta época tienen lugar los nortes del Golfo de México, que son invasiones de aire frío procedente de EUA y Canadá, cuando son profundos cruzan la Sierra Madre Oriental y el Sistema Volcánico Transversal, llegando a afectar el centro del país produciendo descensos de temperatura, nubosidad, algunas precipitaciones y en algunos casos en las partes altas de las Sierras producen nevadas.



Los vientos de la zona de estudio tienen su origen en la circulación general de la atmósfera, pero sus condiciones de dirección y de humedad se ven afectados por el relieve local. Los vientos son variables y de débiles a moderados con una intensidad de 0.5 a 7.9 m/seg. (cuadro 19).

---

23. JAUREGUI, E. y Consuelo Soto. "Algunas características de la precipitación y de otros elementos del clima en el Estado de Michoacán", Rev. Ing. Hidr. en México, Vol. 24, Núm. 1, 1970.

Cuadro 19

Tabla para estimar la intensidad del viento. (SMM, Aguilar, 1979)

# DE ESCALA	No. DE REGIS.	SIMBOLO REGIS.	ESPECIFICACION	VELOCIDAD EN m/seg.	DESCRIPCION DEL TIEMPO
0	0	0	calma	menor de 0.5	El humo se eleva verticalmente las hojas de los árboles están inmóviles
1 2	1		débil	de 0.6 a 3.3	Sensible a las manos y a la cara, hace mover una bandera, agita las hojas ligeras.
3 4	2		moderado	de 3.4 a 7.9	Hace flotar una bandera agita las hojas, así como las pequeñas ramas.

**ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA**

### 3.5 Precipitación y Granizo.

#### 3.5.1 Precipitación.

La cantidad de precipitación de un lugar depende del contenido de humedad de la atmósfera, la época del año, la presencia de barreras montañosas que impidan el libre paso del aire, transportando la humedad por medio del viento hacia el interior del país, así como el ascenso del aire por convección que se realiza en la estación calurosa del año y en las horas más calientes del día. El ascenso rápido que experimenta el aire precipita la humedad también rápidamente, produciendo aguaceros fuertes de corta duración, precipitación típica de la época de lluvias. La temporada de lluvias se inicia alrededor de la segunda quincena de mayo.

Haciendo un análisis de la distribución de la precipitación a lo largo del año. La máxima cantidad de precipitación se presenta en verano, la temporada regular de lluvias es de junio a septiembre. La invasión de aire húmedo proviene del Golfo de México con la entrada de los vientos alisios, los cuales presentan una dirección general del noreste a suroeste en la superficie, introducen una gran cantidad de humedad que han recogido al pasar sobre las aguas relativamente calientes del Golfo de México. Al encontrarse con las laderas montañosas que se inclinan al Golfo de México, los alisios se ven obligados a ascender, si se enfrían adiabáticamente y depositan en forma de lluvias su abundante contenido de humedad.

A finales de septiembre y principios de octubre, últimos meses de la temporada húmeda, las lluvias se ven favorecidas por la presencia de ciclones tropicales provenientes tanto del Golfo de México como del Pacífico.

Las precipitaciones frontales en nuestro país se presentan sobre el Golfo de México en invierno, asociadas con la presencia de los "nortes".

Durante el invierno los nortes se originan por el desplazamiento hacia el sur de masas de aire polar; producen precipitaciones abundantes debido a que recogen humedad del Golfo de México.

Cuando los nortes son muy intensos pueden ejercer cierta influencia en el tiempo de la Altiplanicie, originando descenso de la temperatura así como precipitaciones que duran unos dos o tres días.

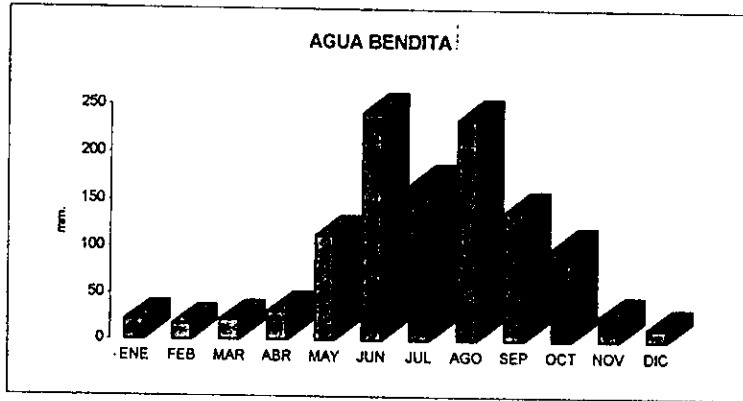
En resumen los sistemas que originan las lluvias son:

Los ciclones que penetran en las costas del Pacífico y el Golfo de México, perturbaciones que viajan junto con la corriente de los alisios, así como también la invasión de masas de aire frío y húmedo denominados "nortes".

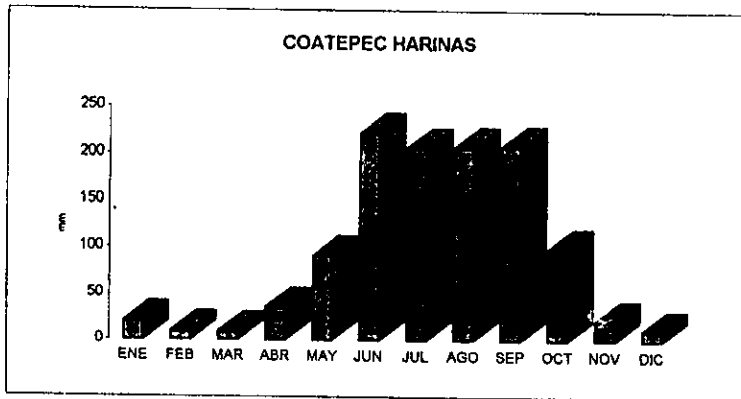
De acuerdo a las gráficas de precipitación media mensual obtenidas de los promedios de las estaciones localizadas dentro del municipio, los meses con mayor precipitación son de mayo a octubre, de los cuales, junio, julio y agosto, son los más húmedos (gráficas 25-30), registrándose la máxima precipitación en el mes de julio con 240 mm de lluvia en la estación Meyuca. Los meses con menos de 20 mm de lluvias son de noviembre a marzo registrándose el mínimo en diciembre con 3.4 mm en la estación de Meyuca (Gráfica 29).

# Precipitación media mensual

GRAFICA 25



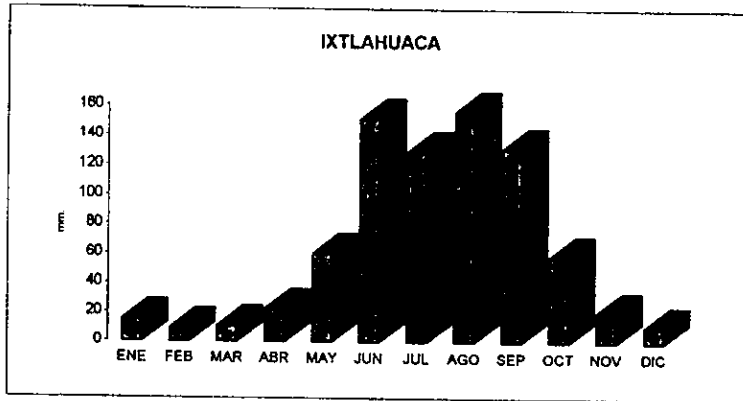
GRAFICA 26



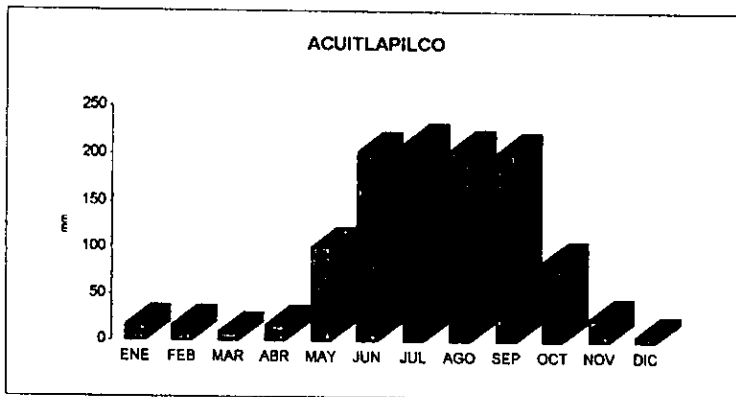
FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

