

41  
2 ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

## **CLASIFICACION DE SUELOS POR SU CAPACIDAD DE USO**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRICOLA  
P R E S E N T A  
ISRAEL GREGORIO MORENO ASCENCIO

Asesor: M. C. Ricardo Torres Cossio



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE

- INTRODUCCION.....	01
- ANTECEDENTES.....	03
- OBJETIVOS.....	07
- CAPITULO 1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	08
1.1. SITUACION GEOGRAFICA.....	08
1.2. SITUACION POLITICA.....	10
1.3. SUPERFICIE Y LIMITES.....	14
1.4. VIAS DE COMUNICACION.....	14
- CAPITULO 2. FISIOGRAFIA DE LA ZONA.....	17
2.1. GEOMOLOGIA.....	17
2.2. TOPOGRAFIA.....	22
2.3. HIDROLOGIA.....	23
2.4. VEGETACION.....	25
2.5. CLIMATOLOGIA.....	28
2.5.1. GENERALIDADES.....	28
2.5.2. DATOS.....	28
2.5.3. CLASIFICACION CLIMATICA.....	29
2.5.4. ANALISIS DEL CLIMA.....	33
2.6. SUELOS.....	34

- CAPITULO 3.	MATERIALES Y METODOLOGIA .....	37
3.1.	MATERIALES .....	37
3.2.	METODOLOGIA .....	40
3.2.1.	SELECCION DEL AREA DE ESTUDIO .....	40
3.2.2.	DELIMITACION DEL AREA DE TRABAJO .....	41
3.2.3.	OBTENCION DEL MATERIAL FOTOGRAFICO .....	41
3.2.4.	PREPARACION DEL MATERIAL FOTOGRAFICO	
	AMRBO .....	42
3.2.5.	OBTENCION DEL MATERIAL CARTOGRAFICO	
	DE LA ZONA .....	42
3.2.6.	OBTENCION DEL MATERIAL BIBLIOGRAFICO	
	DE LA ZONA .....	44
3.2.7.	OBTENCION DE DATOS CLIMATOLOGICOS .....	46
3.2.8.	SISTEMA DE CLASIFICACION .....	47
3.2.9.	FOTOINTERPRETACION DE PRIMERA FASE .....	53
3.2.10.	DELIMITACION DE LAS CLASES PROPUESTAS .....	54
3.2.101.	FACTORES AUXILIARES .....	66
3.2.11.	TRABAJOS DE CAMPO PARA LA VERIFICACION	
	DE LAS CLASES PROPUESTAS .....	70
3.2.12.	RATIFICACION Y RECTIFICACION DE LIMITES	
	DE LAS CLASES PROPUESTAS Y CONTACTOS DE	
	LAS FOTOGRAFIAS .....	71
3.2.13.	VACIADO DE LA INFORMACION PARA LA ELABO-	
	RACION DE PLANOS .....	71

- CAPITULO 4. RESULTADOS Y ANALISIS.....	72
- CAPITULO 5. CONCLUSIONES.....	82
- CAPITULO 6. RECOMENDACIONES.....	86
- APÉNDICE.....	94
- MAPAS DE CLASE.....	96
- BIBLIOGRAFIA.....	105
- ANEXO CARTOGRAFICO	

## INTRODUCCION

Se define al uso de la tierra agrícola, como la selección que el hombre hace, para dedicar una determinada actividad productiva a la tierra y que puede distinguirse por el carácter de sus productos como agrícolas, pecuarias y forestales.

Entre los tipos de usos distinguibles y aplicables a los suelos, tenemos el término " uso potencial de la tierra ", el cual es empleado con relativa frecuencia para distinguir un aspecto particular de la relación hombre-naturaleza, pero a pesar de ser común su uso entre especialistas en evaluación de tierras, es muy vaga su definición, por lo cual es muy común que el concepto uso potencial se asocie con uso óptimo o de máximo aprovechamiento del recurso tierra, sin tomar en cuenta que en realidad ambos conceptos conllevan implicaciones económicas, sociales y culturales, que no son dependientes del medio ambiente. El uso potencial también se confunde con el término de capacidad de uso o capacidad productiva del suelo.

El uso potencial es un indicador que conjunta condiciones ambientales que caracterizan al terreno y el tipo de utilización agrícola, pecuario o forestal, con posibilidad de ser establecidas, así como los requerimientos técnicos y biológicos para cada tipo de uso y la aptitud que presente a cada alternativa.

La capacidad de uso de la tierra, es la cualidad que presenta una determinada área del terreno para permitir el establecimiento de cierto número de alternativas de utilización agrícola del suelo, de tal manera que a mayor número de alternativas susceptibles de llevar a cabo en el terreno, mayor capacidad de uso. Por consiguiente, no es necesario saber si hay limitantes para desarrollar actividades del proceso del trabajo del uso asignado; sólo bastará saber si establecemos o no un tipo de utilización, abarcando sólo una parte del significado de uso potencial.

Para entender mejor el significado de capacidad de uso, diremos que aptitud de la tierra es una medida del grado en que las condiciones ambientales satisfacen los requerimientos de las alternativas de uso que muestran la posibilidad de ser establecidas en un área de terreno, o sea la intensidad con que se pueden llevar a la práctica. Se refiere a cada uno de los tipos de utilización agrícola de la tierra y sólo se determina ya conociendo el propósito de uso.

El valor que se le dé a la aptitud de la tierra, complementa la información que proporciona la capacidad de uso y determina el uso potencial de la tierra en forma global.

## ANTECEDENTES

Desde que el hombre dejó de ser principalmente nómada y pasó a asentarse en las regiones para hacer en éstas el arte de la agricultura, se le ha presentado la dificultad de seleccionar las mejores tierras, pues esto ha requerido definirse en base a diversos factores, dentro de los que principalmente se pueden considerar el clima, la topografía y las diversas características que pueden presentar los suelos.

Desde hace varios años, el hombre ha creado diferentes procedimientos para evaluar y clasificar la tierra; uno de éstos, ha sido agrupar los suelos por sus diferencias en la capacidad de uso. Las tierras se han agrupado por ciertas características comunes. El primer sistema de clasificación formal fué elaborado a mediados de 1950 por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el cual utilizó con relativo éxito y se aplicó por primera vez en México en 1968 por en aquel entonces Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL).

Durante 12 años de trabajo sistemático, se presentaron cambios en los sistemas de evaluación de tierras utilizados en nuestro país; sin embargo, hasta 1979 se generaron cambios sustanciales de acuerdo con



el planteamiento original, de tal manera que todos los cambios que se sucedieron de 1968 a 1979, fueran modificaciones conceptuales y de metodología sin importancia.

La evaluación de tierras ha sido un importante auxilio para los técnicos dedicados a los estudios de recopilación, análisis y clasificación de la información ambiental, pues facilita hacer las agrupaciones de diversas condiciones bióticas y abióticas en clases de tierra, tomando en cuenta principalmente las limitaciones edáficas y climáticas para establecer y desarrollar actividades agrícolas.

Se han utilizado dos sistemas de evaluación de tierra que en general presentan enfoques muy semejantes por estar basados en el sistema del U.S.D.A.

El primer sistema de evaluación utilizado de 1968 a 1974 no tiene grandes diferencias con respecto al del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, salvo por ciertos aspectos, como la naturaleza y cantidad de factores considerados limitantes. El segundo sistema desarrollado permitió mayor precisión en la evaluación de cada uno de los terrenos, sin perder el enfoque básico del sistema anterior; este sistema trató de proporcionar un mayor detalle de la información que el anterior.

El sistema de 1975 a la fecha, ha presentado aún problemas, unas heredades del sistema americano y otras producidas por la modificación que no cubrió los objetivos establecidos y deja pasar desapercibidos algunos aspectos conceptuales fundamentales, además introduce imprecisiones metodológicas.

La Carta de Uso Potencial que elaboró CETENAL hasta 1979, es un documento cartográfico distinguible por su carácter interpretativo; esto quiere decir, que da una representación de las condiciones ambientales, especialmente de las condiciones del suelo, y que se expresan como clases y subclases, según el grado en que se manifiestan los factores que se consideran limitantes de uso agropecuario y forestal.

Las aplicaciones que se le han dado a las cartas de uso potencial han sido reducidas, y por lo tanto no han cumplido con los objetivos para los que fueron creadas, principalmente por sus deficiencias y poca adaptación a la realidad de nuestra agricultura.

Actualmente se trata de hacer ciertas modificaciones que cambien el planteamiento y uso de las cartas de uso potencial, adaptándolas a las necesidades del agricultor, y en general con la gente relacionada con el área de la agronomía, buscando que no únicamente se tomen en cuenta factores de desmérito, sino algunas características favorables

del terreno, con lo que el apego a la realidad de la información que presentan las cartas, sea de mayor riqueza y su uso en la agroteología sea de un amplio rango.

OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivos fundamentales los siguientes:

- Clasificación de suelos por capacidad de uso en un área determinada, para conocer la aplicabilidad del sistema.
- Analizar el sistema de clasificación de suelos por capacidad de uso, para conocer su dinámica en el inventario de los recursos naturales, mediante su aplicación en una zona determinada.
- Formular las proposiciones que resulten procedentes, para la modificación de los factores y sus parámetros, que se consideren anacrónicos en el sistema de clasificación utilizado, tratando de hacer una adaptación congruente con las necesidades y características del país.

## CAPITULO 1

### LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

#### 1.1. SITUACION GEOGRAFICA.

La zona seleccionada para el trabajo de la presente tesis, se encuentra localizada en la porción noroeste del Estado de México, en las cercanías de la parte norte del Distrito Federal.

La altitud media de la zona es de 2 248 msnm, y sus coordenadas son:

Meridianos de 99°01' a 99°16' Longitud W.

Paralelos de 19°40' a 19°46' Latitud N.

Sus límites son:

Al Norte limita con los Municipios de Zumpango y Nextlalpan.

Al Oeste con el Municipio de Nicolás Romero.

Al Sur con los Municipios de Tultepec y Tultitlán.

Al Este con los Municipios de Tecamac, Jaltenco y Ecatepec.

Dentro de esta área, los sitios de mayor y menor elevación son el pico La Palma, que tiene 2 980 msnm, y Teoloyucan que tiene 2 220msnm. Las coordenadas son 19°43' Latitud Norte y 99°14' Longitud Oeste, y 19°45' Latitud Norte y 99°11' Longitud W respectivamente.

La pendiente dominante en general es de oeste a este.

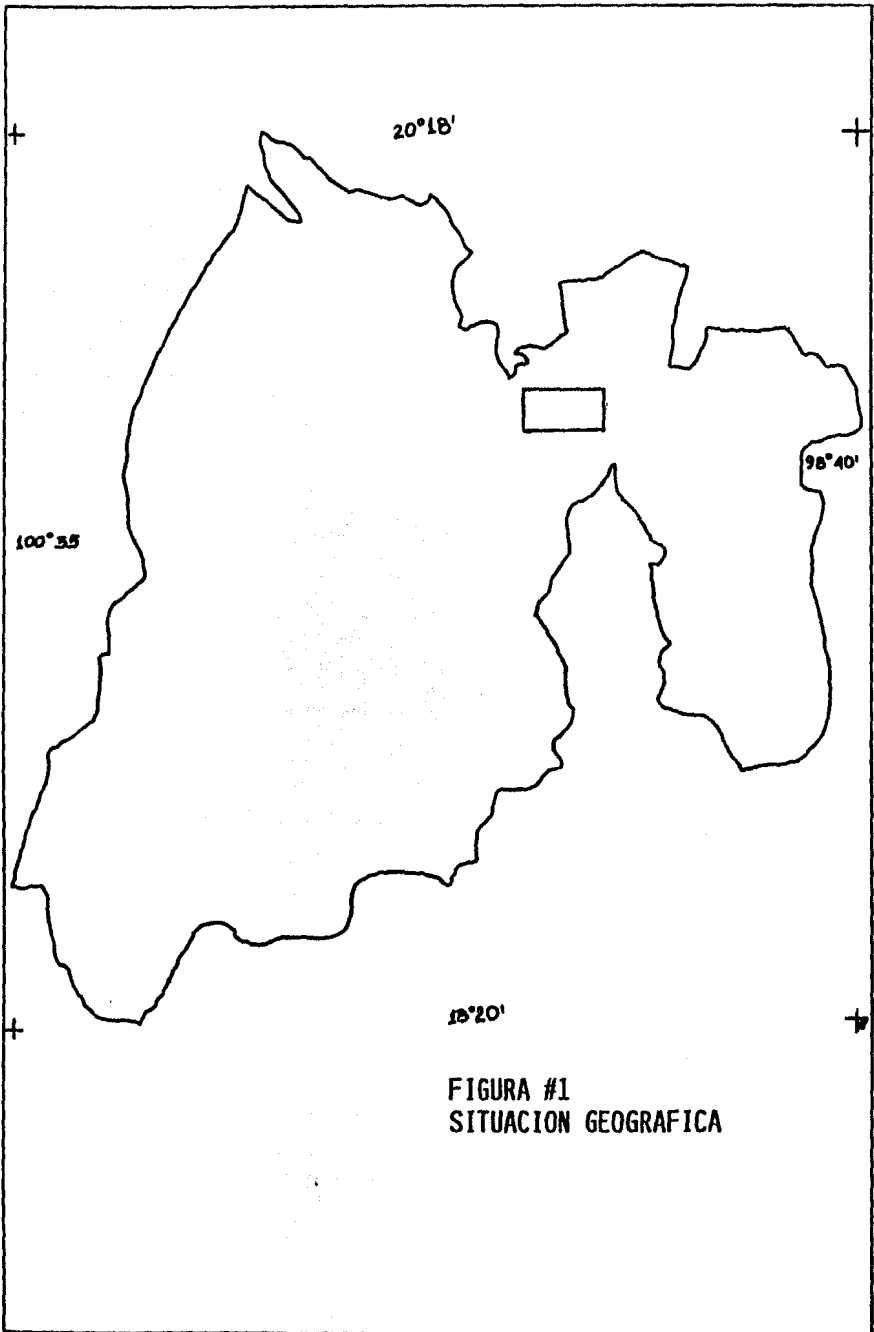


FIGURA #1  
SITUACION GEOGRAFICA

## 1.2. SITUACION POLITICA.

La zona estudiada comprende porciones de seis municipios pertenecientes al Estado de México que son:

- Teoleyucan
- Cuautitlán
- Cuautitlán Izcalli
- Tepetzotlán
- Melchor Ocampo
- Tultepec

y cada uno de éstos, cubre diversas extensiones como sigue:

De Teoleyucan abarca la parte sur del Municipio.

De Tepetzotlán abarca la parte este del Municipio.

De Cuautitlán abarca gran parte del Municipio a excepción de la parte sur.

De Cuautitlán Izcalli la zona norte, este y central.

De Tultepec, gran parte del Municipio, a excepción de la zona sur.

En las figuras 2,3 y 4 se muestra la situación política del área en cuestión.



**FIGURA # 2**  
**SITUACION POLITICA. ESTADO DE MEXICO, -**  
**DONDE SE LOCALIZA TOTALMENTE EL AREA DE-**  
**ESTUDIO.**