# Precipitación media mensual

GRAFICA 27



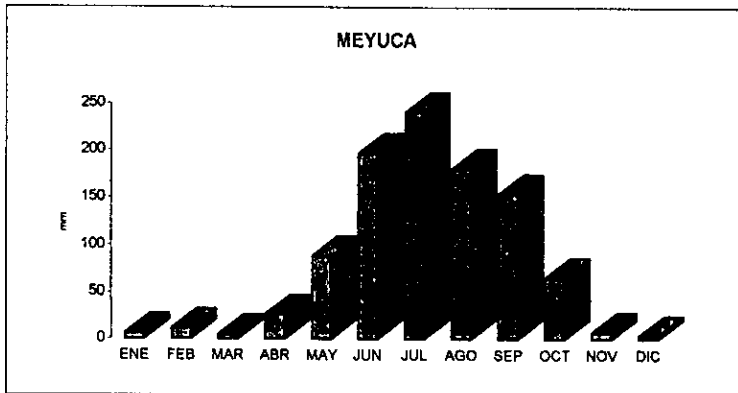
GRAFICA 28



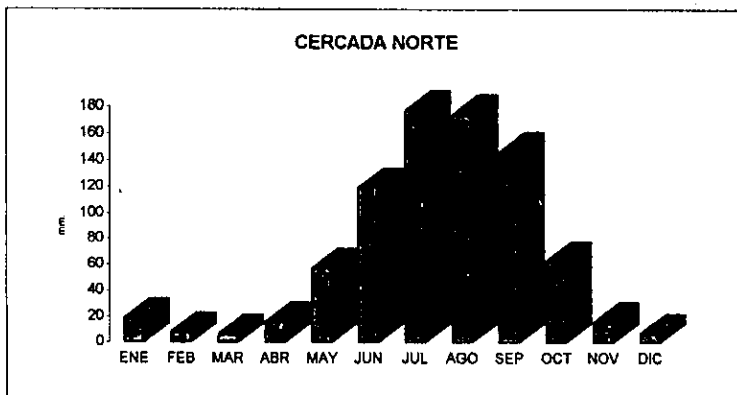
FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

# Precipitación media mensual

GRAFICA 29



GRAFICA 30



FUENTE: Archivos de la Comisión Estatal del Agua  
en el Estado de México y Servicio Meteorológico Nacional

En el mapa de precipitación media anual se observa que en una pequeña porción al NW del municipio, es más lluviosa, presentándose más de 1300 mm de lluvia al año y la más seca es una pequeña parte del centro donde se presenta menos de 800 mm de precipitación anual, registrándose dicho valor en la estación Ixtlahuaca, tal vez esta disminución se debe al aislamiento de los vientos húmedos por las altas montañas, así como al calentamiento adiabático y la sequedad relativa del aire al descender por las laderas que rodean a esta estación. Las lluvias pudieran ser de carácter convectivo por lo que a pesar de que presenta mayor cantidad de días nublados al año que las estaciones Meyuca y Cercada Norte, localizadas más al sur registra menor precipitación. (mapa 19).

### 3.5.2 Granizo.

Las nubes de desarrollo vertical son las que producen granizo. Estas nubes llamadas cúmulonimbus en época de lluvias en México se encuentran a unos 4.5 o 5.0 km y sus cimas pueden alcanzar en nuestro país hasta unos 15 km de desarrollo. Estas nubes de tormenta producen granizadas fuertes en el Altiplano mexicano, preferentemente en las laderas de las montañas que ven al Este o Noreste, que es la dirección prevaleciente de la corriente húmeda en la que viajan las nubes en la época de lluvias.

Principalmente durante el periodo lluvioso se presenta la probabilidad de granizo en la porción correspondiente al Nevado de Toluca, a esa altura el vapor de agua pasa directamente a estado sólido, debido a la temperatura inferior a 0°C, allí, la frecuencia de granizo es de 64 días al año, pero dicha zona queda fuera de los límites del municipio en la parte NE. La menor incidencia corresponde a una pequeña porción de la parte central del municipio con menos de 5 días al año, registrada en la estación Ixtlahuaca, el resto del municipio se encuentra libre de riesgo de sufrir granizadas, al no registrarse granizo durante el año.

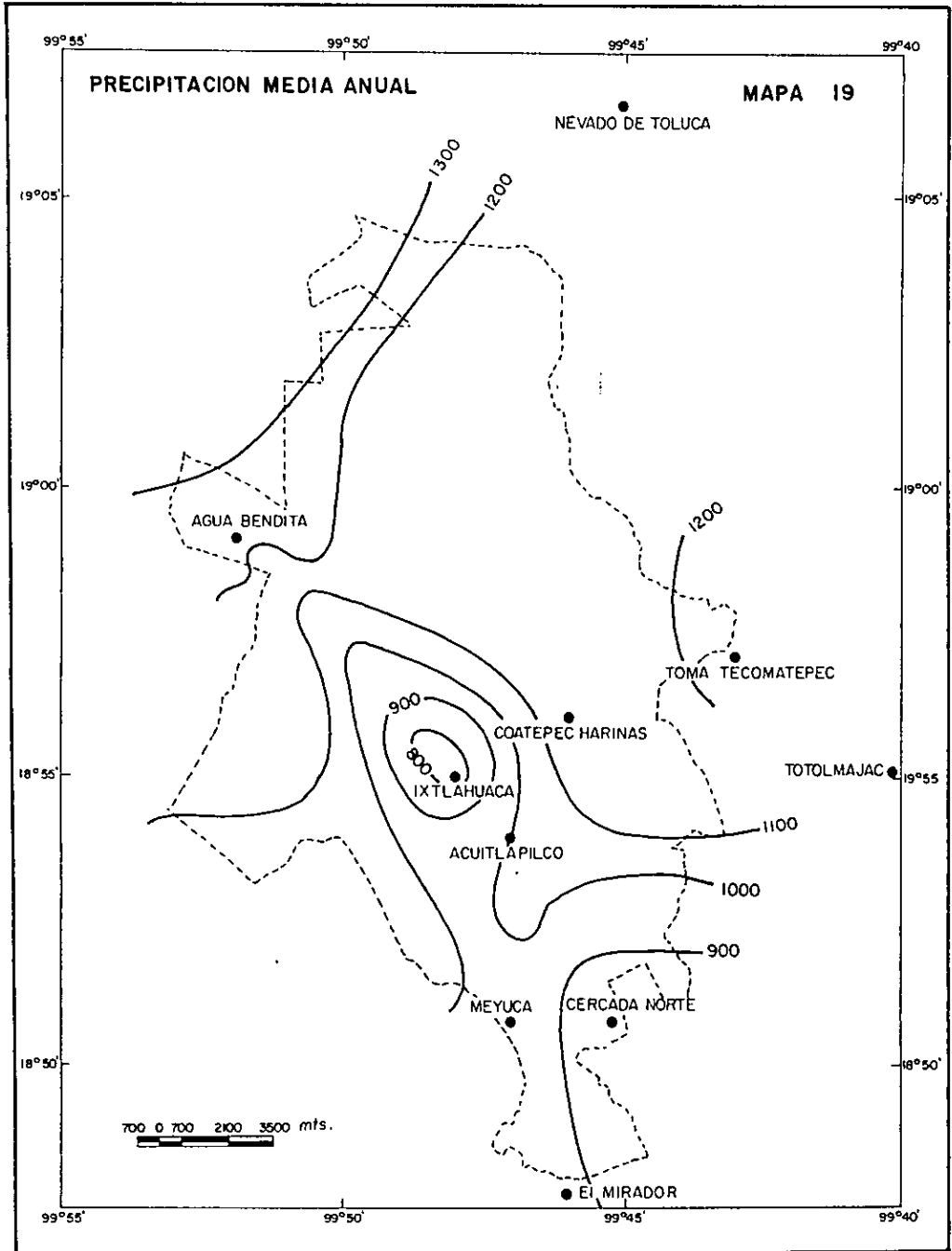
### 3.6. Clima.

Para elaborar el mapa de climas se utilizó la clasificación climática de Koeppen, con la adaptación para México, elaborada por Enriqueta García de Miranda. Se eligió dicha clasificación porque es la más conocida y manejada para la elaboración de cartas climáticas en el país.

Analizando las diferentes variables climáticas, se puede resumir que la zona de estudio presenta una precipitación total anual entre 800 mm (estación Ixtlahuaca) y 1300 mm extremo NW del municipio y una temperatura media anual entre 7°C en el extremo norte y más de 20°C en el sur (estación Meyuca). La sequía se presenta entre los meses de diciembre y marzo, con una precipitación entre 3.4 mm en diciembre (estación Meyuca) y 21.3 mm en enero y marzo (estación Agua Bendita) y los meses más húmedos corresponden a junio, julio y agosto con una precipitación entre 118.7 mm en junio (estación Cercada Norte) a 240.3 mm en julio (estación Meyuca). El mes más frío es enero con una temperatura media de 9.1°C (estación Agua



# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS



Bendita) a 19°C (estación Meyuca) y el mes más cálido es mayo con una temperatura media de 13.3°C (estación Agua Bendita) a 23°C (estación Meyuca).

De acuerdo a las condiciones climáticas ya mencionadas, existen 3 tipos de climas dentro del municipio. (mapa 20).

Una tercera parte del municipio, la porción norte, se caracteriza por ser una zona montañosa; tiene un clima Cb' (w<sub>2</sub>') (w)<sub>i</sub>. Clima semifrío subhúmedo, con lluvias en verano, con porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5%, presenta canícula y es isotermal.

En la parte central del municipio tiene un clima Cb templado subhúmedo, pero con 4 variantes:

En la estación de Coatepec Harinas presenta un subtipo climático Cb(w<sub>2</sub>') (w)<sub>i</sub>g con lluvias en verano, con porcentaje de precipitación invernal respecto al total anual menor de 5%, presenta canícula, es isotermal y presenta marcha de la temperatura tipo ganges.

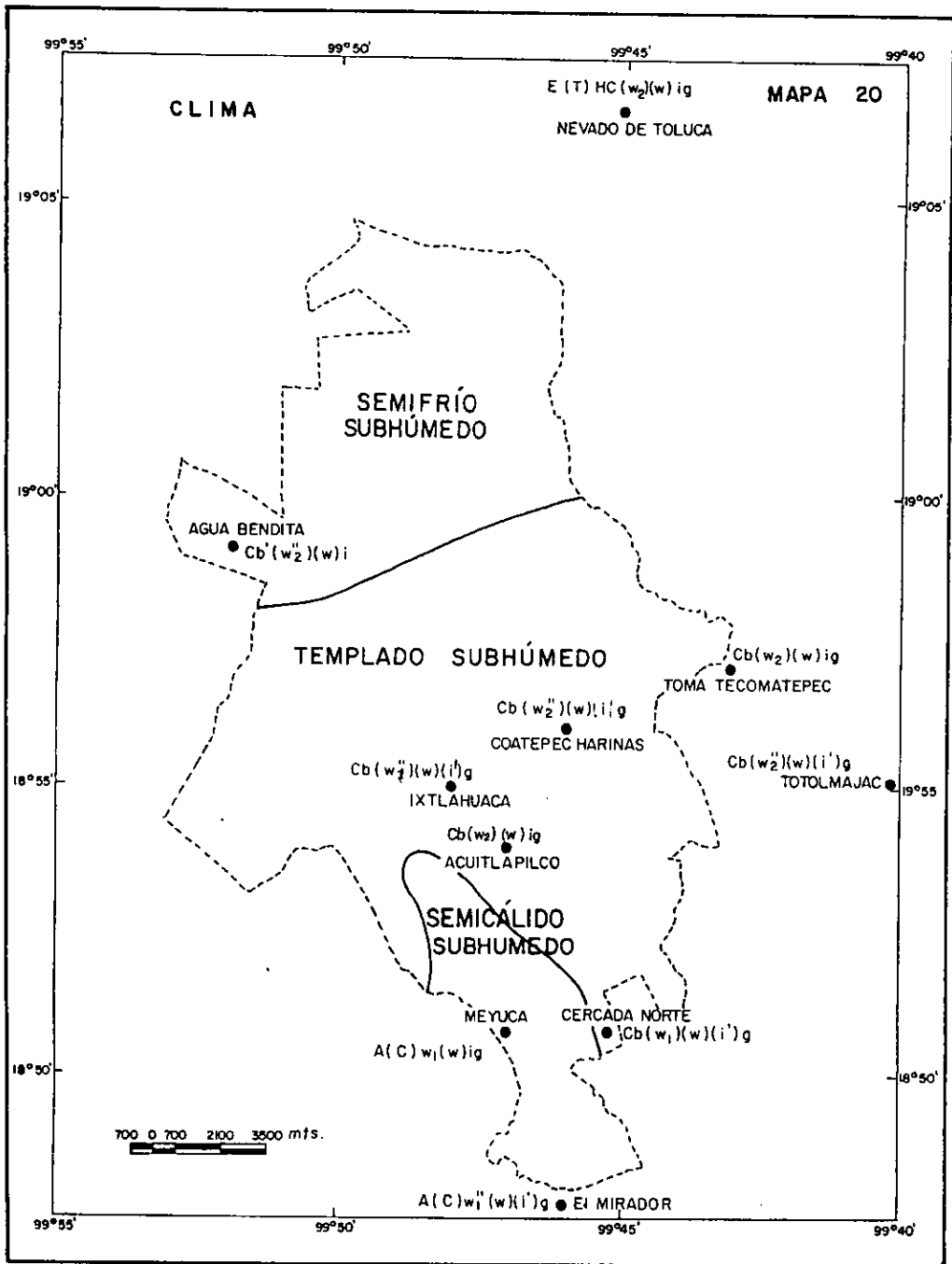
En la estación Acuitlapilco se tiene un subtipo climático Cb (w<sub>2</sub>) (w)<sub>i</sub>g, es igual que la estación anterior con la única diferencia que no presenta canícula o sequía intraestival.

Las estaciones Cercada Norte e Ixtlahuaca, presentan también un clima templado subhúmedo pero un poco más seco que las estaciones de Coatepec Harinas y Acuitlapilco.

Cercada Norte se caracteriza por un subtipo climático Cb(w<sub>1</sub>)(w)(i')g, presenta lluvias en verano con porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5%, con poca oscilación térmica y marcha de la temperatura tipo ganges e Ixtlahuaca tiene un subtipo climático Cb(w<sub>1</sub>')(w)(i')g, es igual que la estación anterior con la única diferencia que presenta canícula o sequía intraestival.

El extremo sur del municipio, lo que corresponde a la parte con menor altitud, tiene un clima A(C)w<sub>1</sub>'(w)(i')g, clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano con porcentaje de lluvia invernal con respecto a la total anual menor de 5%, hay presencia de canícula, poca oscilación térmica y con marcha de la temperatura tipo ganges.

# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS



## 4. METODO CLIMATICO DE DE FINA

### 4.1 Importancia y bases.

El estudio de las variables climáticas y la influencia que tienen en el desarrollo de las plantas cultivadas sirven para determinar las condiciones ambientales propicias para que se desarrolle con éxito un determinado cultivo, así se pueden conocer las áreas susceptibles de presentar un alto rendimiento o también planear la distribución de distintos cultivos en una área determinada a lo largo del año.

El desarrollo, crecimiento, rendimiento cuantitativo y cualitativo de las plantas cultivadas está relacionado principalmente con dos elementos climáticos que son la temperatura y precipitación y a través de éstos se pueden analizar otras variables que también tienen una estrecha relación como son: duración astronómica del día, intensidad de la radiación solar, humedad de la atmósfera, evaporación, nubosidad, etc.

Las áreas en donde se presentan condiciones climáticas similares para asegurar que los mismos cultivos tengan probabilidad de un rendimiento parecido en todas ellas, es lo que se conoce con el nombre de distrito agroclimático.

La clasificación elaborada por el agrónomo argentino Armando L. De Fina (1950), hace una delimitación de los distritos agroclimáticos en base a cinco valores termopluviométricos que son los siguientes:

- 1) Temperatura media mensual más alta del año.
- 2) Temperatura media mensual más baja del año.
- 3) Precipitación media en el trimestre más caluroso del año.
- 4) Precipitación media en el trimestre más frío del año.
- 5) Por ciento de precipitación media en el semestre restante, respecto al semestre compuesto por los trimestres más frío y más cálido del año y que constituye la base 100.

Mediante las variables termopluviométricas estudiadas, esta clasificación permite conocer cuáles son las áreas aptas para la agricultura y relacionar estas áreas con las necesidades de cada cultivo.

La escala empleada para los datos de temperatura media de los meses más calurosos y más fríos del año consta de 45 categorías que van agrupando de dos en dos grados centígrados; las categorías que le corresponden a la zona de estudio son las siguientes:

**Escala térmica para el mes más  
caluroso o más frío**

Categoría	Temperatura media mensual en grados centígrados		
31	+ 8 <sup>o</sup>	a	9.9 <sup>o</sup>
32	10 <sup>o</sup>		11.9 <sup>o</sup>
33	12 <sup>o</sup>		13.9 <sup>o</sup>
34	14 <sup>o</sup>		15.9 <sup>o</sup>
35	16 <sup>o</sup>		17.9 <sup>o</sup>
36	18 <sup>o</sup>		19.9 <sup>o</sup>
37	20 <sup>o</sup>		21.9 <sup>o</sup>
38	22 <sup>o</sup>		23.9 <sup>o</sup>

La escala empleada para la precipitación media de los trimestres más calurosos y más fríos del año, consta de 9 categorías, las que corresponden a la zona de estudio son:

**Escala de precipitaciones para el trimestre  
más caluroso o más frío.**

Categoría	Precipitación media trimestral en mm.		
0	0	a	24.9
1	25		49.9
2	50		99.9
3	100		199.9

Y por último, los valores para el porcentaje de la precipitación del semestre restante, presenta 4 categorías de las cuales dos corresponden al municipio y son:

Escalas del por ciento de precipitaciones en el semestre restante, respecto a las que se registran en el semestre compuesto por el trimestre más caluroso y el más frío y que constituyen la base 100.

Categoría	Por ciento de precipitaciones		
(sin signo)	50	a	199.9
+	200		399.9

Cada distrito fue representado con 2 quebrados. El primer quebrado (térnico), está constituido por dos categorías de temperatura, el numerador, tiene la categoría perteneciente a la temperatura media mensual más alta en el año y en el denominador, presenta la categoría de la temperatura media mensual más baja del año. El segundo quebrado (pluviométrico), tiene como numerador la categoría perteneciente a la precipitación media del trimestre más caluroso del año y en el denominador la categoría perteneciente a la precipitación media en el trimestre más frío del año. Posteriormente se le agrega el signo que le corresponda, dependiendo del porcentaje de precipitación media del semestre restante.

Al combinar las cinco variables termopluviométricas, se obtiene la delimitación de los diferentes distritos agroclimáticos en una zona.