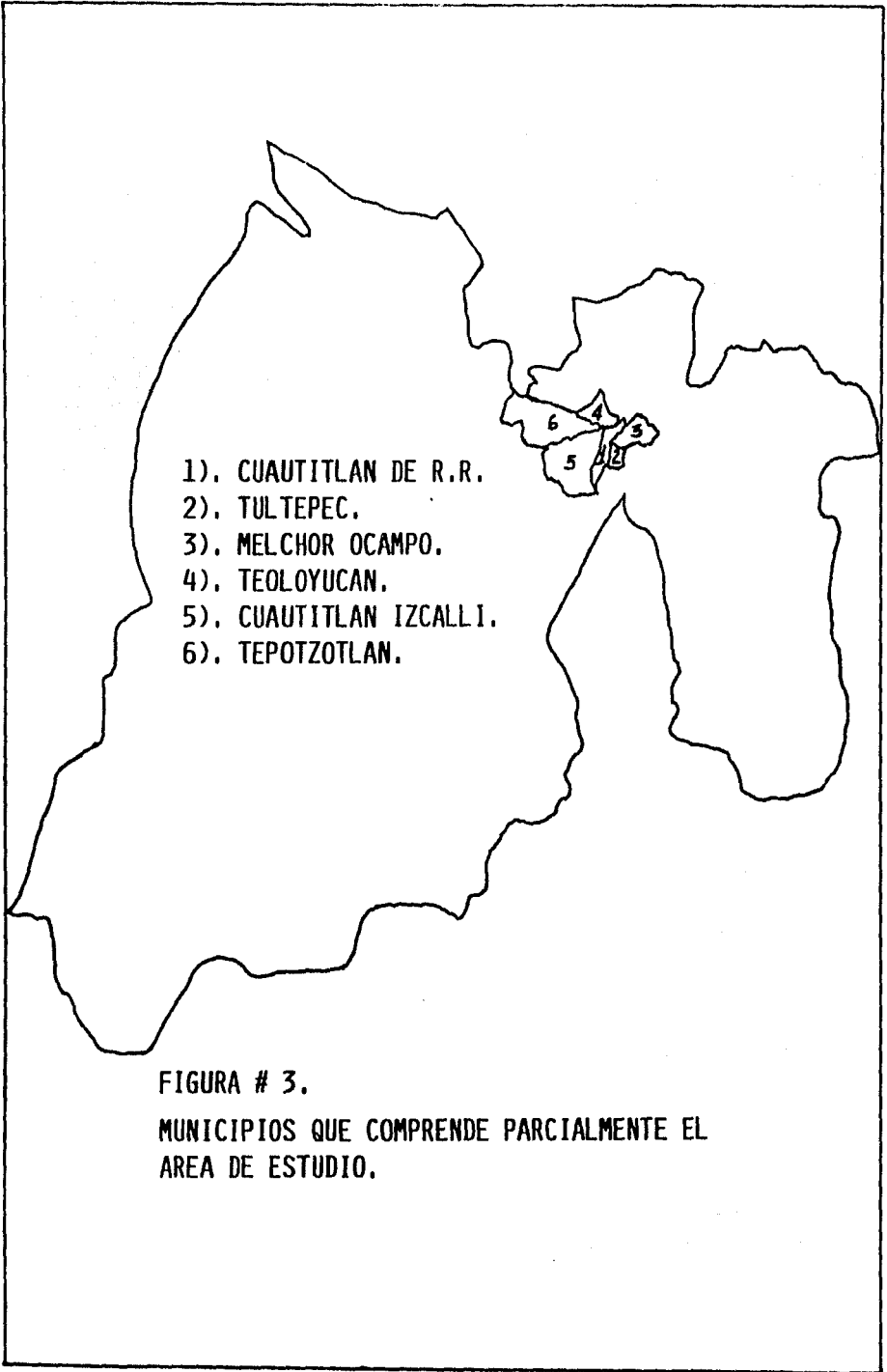
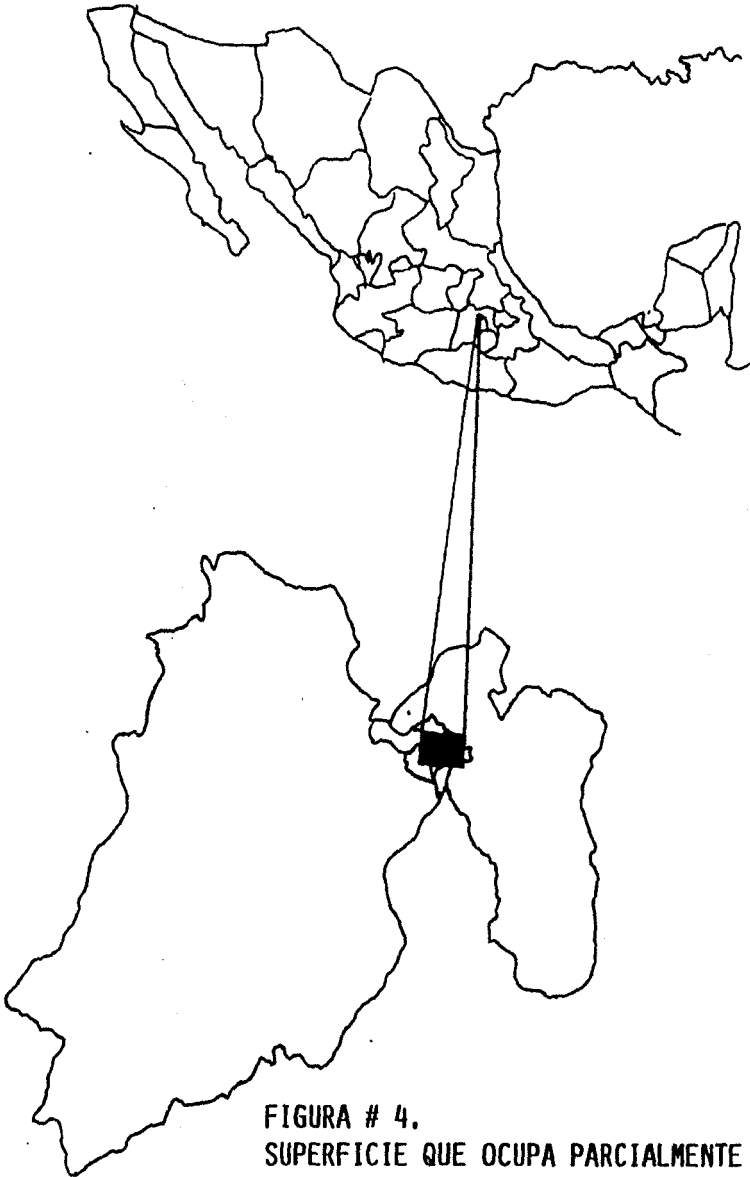


FIGURA # 3.

MUNICIPIOS QUE COMPRENDE PARCIALMENTE EL  
AREA DE ESTUDIO.



**FIGURA # 4.**  
**SUPERFICIE QUE OCUPA PARCIALMENTE LA**  
**ZONA DE ESTUDIO DENTRO DE LOS MUNICI**  
**PIOS.**

### 1.3. SUPERFICIE Y LIMITES

La zona de estudio descrita, abarca una superficie de 7 200 ha. comprendidas dentro de los municipios mencionados.

El área seleccionada para este trabajo, no cuenta con límites naturales que puedan ser distinguibles; la forma del polígono que comprende el área de estudio, es de acuerdo a las fotografías aéreas y está dada por fajas de vuelo.

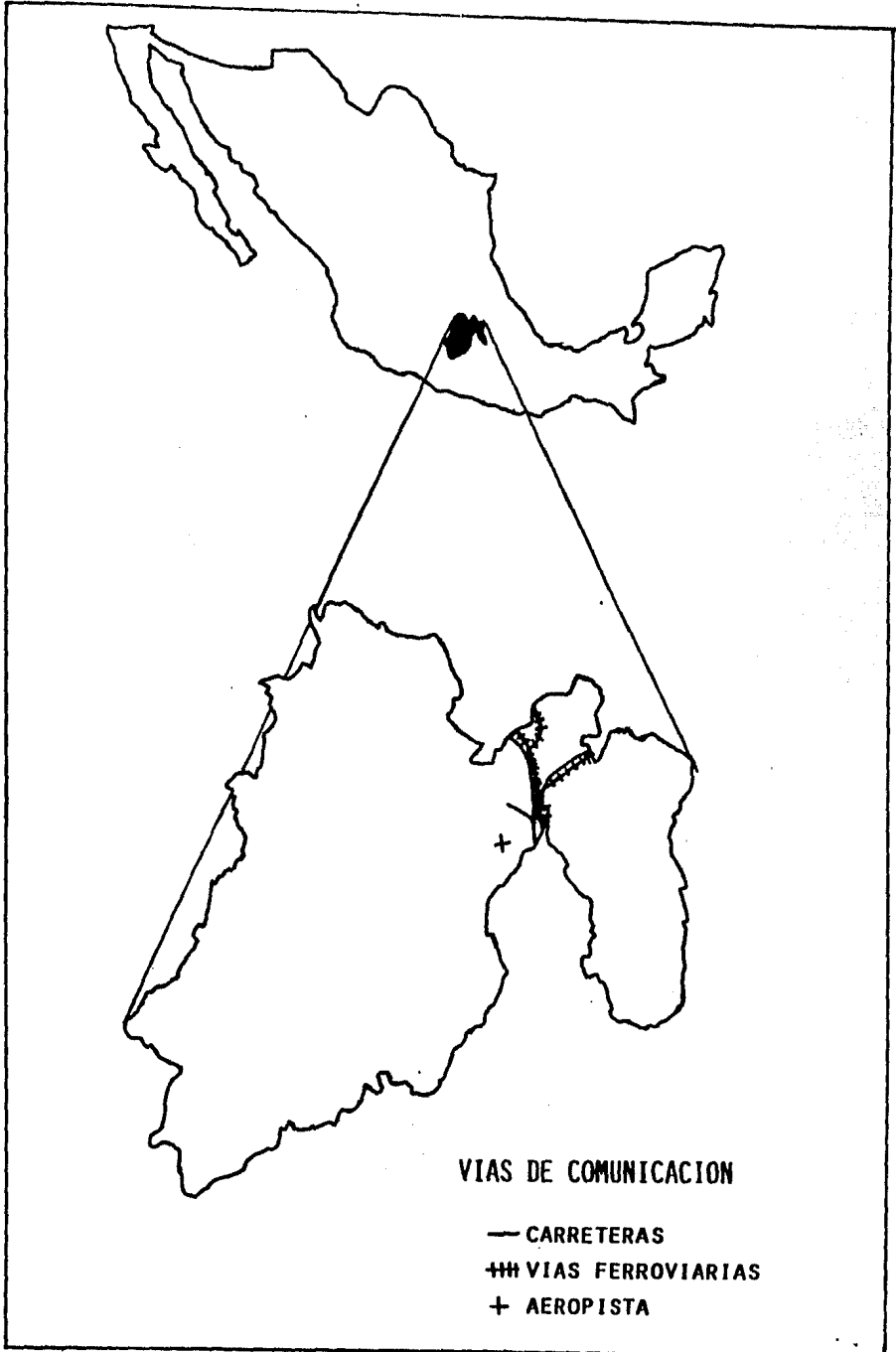
Los puntos de referencia más fáciles de localizar son:

- La caseta de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos de la Autopista México-Querétaro, que se localiza en el Km 45.
- Los poblados de Cuautitlán de Remero Rubio y Tepetztlán.
- La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, ya que se ubica dentro del área de trabajo.