A fin de facilitar el estudio de las afinidades y la identificación de los distritos agroclimáticos, conviene proceder a la clasificación gradual y general de los mismos. De Fina agrupa los distritos de la siguiente manera:

- Ordenes. Distritos que presentan idéntica categoría, en el numerador del quebrado térmico.
- Familias. Distritos que presentan idéntica categoría en el numerador y denominador del quebrado térmico.
- Género. Distritos que presentan quebrado térmico idéntico, así como también el numerador del quebrado pluviométrico:
- Especie. Distritos que presentan idéntico quebrado térmico e idéntico quebrado pluviométrico, en este último considerando el signo +, si existe. Todos los distritos de una sola Especie son uno mismo pero repetido en varias regiones.

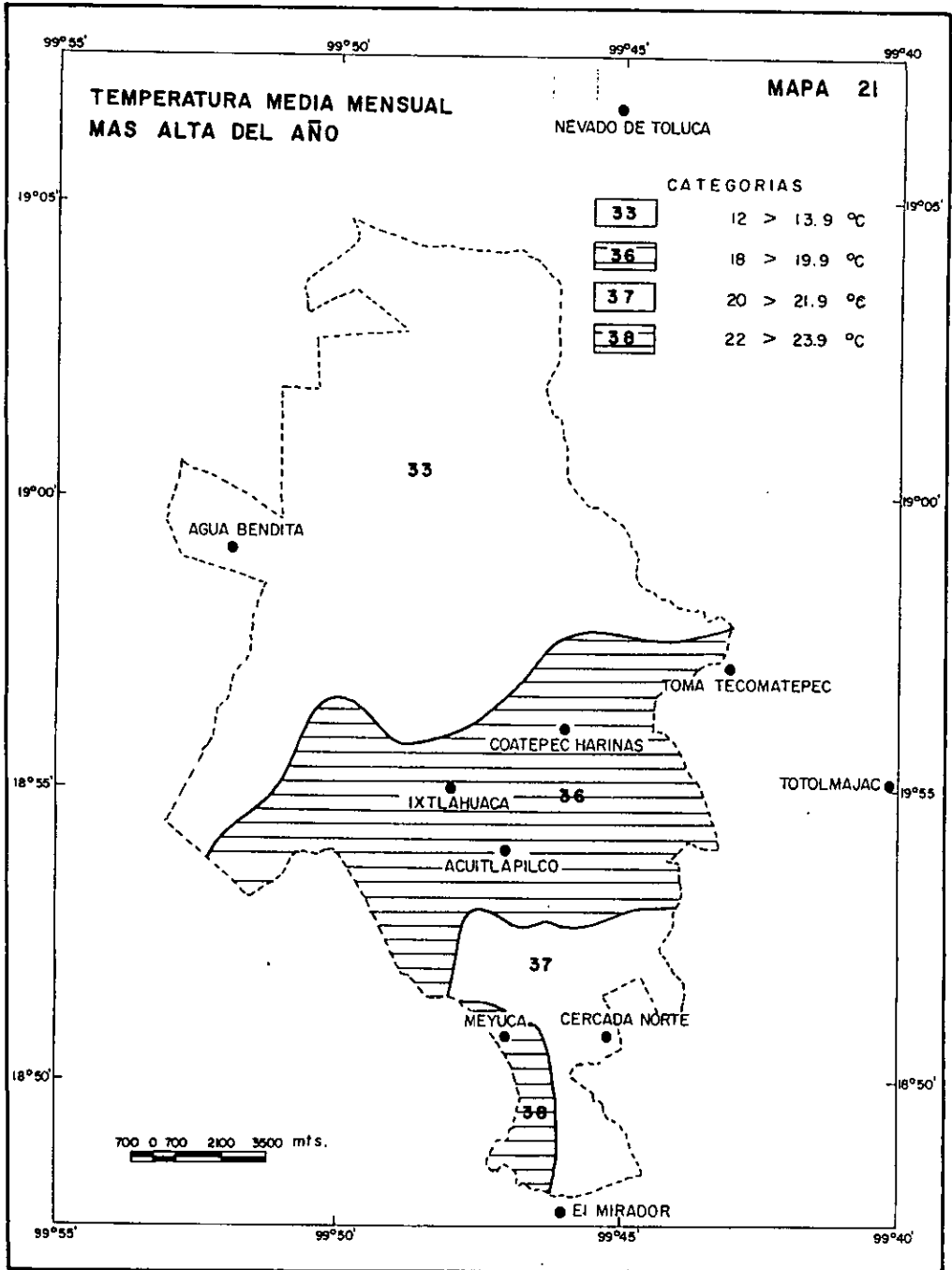
#### 4.2 Clasificación de los Distritos Agroclimáticos.

Tomando en cuenta los datos correspondientes a las 6 estaciones que se encuentran dentro del municipio y a las 4 que se encuentran a su alrededor, se procedió a clasificar los distritos agroclimáticos de acuerdo al método de De Fina. Para poder determinarlos se elaboraron cinco mapas como se explica a continuación:

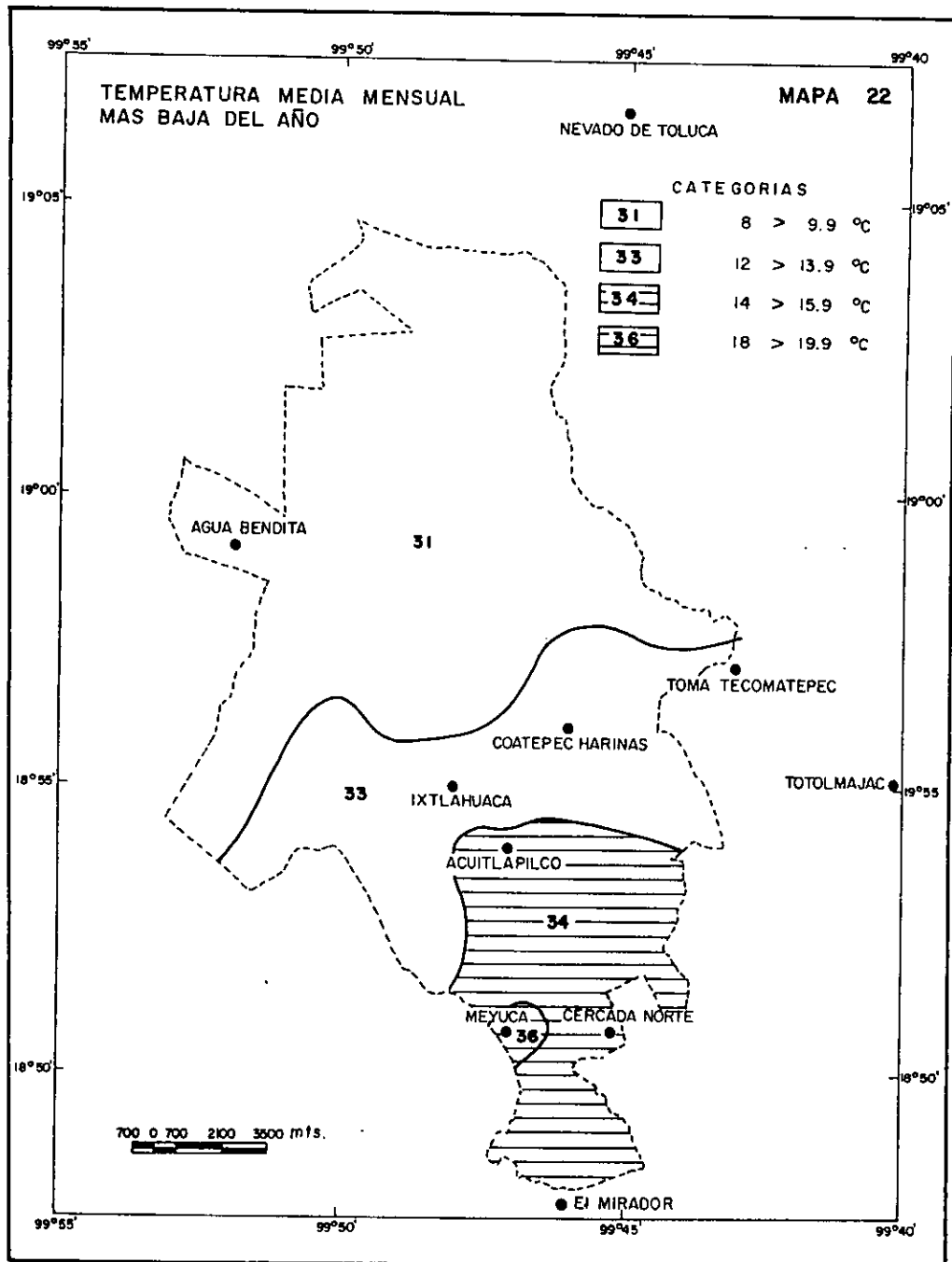
1) Mapa de isotermas de la temperatura media mensual más alta del año. En dicho mapa las áreas correspondientes a categorías par en la escala térmica se achuraron en forma horizontal y las categorías impares se dejaron en blanco (mapa 21).

2) Mapa de isotermas de la temperatura media mensual más baja del año. Aquí las áreas de categoría par en la escala térmica se achuraron en forma horizontal discontinua y las categorías impares se dejaron en blanco (mapa 22).

# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS



# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS





3) Mapa de isoyetas de precipitación media del trimestre más caluroso del año. Las categorías pares se achuraron con líneas verticales y las categorías impares se dejaron en blanco (mapa 23).

4) Mapa de isoyetas de precipitación media del trimestre más frío del año. Por encontrarse el municipio dentro de una categoría par, se achuró todo con líneas verticales discontinuas (mapa 24).

5) Mapa de isolíneas de porcentaje de precipitación media del semestre restante, respecto al semestre compuesto por el trimestre más cálido y el más frío del año. Las áreas que se encuentran entre 200 y 399.9% se achuraron con líneas oblicuas discontinuas descendentes de derecha a izquierda y se le agregó el signo + y el resto del municipio se dejó en blanco y sin signo por encontrarse entre la categoría de 50 y 199.9% (mapa 25).

De la sobreposición de estos cinco mapas surge el sexto, en donde aparecen delimitados ocho distritos agroclimáticos (mapa 26).

Los distritos agroclimáticos son los siguientes:

**1. Distrito Agua Bendita.** 33/31 3/0. La temperatura media del mes más caluroso del año oscila entre 12.0 y 13.9°C y la temperatura media del mes más frío se encuentra entre 8.0 y 9.9°C.

La precipitación media del trimestre más caluroso del año, se encuentra entre 100 y 199.9 mm y la del trimestre más frío del año, está entre 0 y 24.9 mm.

El porcentaje de precipitación media del semestre restante oscila entre 50 y 199.9%, es decir, sin tomar en cuenta el trimestre del año más caluroso, ni al más frío.

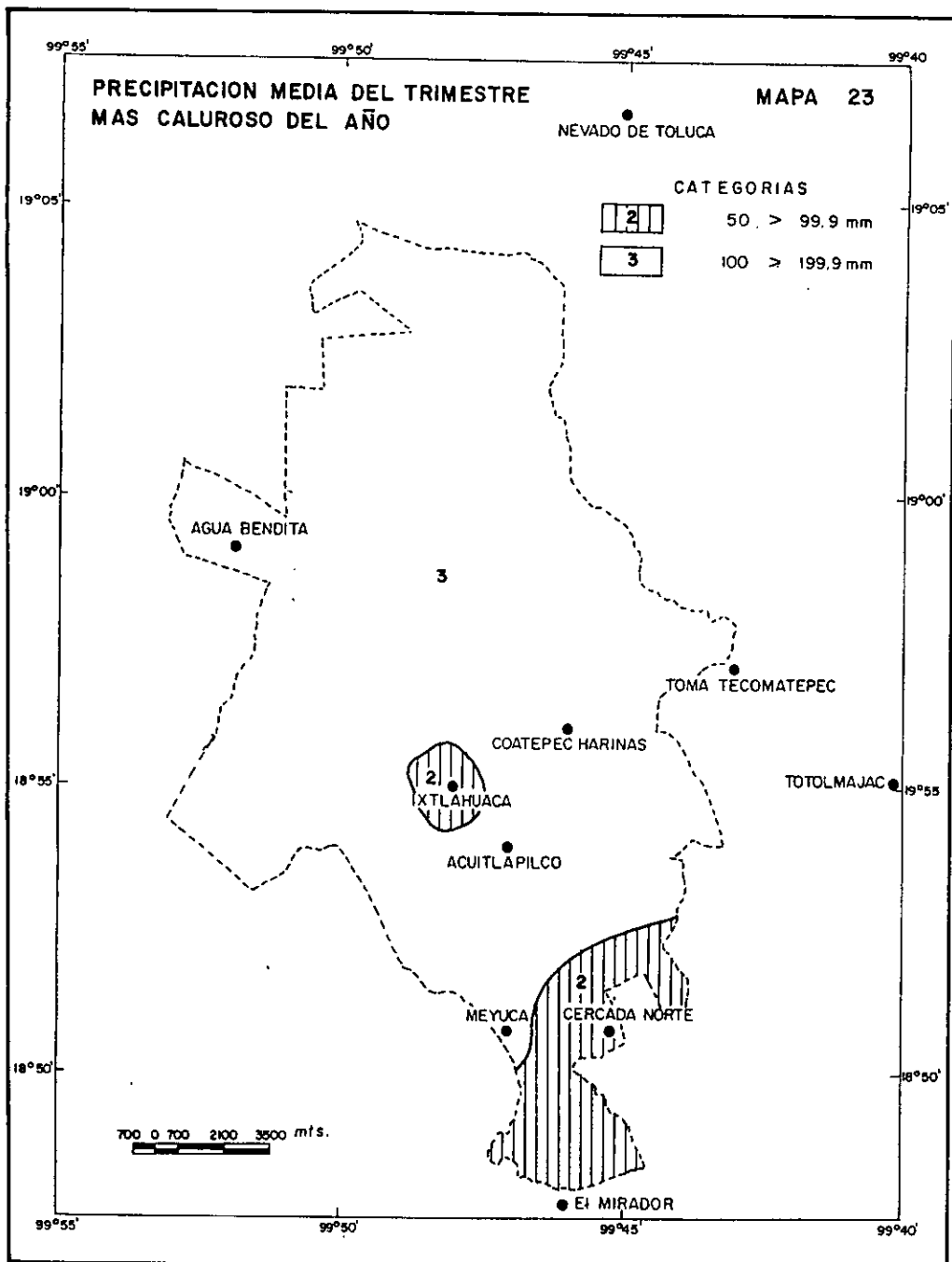
Dicho distrito ocupa casi el 50% del municipio, se localiza en la porción norte, siendo esta región la más alta, con altitudes que van de los 3200 m.s.n.m. en la parte norte lo que corresponde a las faldas del Nevado de Toluca, a las 2200 m.s.n.m. en la porción sureste, zona que colinda con el cerro El Palmar. Es una zona donde predominan elevaciones como el Cerro Calotepec en el extremo norte y yendo más al sur se encuentra el Cerro Gordo y Picacho.

El tipo de suelo que presenta la zona es el andosol tímbrico, predomina una vegetación natural de bosque de pino-oyamel, aunque existen pequeñas porciones en la parte central que presentan práctica de agricultura de riego y de temporal.

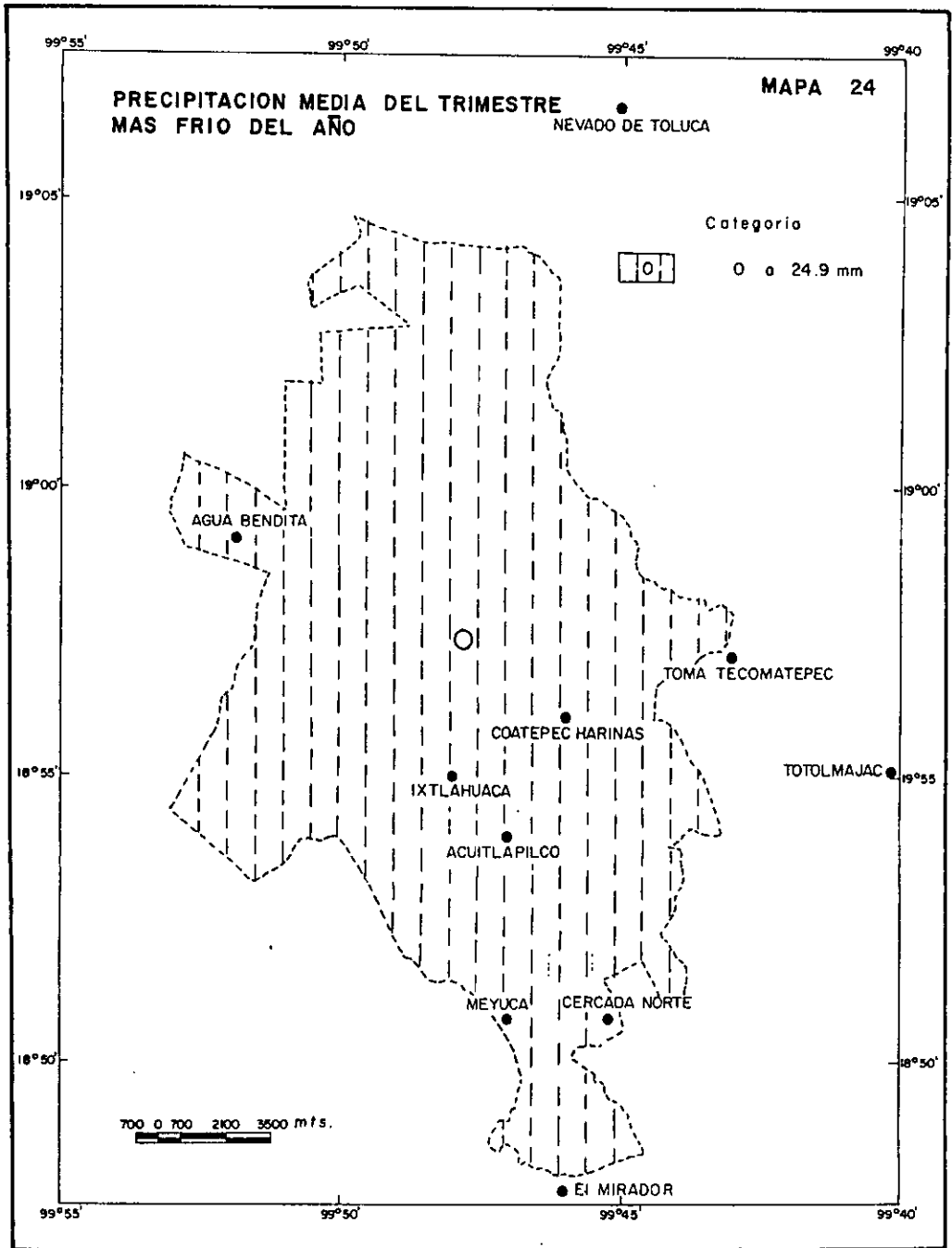
La temperatura máxima promedio es superior a los 15°C registrándose la máxima en los meses de abril y mayo con temperaturas superiores a los 19°C. La temperatura mínima promedio es superior a los 2.5°C todo el año, existen seis meses que se registran temperaturas mínimas por debajo de los 7°C, esto ocurre entre los meses de noviembre y abril. Las heladas se presentan entre los meses de noviembre y mayo y el promedio de días con heladas al año es de 98.

La precipitación total anual es de más de 2700 mm.

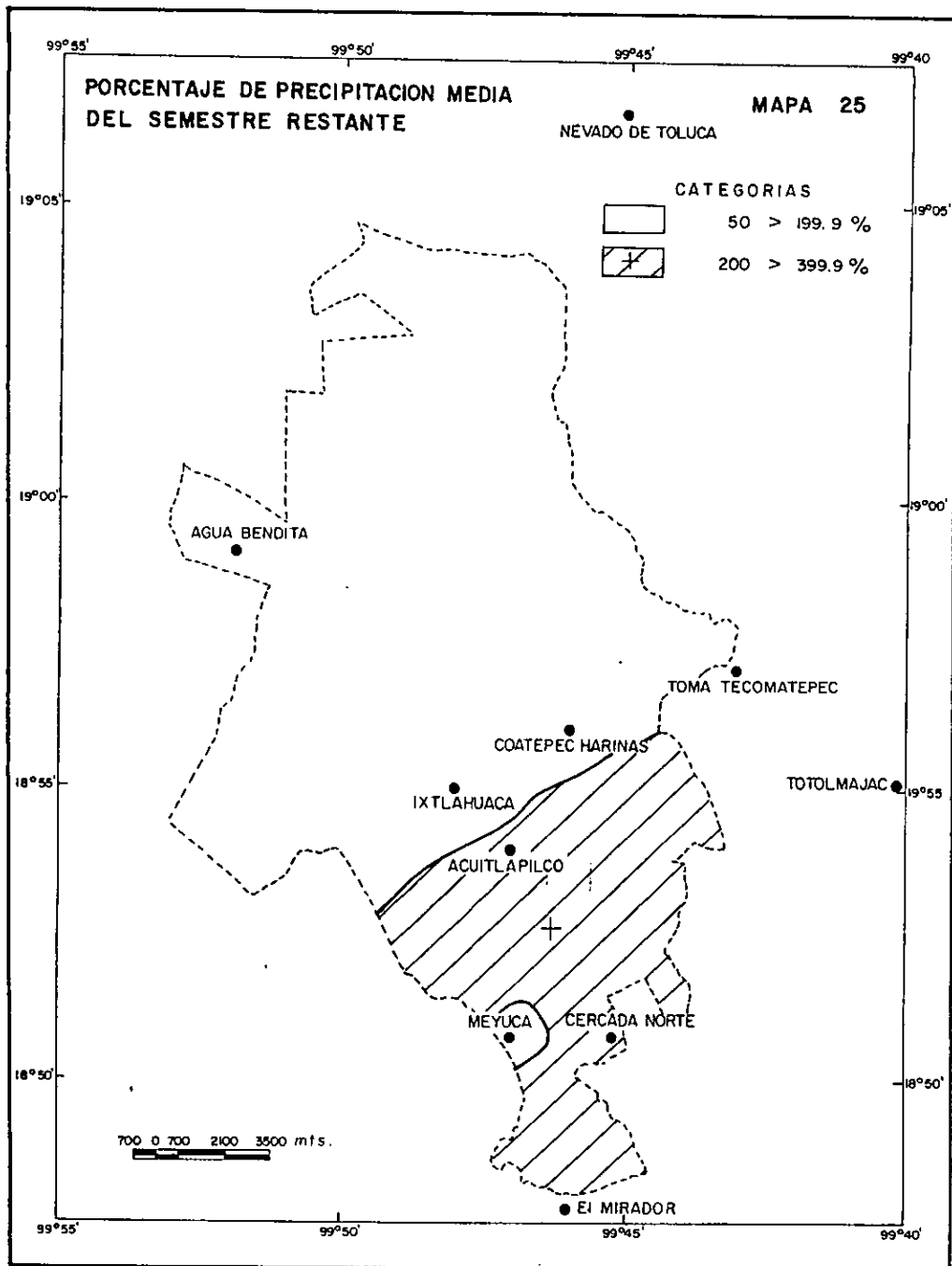
# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS



# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS



# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS











# MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS

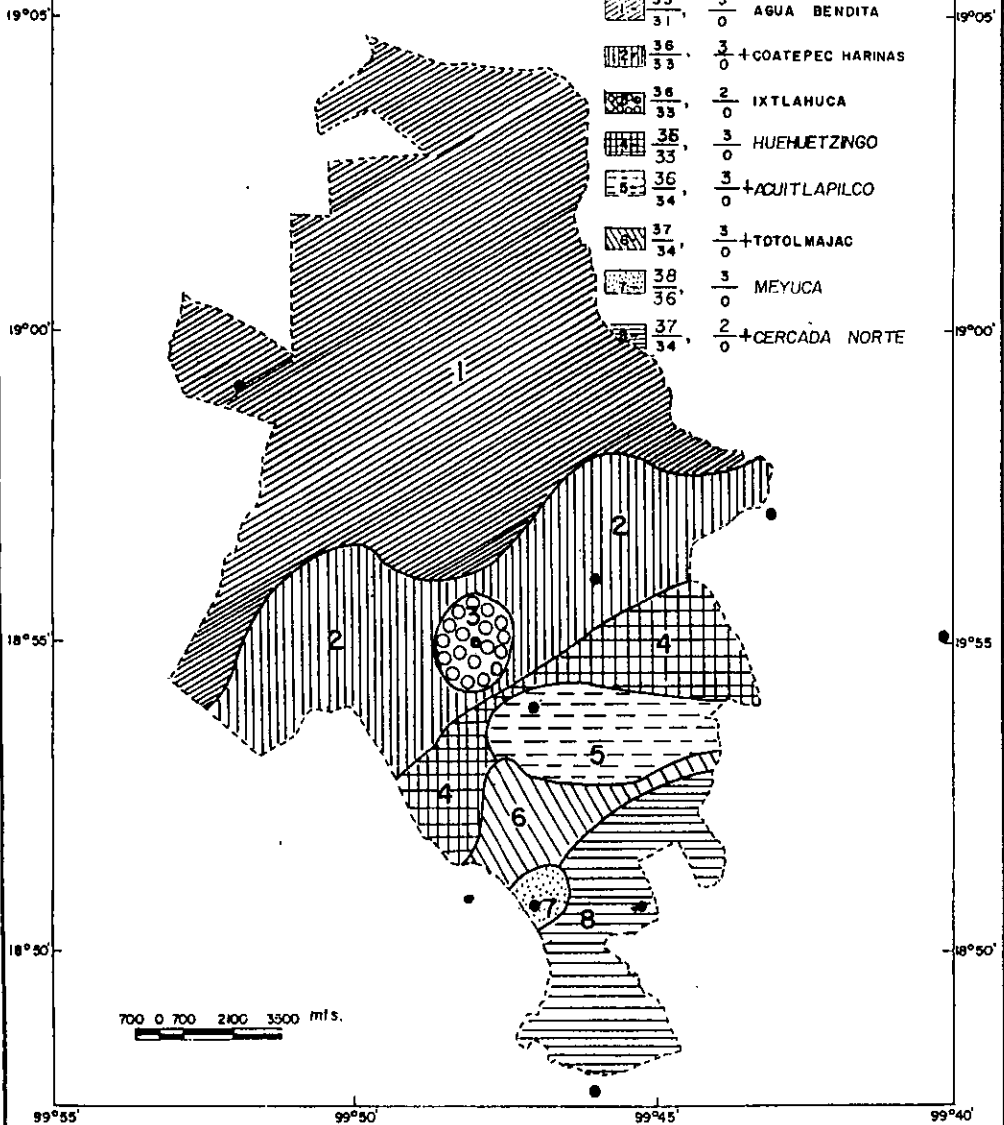
MAPA 26

## DISTRITOS AGROCLIMATICOS

NEVADO DE TOLUCA

### DISTRITOS

	$\frac{33}{31}$	$\frac{3}{0}$	AGUA BENDITA
	$\frac{36}{33}$	$\frac{3}{0}$	COATEPEC HARINAS
	$\frac{36}{33}$	$\frac{2}{0}$	IXTLAHUCA
	$\frac{36}{33}$	$\frac{3}{0}$	HUEHUETZINGO
	$\frac{36}{34}$	$\frac{3}{0}$	ACUITLAPILCO
	$\frac{37}{34}$	$\frac{3}{0}$	TOTOLMAJAC
	$\frac{38}{36}$	$\frac{3}{0}$	MEYUCA
	$\frac{37}{34}$	$\frac{2}{0}$	CERCADA NORTE



700 0 700 2100 3500 mts.