### 1.4. VIAS DE COMUNICACION

En el área de estudio se localiza un tramo de una de las carreteras más importantes del país y es la autopista de cuota No. 57 México-Querétaro, que comunica con todas las ciudades del Norte, a partir de Querétaro.

De dicha carretera en el área de estudio, se desprenden ramales a Tepetztlán, Cuautitlán, Teoleyucan y otros, siendo en su generalidad caminos pavimentados.



**VIAS DE COMUNICACION**

— CARRETERAS

⊞ VIAS FERROVIARIAS

+ AEROPISTA

CAPITULO 2

FISIOGRAFIA DE LA ZONA

2.1. GEOLÓGIA.

En la cuenca del Río Tepetztlán predominan las rocas de origen ígneo, ya sea en forma de fuertes corrientes lávicas o bien en grandes formaciones de tobas formadas por materiales piroclásticos en parte cementados en el seno de aguas dulces, entre las que se intercalan también formaciones lacustres a diferentes horizontes, así como rocas hidroclásticas arrastradas y depositadas por avalanchas. Además de estas formaciones fundamentales, se tienen aluviones recientes de arena, arcillas y grava; por último, suelos bastante intemperizados en todas las laderas y vertientes de la cuenca, empedrados por la enérgica tala de la cubierta vegetal que tiende a desaparecer totalmente, ya que en la actualidad se encuentra reducida a las partes más altas de la cuenca. Los mejores suelos están confinados hacia el fondo de los valles y en las vegas del Río Tepetztlán.

Todas las formaciones lávicas observadas son de andesitas, sin que se deseché la posibilidad de que existan otros tipos de rocas también ígneas. Las formaciones andesíticas comprenden las mayores prominencias o cerros que limitan la cuenca como en

la Sierrita de Tepetzotlán, los cuales son de diversos tipos, aunque no muy diferentes entre sí. Son éstas las rocas fundamentales de la región en el sentido de que forman la base en donde descansan las grandes formaciones de tobas, aluviones y suelos. La topografía sustentada de las andesitas debe ser irregular con salientes y bajos que cubren las rocas sedimentarias.

Muchos de los apéndices o contrafuertes recesos que se desprenden de la Sierrita de Tepetzotlán y se pierden en el relleno de tobas, deben extenderse considerablemente en el subsuelo.

En el cerro de "La Columna" estas rocas están cubiertas en el contrafuerte donde está el pueblo de Tepetzotlán, por las tobas que en parte alcanzan hasta 30 y 40 metros de espesor. La andesita aparece en la cañada de "Las Cruces" en la falda del cerro, después del pueblo en este lugar aparece como una roca negra con numerosas diaclasas y juntas en las que se vé una fuerte calificación indicando activa circulación de aguas por entre las mismas; tal vez se trate de las aguas meteóricas que podían infiltrarse más fácilmente cuando en tiempos anteriores existía una cubierta de tierra vegetal grande donde había vegetación forestal.

Las fracturas son sin-genéticas, sinclinas de enfriamiento. Es probable que también la alteración de la misma roca provenga de aguas termales posteriores a la eyección de esta roca que es una andesita de hornblenda o hiperstena con pocos minerales ferro-

magnesianas.

El cerro de La Columna, está formado por una sucesión de corrientes y la roca antes descrita pertenece a una de las inferiores. Viene luego otra corriente formada por una andesita áspera de aspecto traquítico vítreo de textura porfírica, que es una andesita de hornblenda e hiperstena.

Después de esta corriente viene una semejante y luego otra parecida a la inferior que resultó prácticamente con la misma composición, es decir, andesita de hiperstena y hornblenda reabsorbida. En la parte superior del cerro viene una corriente de andesita de color oscuro, áspera y de textura fluida. en parte con gabarros, también de una andesita de grano más fino.

Las formaciones sedimentarias de espesores muy grandes descansan sobre las rocas andesíticas, que en general sólo están descubiertas hacia las partes altas y sepultadas hacia las zonas bajas. En las partes intermedias de las vertientes, como sucede en muchos contrafuertes, las rocas andesíticas forman el núcleo o cerazón de estas eminencias, no obstante de dar la apariencia de estar formada solamente por tebas.

La denominación de "tebas" es sólo para hablar de modo gene-

ral de toda esta serie sedimentaria que en realidad es bastante heterogénea como luego se describe, su espesor total alcanza varios centenares de metros; una perforación de 200 metros en la parte baja atravesó solamente tebas. En conjunto es una serie de estratos de diferentes espesores de tebas y brechas pesadas de colores claros, generalmente amarillentos, que alternan con areniscas de origen volcánico de colores oscuros (xalmenes) y tebas brecaiformes muy compactas, de agregados de andesita angulosas y de tamaños muy variables en disposición caótica. Intercaladas en estos estratos se observan capas no muy extensas de forma lenticular de arenas sueltas de pémez, así como capas de tebas blancas muy finas a veces con apariencia de tizate. Pueden clasificarse estos estratos como tebas tizóticas.

En el depósito y formación de estos sedimentos han intervenido por lo tanto diversos agentes geológicos habiéndose presentado diferentes fases de depósito.

Las tebas y brechas pesadas están formadas por materiales piroelásticos provenientes de las erupciones volcánicas paroxílicas depositadas en el seno de las aguas tranquilas del antiguo lago que se extendía en toda la gran cuenca de México, a veces son bastante compactas, pero en otras ocasiones poco resistentes y de gran porosidad y con alta permeabilidad.



Las tebas brechíferas andesíticas compactas que con especialidad aparecen más bien en zonas intermedias y altas de la cuenca, fueron depositadas por aguas breacas, avalanchas de gran energía en ciclos de grandes precipitaciones pluviales.

Las formaciones tizas localizadas más bien hacia la parte alta de la cuenca del Río Tepetztlán fueron depositadas en aguas tranquilas y en condiciones físicas que favorecieron el desarrollo de los microorganismos, tal vez en pequeñas cuencas aisladas o quizá formando parte de otras más amplias conectadas con la gran cuenca de México.

El material fino que forma parte de algunos de estos estratos seguramente es de origen aluvial.

Aunque en muchas partes las series de tebas y brechas se encuentran en posición horizontal, en otras se observa un echado bien marcado hacia el centro de la gran cuenca, por ejemplo en el corte formado por el río.

Puede establecerse de manera general la siguiente cronología geológica local:

Aparición de las andesitas

Ciclo de sedimentación de tebas y brechas.

Ciclo de erosión provocado por el drenaje parcial de la gran cuenca y de levantamientos de la Sierra de Monte Alto y Tepetztlán.

Ciclo de sedimentación de depósitos biogénicos (tizas), alternando con tebas y brechas.

Ciclo de erosión actual.

## 2.2. TOPOGRAFÍA.

El área de estudio presenta tres condiciones topográficas predominantes:

La primera es una planicie con relieve ondulado y pendiente que van de 1 a 3% en donde se ubican todos aquellos terrenos de primera clase susceptibles de explotación agrícola. Esta planicie forma parte del Valle de Cuautitlán y su condición topográfica persiste hasta las faldas de la sierra, el microrelieve es levemente ondulado y en algunas ocasiones llega a semejarse al relieve gilgai por efectos de la erosión, en algunas áreas se presentan cúmulos de material transportado, lo que modifica la condición plana del terreno.

La segunda condición topográfica se presenta a partir de las faldas de la sierra y corresponde a terrenos abruptos con grandes declives y pendientes que varían de 15 a 30% en su mayoría, aunque también se encuentran áreas con mayor porcentaje de pendiente. Estos son los menos aptos para la actividad agrícola y representan el extremo opuesto de la anterior condición topográfica.

Existe una tercera condición topográfica que se ubica en la transición de las dos anteriores, la cual corresponde a lomeríos suaves con pendientes de 3 a 15% y con microrelieve ondulado. En éstos, los efectos de la erosión son menos severos que la condición

topográfica señalada anteriormente, se observan bordes y otras construidas para contrarrestar la erosión, las cuales son muy frecuentes,

Las zonas erosionadas se presentan en las tres condiciones topográficas, lo cual influye en la situación topográfica de toda el área de estudio y sólo una pequeña parte es más o menos homogénea, y ésta es la que tiene una pendiente menor.

### 2.3. HIDROLOGIA SUPERFICIAL.

La principal corriente superficial existente en la zona de estudio es el río Hondo de Tepetztlán, que cruza el área de estudio de oeste a este, pasando al sur de Tepetztlán. Esta corriente pasa al norte del rancho Cuatro Milpas de la U.N.A.M., cercano al lugar donde se origina el canal Chiquito, que se une posteriormente al río Cuantitlán a la altura del poblado de San Lorenzo Rietence, ubicado aproximadamente a la altura del Km. 42 de la autopista México-Querétaro, aproximadamente a esta altura el río Cuantitlán cruza la mencionada vía de comunicación.

El río Hondo de Tepetztlán se desarrolla a partir de la presa La Concepción, presenta una gran cantidad de arroyos triburarios

que dependiendo de la época que se trate tienen corriente, es decir, son intermitentes. Los arroyos tributarios son:

- El Aguaje
- El Chile Verde
- El Nepal
- La Lapunilla
- El Tejecote
- Las Filas
- Alcaparrosa
- Los Pecitos
- El Sauz
- La Muerta
- Los Coyotes
- San Agustín
- San Pablo

Otro arroyo importante en el área de estudio es el arroyo La Presa, que va de oeste a este y se localiza al norte de Tepetztlán. Se une al canal Chiquite en las afueras de Las Animas al lado opuesto del área de estudio sobre la autopista, la cual cruza aproximadamente a la altura de la población San Francisco Javier.

## 2.4. VEGETACION.

Antiguamente la vegetación de la zona de estudio estuvo constituida por un bosque de clima templado, en el que las especies predominantes eran Pino (*Pinus* spp.) y Encino (*Quercus* spp.).

Debido a las condiciones fisiográficas que se presentan en el área de estudio del presente trabajo que se mencionan en subcapítulos anteriores ( las cuales se refieren a topografía, aspectos climatológicos y localización del área en cuestión), se desprende al analizar cada una de ellas, que en el pasado el hombre taló y desmontó la superficie cubierta por especies arbóreas, con la finalidad de establecer asentamientos humanos que se localizaron cercanos a los terrenos del área de estudio para practicar en ellos la agricultura, provocando de esta manera la desaparición progresiva de lo que se considera como vegetación natural.

Existen vestigios de un gran número de plantas herbáceas naturales e introducidas; estas últimas principalmente por efecto de la agricultura, ya que al traer semillas de cultivos de otras zonas, se ha adaptado ecológicamente al lugar semilla y planta, lo que ha permitido su desarrollo y distribución en los suelos del área de estudio y zonas aledañas.

La vegetación herbácea y arbustiva que se encuentra en estrecha relación con los suelos secundarios es la siguiente:

Avena	<u>Avena sativa</u>
Berre	<u>Sisymbrium nasturtium</u>
Chayotillo	<u>Sycios angulatus</u>
Chicalote	<u>Argemone mexicana</u>
Cola de zorra	<u>Setaria italica</u>
Colza e Nabe silvestre	<u>Brassica nappus</u>
Dallis	<u>Paspalum dilatatum</u>
Diente de león	<u>Taraxacum officinale</u>
Girasol	<u>Heliantus annuus</u>
Grams de llano	<u>Beutelowa filiforme</u>
Lengua de vaca	<u>Rumex spp.</u>
Malua	<u>Malua spp.</u>
Nopal camueso	<u>Nopal camueso</u>
Quelite	<u>Chenopodium album</u>
Romerillo	<u>Atriplex spp.</u>
Tomatillo	<u>Physalis acuminata</u>
Tule	<u>Scirpus spp.</u>
Verdolaga	<u>Pertulaca oleracea</u>
Zacate Chleris	<u>Chleris elegans</u>
Zacate Johnson	<u>Sorghum halapense</u>

Algunas especies arbóreas que se encuentran asociadas a los suelos y que por su modo de formación se consideran in situ son:

Capulín     Prunus capuli  
Huizache    Acacia farnesiana

Además de encontrar otras especies introducidas como:

Casuarina    Casuarina equisetifolia  
Fresno       Fraxinus viridis  
Manzano      Fyrus malus  
Durazno      Prunus persica  
Pirul         Schinus molle

Como se puede observar, si se relacionan los suelos con la vegetación natural existente y la que no existió en el área de estudio, encontramos que en los suelos primarios se localizó la vegetación arbórea constituida por los individuos de mayor porte y formada básicamente por una asociación de pino-encino.

En las áreas donde los suelos por su modo de formación corresponden a secundarios o del resultado del depósito y acarreo de sedimentos, la vegetación principalmente la constituyen especies arbustivas y herbáceas como las que han quedado mencionadas anteriormente.

## 2.5. CLIMATOLOGIA

### 2.5.1. GENERALIDADES.

Para el desarrollo de este capítulo se recopilaron y analizaron los datos de la estación climatológica La Concepción localizada en el poblado de este nombre, en el Estado de México. Esta estación se controla por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y se localiza dentro de la zona de estudio; tiene un amplio período de observaciones que abarca 28 años (1952-1980).

Dicha estación está localizada al NW de la zona de estudio y sus coordenadas son:

Latitud  $19^{\circ}42'$  N.

Longitud  $99^{\circ}18'$  W.

Altitud 2 248 msnm.

### 2.5.2. DATOS.

Para el análisis de temperatura, precipitación y evaporación se obtuvieron los siguientes datos:

Precipitación media anual	721.1mm.
Precipitación media mensual del mes más seco (febrero)	6.7mm.
Precipitación media mensual del mes más húmedo (julio)	133.1mm.
Temperatura media anual	15.34°C.



Temperatura media mensual máxima	17.3°C.
Temperatura media mensual mínima	12.3°C.
Oscilación térmica	5.3°C.
Evaporación media anual	1 535.91mm
Días con helada en 28 años	1 036 días
Meses con más días con heladas en 28 años	320 en enero 246 en diciembre.
Meses libres de heladas en 28 años	junio y julio.
Granizadas	3 per año.

### 2.5.3. CLASIFICACION CLIMATICA (THORNTWAITH)

#### Temperatura

La temperatura media anual en la estación La Concepción es de 15.34°C. Presenta una variación u oscilación térmica de 5.3°C, ya que la media del mes con mayor temperatura es de 17.6°C y se presenta en mayo, y la media del mes con más baja temperatura es de 12.3°C en enero.

De estos datos podemos inferir que la temperatura del área de estudio favorece el desarrollo de los cultivos adaptados climáticamente, pero para los cultivos de invierno como avena y cebada, además existe una gran posibilidad de que haya heladas en diciembre y enero, pues las estadísticas reportan que en diciembre hay 8.78 heladas en promedio y en enero hay 11.43 heladas en promedio, cada año.

Para los cultivos de primavera es más factible su desarrollo, ya que el número de heladas en promedio es mucho menor pues existe la seguridad de meses libres de heladas que son junio y julio.

Este análisis es válido siempre y cuando sean favorables los otros factores climáticos y principalmente la disponibilidad de agua, ya que la precipitación pluvial es baja durante la estación de crecimiento. (Fig.6).

### Precipitación

La zona presenta una precipitación media anual de 721.1 mm.

El período principal de lluvias es de junio a septiembre y presenta una lámina de 500.8 mm que representa el 69.4% de la precipi-

tación pluvial anual. El 30.6% de la precipitación pluvial restante, se distribuye en los demás meses. El mes de menor precipitación pluvial es febrero con 6.7 mm.

En general los niveles de precipitación pluvial son bajos y normalmente su distribución durante el año es irregular. Sólo en 4 meses hay mayor precipitación pluvial, pero en general es insuficiente para cubrir los requerimientos de los cultivos. Si existe agua almacenada y disponible, entonces es posible terminar y cumplir el ciclo vegetativo satisfactoriamente. (Fig.6).

### Evaporación

La evaporación anual en la estación La Concepción, es de 1 535.91 mm anuales.

Los meses que presentan mayor evaporación son marzo, abril y mayo; de estos meses, abril y mayo coinciden con la época más crítica de estiaje.

Si relacionamos la evaporación con la agricultura de riego, conviene señalar que durante los meses secos que tienen alta evaporación, la aplicación del riego no es tan efectiva, pues conlleva pérdidas significativas debidas a la evaporación.