**2. Distrito Coatepec Harinas. 36/33 3/0 +.** La temperatura media del mes más cálido del año, se encuentra entre 18 y 19.9°C y la temperatura media del mes más frío del año está entre 12 y 13.9°C.

La precipitación media del trimestre más caluroso del año se encuentra entre 100 y 199.9 mm y la precipitación media del trimestre más frío del año oscila entre 0 y 24.9 mm. El porcentaje de precipitación media del semestre restante se sitúa entre 50 y 199.9%, esto es sin tomar en cuenta el trimestre más caluroso del año, ni al trimestre más frío del año.

Este distrito se ubica en una franja de la parte central que va de oeste a este del municipio, se presentan altitudes que van de los 2500 m.s.n.m. en a parte norte, a los 2000 m.s.n.m. que se ubica en la parte sur de dicho distrito. presenta un relieve menos abrupto que el distrito anterior, presentándose únicamente dos elevaciones de importancia en el extremo este que son el cerro El Palmar y el cerro El Espinal.

El tipo de suelo que más predomina en la zona es andósol úmbrico en la parte norte y el luvisol crómico en la parte sur, sin embargo existe en la porción central dos pequeñas áreas con un tipo de suelo cambisol eútrico y en el extremo este, hay una pequeña porción que presenta suelo cambisol crómico. Existen algunas porciones intermontañas en la zona central en donde se practica la agricultura de riego, en la porción oeste existen pequeñas áreas donde se practica la agricultura de temporal, también hay una pequeña zona en el extremo suroeste ocupada por pastizales inducidos y se presentan algunas porciones principalmente en las partes altas ocupadas por bosques de pino y oyamel.

La temperatura máxima promedio supera los 20°C, presentándose la máxima durante los meses de abril y mayo con temperaturas que superan los 25.5°C. La temperatura mínima promedio registrada se encuentra por arriba de los 6°C durante todo el año, las temperaturas más bajas se presentan durante los meses de diciembre, enero y febrero con temperaturas menores de 7°C. Las heladas son escasas, un promedio de 10 días al año y ocurren entre los meses de noviembre y febrero.

La precipitación total anual supera los 1100 mm.

**3. Distrito Ixtlahuaca. 36/33 2/0.** Presenta una temperatura del mes más caluroso del año entre 18° y 19.9°C y la temperatura media del mes más frío se encuentra entre 12 y 13.9°C.

Presenta una precipitación media del trimestre más caluroso del año entre 50 y 99.9 mm y la registrada en el trimestre más frío del año se encuentra entre 0 y 24.9 mm.

El porcentaje de la precipitación media del semestre restante, que no incluye ni al trimestre más cálido del año, ni al trimestre más frío del año respecto al que los contiene está entre 50 y 199.9%. La precipitación total anual es mayor a 770 mm.

Ocupa una pequeña región semiplana de la parte central, localizada a una altitud promedio de 2180 m.s.n.m., presenta un suelo luvisol crómico, dicha zona se encuentra ocupada por bosques de pino-oyamel y por agricultura de riego.

La temperatura máxima promedio es mayor a 20°C, el máximo registrado se encuentra entre abril y mayo con una temperatura superior a 25°C. La temperatura mínima promedio se encuentra por arriba de los 2.5°C, se presentan cinco meses durante el año con temperaturas por debajo de los 8°C, los cuales se presentan entre noviembre y marzo. Existe en promedio 70 días con heladas al año entre los meses de octubre y abril.

**4. Distrito Huehuetzingo 36/33 3/0.** Cuya temperatura del mes más cálido del año se ubica entre los 18 y 19.9°C y la temperatura media del mes más frío del año se encuentra entre 12 y 13.9°C.

La precipitación media del mes más caliente del año está entre 100 y 199.9 mm y la precipitación del mes más frío del año está entre 0 y 24.9 mm.

El porcentaje de precipitación del semestre que no incluye ni al trimestre más cálido del año, ni al trimestre más frío del año respecto al que contiene, está entre 200 y 399.9%. La precipitación total anual es mayor de 1000 mm.

Ocupa una franja de oeste a este en la parte central del municipio con una altitud de alrededor de 2200 m.s.n.m., predominando en la parte este las zonas semiplanas. Tiene predominio de suelo luvisol crómico en la zona este y suelo leptosol lítico en la porción oeste. Predomina en el distrito el bosque de pino-oyamel y presenta pequeñas zonas ocupadas por agricultura de riego, existe una pequeña porción de agricultura de temporal en el extremo este.

Tomando en cuenta los datos de la estación Acuitlapilco. Las temperaturas máximas promedio superan los 22°C todos los meses del año, alcanzando la máxima temperatura entre abril y mayo con más de 26°C. Las temperaturas mínimas promedio se encuentran por arriba de 6°C durante todo el año, registrándose las temperaturas menores en los meses de diciembre y enero con 6.7 y 6.5°C respectivamente. El periodo de heladas es de noviembre a marzo, registrándose en promedio durante el año 18 días con heladas.

**5. Distrito Acuitlapilco 36/34 3/0 +.** Presenta una temperatura media del mes más caluroso del año entre 18 y 19.9°C, la temperatura media del mes más frío del año se encuentra entre 14 y 15.9°C.

La precipitación media del trimestre más caluroso del año oscila entre 100 y 199.9 mm y la precipitación media del trimestre más frío del año oscila entre 0 y 24.9 mm. La precipitación total anual se cuenta por arriba de los 1090 mm.

El porcentaje de precipitación media del semestre restante, es decir, sin tomar en cuenta la precipitación media del trimestre más caluroso del año y la precipitación media del trimestre más frío del año respecto al que los contiene está entre 200 y 399.9%. Su precipitación total anual es mayor a 1000 mm.

El distrito abarca una pequeña porción de la zona este del municipio, con una altitud entre 2000 y 2254 m.s.n.m., se localiza en una zona poco abrupta. Tiene suelo luvisol crómico en la parte norte y oeste, existe una pequeña franja de suelo vertisol eútrico y en el extremo este del

Es el distrito más pequeño con que cuenta el municipio, localizado en la porción sur, colindando con el municipio de Almoloya de Alquisiras, con una altitud media de 1850 m.s.n.m. Presenta suelo leptosol lítico, se practica la agricultura de riego en la parte sur y una pequeña porción de la parte norte está cubierta de bosque de pino-oyamel.

Las temperaturas máximas promedio durante todo el año son superiores a los 24°C, las temperaturas más altas se presentan en los meses de abril y mayo con una temperatura de 28°C. Las temperaturas mínimas promedio son superiores a los 12.5°C durante todo el año, los meses de diciembre y enero son los que presentan las temperaturas más bajas con 12.9°C. Se llegan a presentar heladas en forma aislada durante enero y febrero y con un promedio de 3 heladas al año.

**8. Distrito Cercada Norte.** 37/34 2/0 +. Presenta una temperatura media del mes más caluroso del año entre 20 y 21.9°C y una temperatura media del mes más frío del año entre 14 y 15.9°C.

La precipitación media en el trimestre más caluroso del año se encuentra entre 50 y 99.9 mm y la precipitación media en el trimestre más frío del año se encuentra entre 0 y 24.9 mm.

El porcentaje de precipitación del semestre restante que no incluye ni al trimestre más caliente del año, ni al trimestre más frío del año, se encuentra entre 200 y 399.9%. La precipitación total anual se encuentra un poco más arriba de los 800 mm.

Este distrito se localiza en el extremo sur del municipio en la zona de menor altitud que va de los 1840 m.s.n.m. a los 1950 m.s.n.m. aproximadamente. Cuenta con una elevación en el extremo oeste conocida con el nombre de Cerro La Catarina. El tipo de suelo que más predomina es el leptosol lítico, el cual ocupa casi todo el distrito en la porción sur y en el noroeste, además existen al noreste dos áreas de suelo vertisol eútrico separadas por una franja de suelo luvisol crómico y otra de leptosol lítico. Existen dos núcleos, uno en el oeste y otro en el noreste ocupadas por agricultura de riego, estas zonas se encuentran rodeadas por áreas boscosas de pino-oyamel.

Las temperaturas máximas promedio registradas son a partir de los 23°C. las máximas temperaturas se presentan en abril con 27.9°C y en mayo con 27.7°C. La temperatura mínima promedio se encuentra a partir de los 8°C, únicamente son los meses de diciembre, enero y febrero que tienen registradas temperaturas menores de 9°C. No se presenta ningún día con helada durante el año



## CONCLUSIONES

Empleando el método de De Fina, dentro del municipio de Coatepec Harinas se aprecian ocho distritos agroclimáticos a los cuales se les denominó:

1. Distrito Agua Bendita; 2. Distrito Coatepec Harinas; 3. Distrito Ixtlahuaca; 4. Distrito Huehuetzingo; 5. Distrito Acuitlapilco; 6. Distrito Totolmajac; 7. Distrito Meyuca; 8. Distrito Cercada Norte.