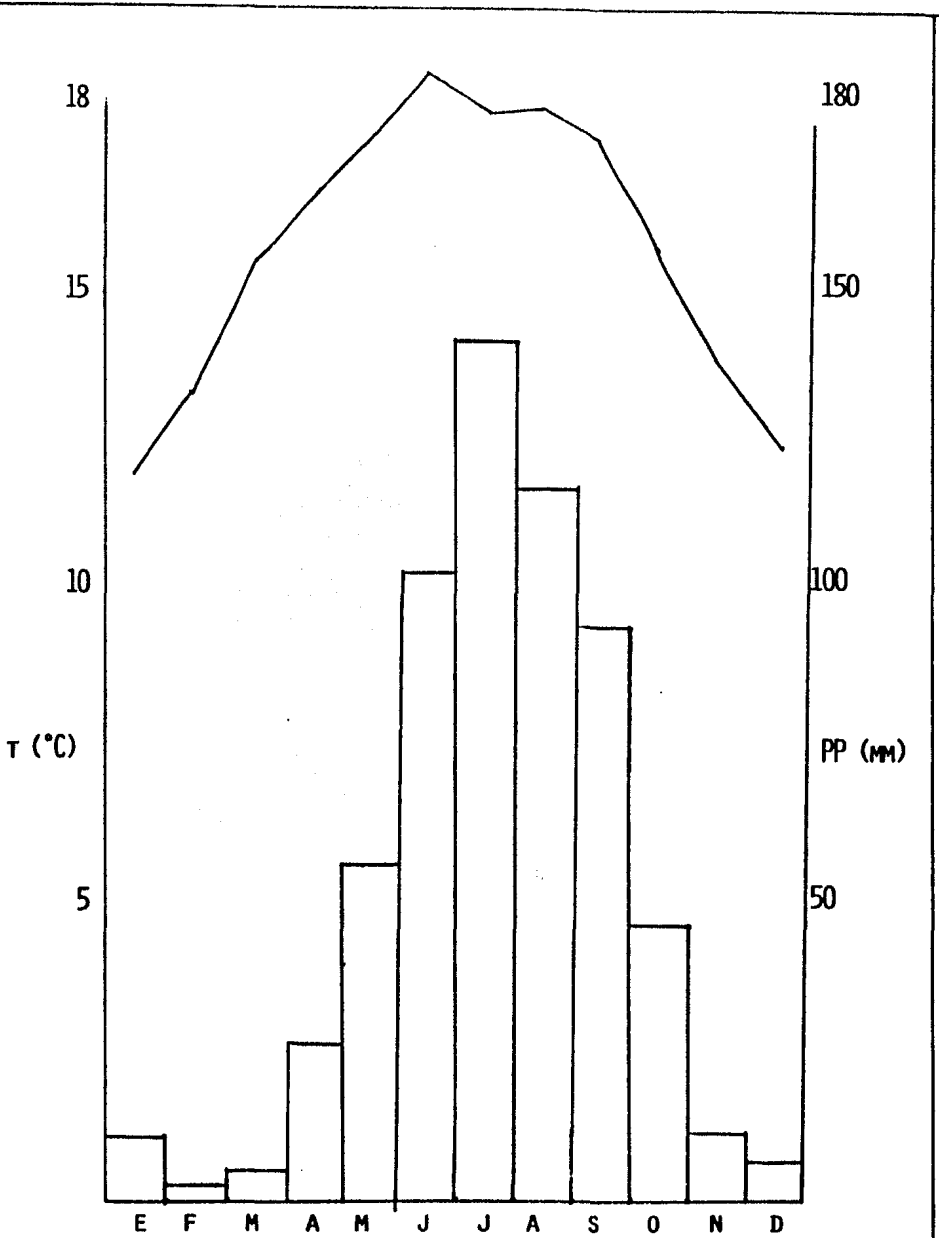


FIGURA # 6.

CLIMOGRAMA DE LA ESTACION LA CONCEPCION, ESTADO DE MEXICO.

ALTITUD 2248 MSNM , LATITUD 19°42' NORTE

LONGITUD 99°18' OESTE

Aún en la época de mayor precipitación pluvial existe alta evaporación, por lo que también es necesaria la aplicación de riegos, ya que el agua necesaria para las funciones vitales de las plantas no existe en cantidad suficiente en el suelo, excepto si se riega.

#### Clasificación del Clima

El clima de la zona de estudio se clasificó con base en el Segundo Sistema de Thornthwaite, utilizado por la S.A.R.H.

Se fundamenta en los factores climáticos de precipitación, evaporación y temperatura.

La fórmula obtenida es: C W B' a

C Provincia de humedad subhúmeda.

W Humedad deficiente en invierno.

B' Provincia de temperatura B' mesotérmica.

a Subprovincia de temperatura a, concentración en el verano entre 25 y 34%.

#### 2.5.4. ANALISIS DEL CLIMA

Del análisis del clima relacionado a la agricultura de la zona de estudio tenemos lo siguiente:

La temperatura más favorable para el desarrollo de la agricultura

corresponde a los cultivos del ciclo primavera-verano, de maíz principalmente y hortalizas en % muy bajo y también para algunos perennes como alfalfa, trébol y frutales.

La temperatura en el área de estudio es favorable para el desarrollo de cultivos adaptados ecológicamente a la zona como avena y cebada, pero en general es muy difícil establecerlos, ya que la incidencia de heladas es muy elevada, pues como se ha mencionado sólo en junio y julio no se presentan heladas.

Es necesario mencionar que se presenta poca oscilación térmica.

El volumen de precipitación pluvial es bajo y por tanto insuficiente para el buen desarrollo de los cultivos mencionados de la zona. La distribución de la precipitación es irregular durante el año y principalmente en invierno, por lo que se requiere de agua suplementaria para cubrir deficiencias.

## 2.6. SUELOS.

### a) Origen y modo de formación:

La mayoría de los suelos del área de estudio son zonales, es decir que las características del suelo corresponden a los factores climáticos de la zona. Su modo de formación es aluvial y su origen es a partir de depósitos de material ígneo derivado de las par-

tes altas del área de estudio.

b) Desarrollo del Suelo.

Señ suelos relativamente jóvenes, en proceso de desarrollo (semi-arudum) presentan un perfil con apariencia homogénea en el que no se aprecian fenómenos de iluviación o eluviación muy marcados, por lo que es difícil que se puedan diferenciar horizontes de diagnóstico fácilmente e a simple vista.

Señ suelos profundos, con más de un metro de profundidad en las zonas planas.

c) Clasificación del suelo.

De acuerdo con el sistema de clasificación FAO-UNESCO modificado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), los suelos del área de estudio se han clasificado como Vertisoles pélicos (Vp) en su parte central. Señ suelos que presentan una textura fina, con alto contenido de arcillas; suelos pesados, difíciles de manejar agrícolaemente por ser plásticos; adhesivos cuando están húmedos y duros cuando se secan; forman grietas profundas al secarse y pueden ser impermeables al agua de riego o de lluvia (FAO, 1968).

De acuerdo al sistema de clasificación de suelos de la 7a. aproximación, estos suelos han sido clasificados (Flores, R.D. 1981) dentro

del orden Inceptisel, Suborden Andept, y dentro del gran grupo Umbrendept como Umbrendepts melice vértices.

Señ suelos jóvenes o que están en proceso de formación, a partir de depósitos de material reciente; no presentan fenómenos de iluviación, de eluviación o intemperismo muy marcados; presentan un horizonte superficial oscuro y relativamente grueso, con estructura bien desarrollada, pH mayor de 6 y una relación C:N entre 10 y 12 en suelos cultivados; con un alto contenido de material amorfo como alefano en su fracción arcillosa y 2.11 a 4.32% de materia orgánica. (Los análisis de suelos se obtuvieron de trabajos ya realizados, en el laboratorio de Manejo y Fertilidad de Suelos de la FMS-C)

En la parte extrema Oriental del área de estudio, cercana a Melchor Ocampo, los suelos son Phaeozoa calcaricos; mismos que se encuentran en las faldas de la Sierra de Tepetzotlán o sea la parte NW del área de estudio.



## CAPITULO 3

### MATERIALES Y METODOLOGIA

#### 3.1. MATERIALES.

Los materiales que se utilizaron para realizar el trabajo de la presente tesis fueron los siguientes:

- Planos.- Para el desarrollo del presente fué de gran importancia y utilidad el uso de material cartográfico, tanto en la fase de campo como en la de gabinete, al igual que en la etapa de delimitación de clases. Se utilizó como mapa base la carta topográfica del I.N.E.G.I. escala 1:50 000 de la zona denominada Cuauhtitlán.
- Fotografías aéreas.- Las fotografías aéreas representaron una parte básica para el cumplimiento del presente trabajo de tesis. Se obtuvieron 15 fotografías panorámicas blanco y negro en papel semidoble de formato de 23 X 23cm., de escala media 1:25 000, de 2 líneas de vuelo, las cuales se usaron para la identificación y delimitación de las diferentes clases; además, sirvieron para planear las líneas de transectos hechos en los trabajos de campo.
- Estereoscopia de espejos y binoculares.- Se utilizó un estereoscopia marca Wild de espejos con binoculares 3X, modelo ST-4, para la observación en detalle en la fotointerpretación.

- Estereoscopio de bolsillo.- Se utilizó para comprobar y corregir durante la verificación de campo las determinaciones hechas en las fotografías aéreas en la fase de gabinete.
- Vehículo.- Se utilizó para recorrer la zona de estudio durante las diversas etapas del trabajo.
- Picos y palas.- Estos implementos fueron necesarios para la excavación de los pozos agrológicos necesarios para conocer las características del perfil de los suelos, así como la toma de muestras en los diferentes sitios establecidos y seleccionados en las fotografías aéreas, con anterioridad a la visita al campo.
- Martillo de suelos.- Se utilizó para la descripción de los perfiles y toma de muestras de los suelos.
- Cinta métrica.- Se utilizó para medir las dimensiones de los diferentes horizontes de los perfiles que mostraban los suelos.
- Mortero.- Se utilizó para la trituration de las muestras de suelo tomadas en campo en los diferentes sitios de muestreo establecidos y de esta manera llevar a cabo diversas determinaciones como textura y color.
- Placa de porcelana.- Se utilizó para realizar las pruebas correspondientes a las determinaciones químicas de campo sobre muestras de solución de suelo en agua, que son:

- a) Reacción de HCl para determinar la presencia de carbonatos. En esta prueba se utiliza HCl al 10%, aplicando a la muestra de suelo unas gotas; si la reacción es positiva, se presenta efervescencia que indica la presencia de carbonatos, y si es blanco pero no efervesce, indica la presencia de sulfatos.
- b) Prueba con Agua Oxigenada. El  $H_2O_2$  (peróxido de hidrógeno) fué utilizado en campo de la siguiente manera: Se aplicó a la muestra de suelo sobre la placa de porcelana unas gotas de agua oxigenada, si se observa efervescencia significa que presenta más del 4% de contenido de materia orgánica.
- c) Prueba de Fenolftaleína.- Se utilizó fenolftaleína para la determinación de pH en el campo, con la finalidad de detectar si existía basicidad en los suelos arriba de 8.3, pues a este grado se presenta el virre a rosado. De igual manera se coloca la muestra de suelo en la placa de porcelana, se agrega un poco de agua destilada hasta saturar la pequeña muestra de suelo y se inclina la placa para pasar la solución a otro hueco. Se aplican 2 gotas aproximadamente de fenolftaleína, si no hay cambio

• vire de celer, el pH de la solución será ligeramente ácido y si vira a violeta el pH es básico • cercano a 8.3.

### 3.2. METODOLOGIA

Para la realización del levantamiento de suelos por "Capacidad de Uso", se siguió la metodología del Manual 210 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Para tal efecto se llevó a cabo de la manera que se explica a continuación:

#### 3.2.1. SELECCION DEL AREA DE ESTUDIO

La selección del área de estudio del presente trabajo de tesis, se llevó a cabo considerando que no se cuenta con trabajos de este tipo en la zona de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y son importantes para futuros estudios y proyectos agrícolas, pecuarios e forestales; además, la zona de estudio pertenece al área de influencia de la F.E.S.-C., lo que permite realizar los estudios y trabajos de campo con una mayor efectividad al encontrarse la zona cercana.

Por otra parte, se trató de ubicar una zona que presentara características heterogéneas, que permitieran aplicar la metodología del sistema utilizado y así derivar las discusiones al respecto.

Durante esta fase, se llevó a cabo el reconocimiento de una región localizada al noroeste de la F.A.S.-C., con apoyo de un plano general del estado de México a escala 1:500 000 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

### 3.2.2. DELIMITACION DEL AREA DE TRABAJO

La delimitación del área de estudio se realizó con apoyo de una carta del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (IGN) de la zona, en este caso fué la E-19 denominada "Cuautitlán de Romero Rubio" en escala 1:50 000, sobre una superficie con características heterogéneas en cuanto a sus características fisiográficas y que sirvieran como indicadores para llevar a cabo la evaluación, buscando que la aplicación del método sea lo más completa posible, de manera que presenten en el levantamiento el mayor número de clases de capacidad de uso posibles para la distinción de características de cada una de ellas y se genere así una discusión y análisis valioso para las conclusiones y probables recomendaciones.

### 3.2.3. OBTENCION DEL MATERIAL FOTOGRAFICO

Se obtuvo material fotográfico correspondiente a la zona de estudio a partir del mosaico fotográfico escala 1:250 000 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, donde se localizaron puntos de apoyo que sirvieran como referencia para la ubicación de las fotografías tales como carreteras, vías ferroviarias, núcleos poblacionales, etc, que ayudaran a localizar el área exacta de la zona

de estudio.

Se seleccionaron fotografías aéreas de una escala que permitiera realizar la fotointerpretación lo más detallada posible; en este caso se contó con material de escala media 1:25 000, denominado en I.N.E.G.I. como "vuelo de altura media", lo que permite realizar el estudio con una exactitud aceptable.

Las fotografías son pancromáticas, de contacto, blanco y negro, tomadas en octubre de 1977. De éstas, se utilizaron dos líneas de vuelo y 15 aerofotos con cuyos pares estereoscópicos correspondientes se cubrió el área de estudio.

#### 3.2.4. PREPARACION DEL MATERIAL FOTOGRAFICO AEREO

La preparación del material fotográfico aéreo obtenido en el paso anterior, consistió en delimitar la superficie de trabajo sobre las fotografías; así, se delimitó sobre las fotos el área mencionada, tomando en cuenta que las fotografías presentan una sobreposición longitudinal sobre la misma línea de vuelo de aproximadamente 60%. Presentan también una sobreposición lateral entre línea y línea de vuelo que varía de 15% a 20%

#### 3.2.5. OBTENCION DEL MATERIAL CARTOGRAFICO DE LA ZONA

Para la obtención de la cartografía que se utilizó, se revisó el

material disponible en algunas dependencias oficiales como:

a) Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Aquí se obtuvo la información de la carta geológica escala 1:2 000 000, que presenta las formaciones geológicas.

b) Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática de la

SPP. En esta dependencia se obtuvieron las cartas topográfica, edafológica, geológica y de uso actual, en escala 1:50 000, correspondientes al área de estudio. Además, se obtuvo el Anexo Cartográfico de la Síntesis Geográfica del Estado de México que consta de las siguientes cartas:

- Topográfica
- Climatológica
- Fenómenos Climatológicos
- Hidrología Superficial
- Hidrología Subterránea
- Regionalización Fisiográfica
- Suelos
- Vegetación
- Uso Actual
- Posibilidades de Uso Agrícola
- Posibilidades de Uso Pecuario
- Posibilidades de Uso Forestal

- c) Mapoteca de la F.E.S.-Cuautitlán. En este lugar se consultaron las cartas del I.N.E.C.I. (SPP), principalmente la de Uso Potencial y de Frontera Agrícola, Pecuaria y Forestal.
- d) Subdirección de Agrología (SARH). En esta dependencia se consultaron los planes del "Estudio Agroológico Semidetallado del Proyecto de la Concepción".

### 3.2.6. OBTENCION DEL MATERIAL BIBLIOGRAFICO DE LA ZONA

Para la obtención de la bibliografía de la zona, se realizó una investigación sobre la información disponible que sirviera para el desarrollo del presente trabajo y que apoyara al cumplimiento de los objetivos. Lo anterior se llevó a cabo en las siguientes instituciones:

- a) Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática de la SPP. En esta dependencia se obtuvo la información contenida en la Síntesis Geográfica del Estado de México, que presenta un panorama general de las características fisiográficas de la zona, además de que contiene otra información que se utilizó durante el desarrollo del trabajo.



- b) Laboratorio de Fotogrametría de la F.M.S.-Cuautitlán. En este lugar, se obtuvo el paquete de apuntes de la materia de Fotogrametría y Fotointerpretación de suelos, donde se encontraba una traducción del Manual 210 del U.S.D.A. (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) llamado "Land Capability", traducido como "Capacidad de Uso de la Tierra", el cual la SPP traduce como "Uso Potencial", por lo que se hacen las aclaraciones pertinentes durante la introducción del presente y en la parte final de la tesis, en particular en análisis, conclusión y recomendaciones.
- c) Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma de Chapingo. Aquí fue proporcionada la información correspondiente a la utilización del Sistema de Clasificación de Suelos por Capacidad de Uso, además de que fue proporcionada una copia del "Manual de Clasificación de Suelos por Uso Potencial" modificado por la SPP. En este mismo lugar se consultaron trabajos de tesis.
- d) Biblioteca de la F.M.S.-C. área agropecuaria. Desde se consultaron varios trabajos de tesis, a los que hacemos referencia en la bibliografía del presente trabajo.

- e) Dirección General de Agrología (SARH). En este lugar, se obtuvo la información relacionada a los estudios agroológicos de la zona de estudio, principalmente el Estudio Agroológico Semidetallado de Tepetztlán.
  
- f) Laboratorio de Manejo y Fertilidad de Suelos. Lugar en el que se obtuvieron datos principalmente de "Estudio de características edáficas de los suelos de la F.E.S.-C.", del M.C. Orlando de la Teja Angeles, necesarios para el desarrollo del presente.
  
- g) Biblioteca de la Dirección General de Distritos y Unidades de Riego. Lugar donde se obtuvo el Tomo II "Características de Distritos y Unidades de Riego" (1983).