Haciendo un análisis de las condiciones climáticas que prevalecen en el municipio, se observa que todos los distritos presentan condiciones adecuadas en cuanto a temperatura para el cultivo del aguacate. Todos tienen temperaturas mínimas promedio por encima de los 8°C, así como temperaturas máximas promedio que no superan los 23.9°C. La oscilación térmica anual es poca en todos los distritos.

El periodo de heladas es entre el mes de noviembre y abril en la mayor parte del municipio, por lo que quedan seis meses al año libres de éstas. Únicamente en el distrito de Cercada Norte el cual se encuentra en el extremo sur, no presenta heladas durante el año y el distrito de Agua Bendita, el cual se localiza en el extremo norte, es donde se presenta la mayor cantidad de heladas durante el año, teniendo un promedio de 98 días al año. En el resto del municipio, el promedio de heladas es de entre 3 y 70 días al año.

Casi todos los distritos presentan condiciones adecuadas de humedad para el cultivo del aguacate (mínimo 1000 mm), únicamente los distritos de Ixtlahuaca, Cercada Norte y Meyuca presentan menos de dicho requerimiento, ya que tienen entre 770 mm y 980 mm de precipitación total anual. Sin embargo esto no es un impedimento debido a que en esas zonas se practica la agricultura de riego, con lo que se compensa esa deficiencia.

1. Distrito Agua Bendita. Es una zona de sierra y lomeríos. Presenta condiciones adecuadas de suelo (andosol), en cuanto a materia orgánica, retención de humedad y buena permeabilidad, es el distrito más húmedo, por todo esto presenta las condiciones propicias para el desarrollo del aguacate.

2. Distrito Coatepec Harinas. Es una zona de lomeríos. Presenta condiciones adecuadas de suelo para el cultivo del aguacate en la parte norte y centro. En la parte sur no es muy apto para el cultivo (suelo luvisol crómico), el suelo es de textura muy fina o arcillosa y la permeabilidad es lenta, aunque dichas limitantes pueden ser disminuidas, pero esto implica trabajo adicional que sube los costos. Además presenta suficiente precipitación durante el año.

3. Distrito de Ixtlahuaca. Aunque se encuentra en una región semiplana, no cuenta con suelos aptos para el cultivo del aguacate (suelo luvisol crómico), ya que dicho suelo tiene doble limitante, textura muy fina o arcillosa y permeabilidad lenta.

4. Distrito Huehuetzingo. Es una región poco abrupta no apta para el cultivo del aguacate, por presentar suelos con textura muy fina y permeabilidad lenta (suelo luvisol crómico). En la zona este y en a porción oeste no es apto debido a la presencia de una capa que limita la profundidad del suelo (suelo leptosol lítico).

## BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, S. **Instructivo para efectuar observaciones meteorológicas en las estaciones climatológicas.** SARH. México 1979.
- ALVAREZ, Vicente. **Compendio de apuntes de meteorología.** Universidad Autónoma de Chapingo. 1987.
- **Atlas del Estado de México.** Ed. UAEM. Toluca, Méx. 1992.
- Cartas escala 1: 50 000 INEGI. E14 A47 Nevado de Toluca. E14 A57 Ixtapan de la Sal.
- CARDENAS GARCIA, Teresa Gerarda. **Estudio agroclimático sobre el cultivo del duraznero en el municipio de Acambay, Edo. de Méx.** Tesis de Licenciatura. Colegio de Geografía. Fac. de Fil. y Letras. UNAM. México, D.F. 1989.
- CARLOS HERNANDEZ, Fernando. **Agroclimatología de la vid en el Edo. de Aguascalientes.** Tesis de Licenciatura. Colegio de Geografía. Fac. de Filosofía y Letras. UNAM. 1985.
- CICTAMEX. **Tres años de actividades de CICTAMEX. Memoria 1982-1985.** Coatepec Harina, México 1986.
- CICTAMEX. **Unidades del suelo en la faja aguacatera de la República Mexicana, en la parte correspondiente al Estado de México.** Folleto No. 30-31. Coatepec Harinas, México. 1985.
- CICTAMEX. **Memoria 1989. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Edo. de Méx.** Coatepec Harinas. 1989.
- CICTAMEX. **Memoria 1990. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Edo. de Méx.** Coatepec Harinas. 1990.
- CICTAMEX. **La fruticultura y sus perspectivas para el siglo XXI.** Coatepec Harinas, México. 1994.
- CICTAMEX. **Origen y evolución del Aguacate.** No. 267 Coatepec Harinas, México 1994.
- DE FINA, Armando. **Sistema práctico para dividir en distritos agroclimáticos los países.** Revista de investigación agrícola. Tomo IV. núm. 4. Buenos Aires, Argentina. 1950.
- DE FINA, Armando L. y Andrés C. Ravelo. **Climatología y Fenología agrícolas.** Ed. EUDEBA. Buenos Aires, Argentina. 1973.
- DE LA PLAZA P.J.L. **Daño por frío en Aguacate.** Fruticultura Profesional No. 10 1987.
- GARCIA, Enriqueta. **Apuntes de Climatología,** Instituto de Geografía, UNAM. México 1983.
- GARCIA, Enriqueta. **Regionalización de los climas en México.** Instituto de Geografía. UNAM.
- GARCIA, Enriqueta. **Modificaciones al sistema de Clasificación climática de Koeppen.** Instituto de Geografía. UNAM. México 1973.
- GOB. DEL EDO. DE MEX. **Atlas General del Estado de México.** Vol. II. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral. Toluca, Méx. 1993.
- GOB. DEL EDO. DE MEX. **Monografía municipal de Coatepec Harinas.** Región VI. México. 1985.
- GOB. DEL EDO. DE MEX. **Plan municipal de desarrollo urbano de Coatepec Harinas,** Toluca, Edo. de Méx. 1980.
- GOMEZ ROJAS, Juan Carlos. **Método climático De Fina en la aplicación de la agricultura en el Edo. de Aguascalientes.** Colección Cuadernos. Fac. de Filosofía y Letras. UNAM. México, D.F. 1981.
- GRIFFITHS JOHN. **Climatología Aplicada.** Publicaciones Culturales. México 1985.
- IBAR ALBIÑANA, Leandro. **Cultivo del Aguacate, Chirimoya, Mango y Papaya.** Ed. Aedos. Barcelona España 1986.
- INEGI. **Anuario Estadístico del Estado de México.** México. 1991-1994.

- INEGI. **Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos.** 1996.
- JAUREGUI OSTOS, E. **Las ondas del este y los ciclones tropicales en México.** Revista de Ingeniería Hidráulica en México. Vol. 21. No. 3. México, D.F. 1967.
- JAUREGUI OSTOS, E. **La temporada de ciclones de 1967 y su contribución a la precipitación anual en México.** Rev. Ing. Hidr. en México. Vol. 22 No. 2. México, D.F. 1968.
- JAUREGUI OSTOS, E. **Algunas características de la precipitación y de otros elementos del clima en el Edo. de Mich.** Rev. Ing. Hidr. en Méx. Vol. 24 No. 1. México, D.F. 1970.
- JAUREGUI OSTOS, E. y VIDAL BELLO, Juan. **Aspectos de la climatología del Edo. de Méx.** Boletín del Instituto de Geografía, núm. 11. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 1981.
- JUSCAFRESA, Baudilio. **Arboles frutales, cultivo y explotación comercial.** Ed. Aedos. Barcelona España 1987.
- - PONCE, Samuel "Suman ya 4,500 las toneladas de Aguacate michoacano exportado a E.U. desde noviembre a la fecha: SAGAR". **EXCELSIOR.** No. 29,413 (México D.F., Domingo 8 de febrero de 1998). Año LXXXI.
- RODRIGUEZ SUPPO, Florencio. **El Aguacate.** A.G.T. Editor S.A. México 1982.
- RUBI DELGADO, Jorge. **Monografía Municipal de Coatepec Harinas. Región VI.** Gob. del Edo. de Méx-1987.
- SARH. **Información Agrícola del Edo. de Méx.** México 1986-1989.
- SARH. **Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos 1990.** Tomo I. México 1992.
- SOLARES, Martín. **Técnicas y productos modernos en el cultivo del aguacate.** Técnicas agropecuarias. Editores Mexicanos Unidos. México, D.F. 1985.
- SPP. **Síntesis Geográfica del Edo. de México.** Dir. Gral. de Geografía y Estadística. México, D.F. 1980.
- TAMAYO, Jorge et. al. **Atlas del Agua.** SHR. México 1976.
- United Nations Food and Agriculture Organization. **FAO Production Yearbook.** Vol. 40 FAO/Rome. 1987.
- VIDAL BELLO, Juan. **Algunos aspectos de la climatología agrícola del Edo. de Méx.** Tesis de Licenciatura. Escuela de Geografía UAEM. Toluca, Edo. de Méx. 1977.