### 3.2.7. OBTENCIÓN DE DATOS CLIMATOLÓGICOS.

Para la obtención de datos relacionados con la climatología del área de estudio, se acudió al Servicio Meteorológico Mexicano, dependiente de la SARH, de donde se extrajeron los datos correspondientes a temperaturas máximas, mínimas y medias; precipitación, días con granizadas, días con heladas, días nublados y despejados, que se utilizan como elementos para la descripción de los aspectos climatológicos que se presentan en la zona de estudio.

### 3.2.8. SISTEMA DE CLASIFICACION.

El sistema de clasificación aplicado tiene como finalidad determinar los elementos de juicio o factores necesarios para ubicar a suelos en el uso adecuado, según su aptitud particular y permitir la adecuada programación para el mejor aprovechamiento de los recursos.

Los factores limitantes para el uso se agrupan en diferentes clases de acuerdo a la magnitud de las restricciones que los caracterizan; sin embargo, los suelos de una clase no necesariamente están afectados por los mismos factores limitantes, de manera que los suelos de una misma clase no requieren manejo similar en cuanto a sus restricciones. Esto dependerá del factor o factores que interviniere para la clasificación.

El sistema de "Clasificación por Capacidad de Uso" utilizado en este trabajo es el desarrollado en el Manual No.210 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Este sistema se ha adaptado en diferentes países con algunas modificaciones, que en el caso de México fueron realizadas por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (I.N.E.G.I.)

En esencia, el sistema se aplica mediante una metodología que permite ubicar las diferentes clases de uso de acuerdo con los rangos de los factores limitantes que se establecen para cada uno.

### Clases de Terreno.

Se consideran 8 clases de terreno que se describen a continuación:

- Terrenos de Clase I. Son aquellos que presentan muy pocas o ninguna limitación para su uso y si existen, son fáciles de corregir. Son casi planos y su riesgo de erosión es muy leve bajo cualquier sistema de manejo. Son suelos profundos y bien drenados, de manera que la posibilidad de inundación es muy poca. Pueden llegar a tener problemas incipientes de salinidad, sodicidad o de nante freático poco profundo, siempre y cuando estos problemas puedan corregirse con facilidad y no exista la posibilidad de que aparezcan nuevamente. Las prácticas de manejo requeridas son las comunes para mantener su productividad, pudiendo utilizarse para desarrollar una amplia gama de cultivos, pastos, bosque o vida silvestre.
- Terrenos de Clase II. Los terrenos de esta clase no presentan limitaciones acentuadas para el desarrollo de los cultivos, únicamente es necesario elegir las plantas para sembrar o cultivar especies que requieren prácticas de manejo de fácil aplicación. Algunas de las limitaciones que pueden presentarse en esta clase de terrenos son: erosión moderada o susceptibilidad moderada a la

erosión hídrica e eólica, pendiente suave, profundidad menor a la ideal, contenido moderado de sales e de sodio de fácil corrección, aunque con posibilidades de repetirse. Así mismo, pueden ser expuestos a exceso de humedad susceptible de corrección con prácticas de drenaje, pero sin que desaparezca en forma permanente; puede haber limitaciones climáticas leves en el uso y manejo del suelo. Pueden usarse los suelos de esta clase para cultivos, pastos, bosques e vida silvestre.

- Terrenos de Clase III. Los suelos de esta clase presentan serias limitaciones que restringen el desarrollo de los posibles cultivos por establecer o bien requieren de prácticas especiales de conservación para alguno o todos los cultivos agrícolas. Las limitaciones que puede presentar, son las siguientes:

- a) Pendiente fuerte (6-10%)
- b) Moderada susceptibilidad a la erosión hídrica, eólica e degradación por acción erosiva en el pasado..
- c) Inundaciones frecuentes.
- d) Poca profundidad efectiva.
- e) Presencia de salinidad e sodicidad moderada.
- f) Pedregosidad.

- Terrenos de Clase IV. Estos terrenos tienen limitaciones muy severas para el desarrollo de los cultivos agrícolas, por lo que su uso agrícola es muy restringido; requieren de prácticas de conservación de suelo y agua intensas. Sus restricciones para los cultivos pueden ser una o más de las siguientes:

- a) Pendiente pronunciada (10-15%).
- b) Alta susceptibilidad a la erosión hídrica e eólica con efectos severos de la erosión en el pasado.
- c) Poca profundidad efectiva.
- d) Inundaciones frecuentes.
- e) Drenaje deficiente.
- f) Presencia de salinidad o sodicidad elevada.
- g) Efectos de clima moderados.

Estos terrenos pueden usarse para un grupo de cultivos reducido particularmente pastos, bosques o vida silvestre.

Las cuatro primeras clases definidas, son las que se consideran adecuadas en mayor o menor grado para fines agrícolas, ya que de la clase V a la VIII, presentan severas limitaciones para este fin, por lo que se denominan de uso limitado, aptos o con limitaciones para pastizales, bosques o vida silvestre.

- Terrenos de Clase V. Esta clase de terrenos generalmente no tienen problemas de erosión e es muy reducida, presentan limitaciones que no es práctico y en algunos casos tampoco económico el tratar de superarlas, por lo que es preferible su uso para pastizales, árboles e vida silvestre. Presentan algún factor de demérito que reduce las posibilidades de uso agrícola, por ejemplo:

- a) Terrenos bajos, susceptibles a inundaciones constantes que no permiten el desarrollo bajo condiciones normales de cultivo y no es práctico e económico drenar para cultivar.
- b) Suelos con ligera pendiente, con piedras e rocas en la superficie.
- c) Terrenos de Clase I, ubicados en pequeños claros en una área boscosa.

En estos terrenos no es factible el desarrollo de cultivos en condiciones normales, pero si hay manejo apropiado se pueden desarrollar los pastizales y las áreas forestales.

- Terrenos de Clase VI. Esta clase de terrenos presenta severas limitaciones para el desarrollo de cultivos, por lo que se limita su uso a pastizales, bosques e vida silvestre. Son necesarias las

prácticas de conservación y manejo de acuerdo a los factores limitantes y son indispensables para mantener el nivel de productividad del terreno. Estos terrenos presentan limitantes que no es posible corregirlas permanentemente, tales como pendiente pronunciada que propicia erosión severa, pedregosidad, poca profundidad efectiva, salinidad, acidez, efectos climáticos adversos y severos, etc.

- Terrenos de Clase VII. Esta clase de terrenos presentan limitaciones severas, que definitivamente hace inadecuado el desarrollo de cultivos, lo que restringe el uso para pastos y de manera limitada para árboles o vida silvestre. Presentan condiciones críticas, por lo que resulta impráctico e inabordable aplicar medidas de mejoramiento y además no son corregidas las limitaciones totalmente. Aunque se utilicen para pastoreo o árboles, necesitan prácticas de conservación para proteger y evitar daños a las áreas vecinas, especialmente si éstas son vasos de almacenamiento u otras obras de captación de humedad.

- Terrenos de Clase VIII. Los suelos de esta clase tienen limitaciones excesivas para el uso en cultivos comerciales, desarrollo



de pastizales e explotaciones forestales, por lo que su uso se debe orientar con fines recreativos, vida silvestre, abastecimiento de agua e fines estéticos. Las limitaciones en estos terrenos hacen antieconómica cualquier práctica de acondicionamiento, aunque existen algunas aplicadas al beneficio de la vida silvestre y protección de cuencas. Los afloramientos rocosos, las playas de arena y otras casi desprovistas de suelo quedan en esta clase. Sus limitaciones más comunes son:

- a) Erosión muy severa, con afloramiento del material madre e rocas.
- b) Efectos adversos y severos del clima.
- c) Inundación permanente.
- d) Pedregosidad.
- d) Salinidad y aridez.

### 3.2.9. FOTOINTERPRETACION DE PRIMERA FASE.

En el presente trabajo, la fotointerpretación se realizó para delimitar los suelos por clases; en este caso de capacidad de uso. El uso de fotografías permitió que el trabajo se simplificara y la clasificación primaria se realizara en menor tiempo.

Esta fase tiene la finalidad de delimitar los suelos sobre bases fisiográficas y seleccionar diversos sitios de muestreo donde también se evalúan principalmente la salinidad, sodicidad y pedregosidad, además de la textura y el pH como factores limitantes auxiliares.

Las actividades llevadas a cabo durante esta fase fueron:

- Ordenamiento del material fotográfico por línea de vuelo y numeración de izquierda a derecha con la finalidad de facilitar manejo.
- Delimitación foto por foto del modelo estereoscópico o área de trabajo.
- Colocación, uno a uno de los pares estereoscópicos para su observación bajo el estereoscopio de espejos, para lo cual se ajustaron los pares estereoscópicos de referencia hasta obtener la imagen tridimensional deseada. Sobre las mismas, se observaron los rasgos fisiográficos siguientes: topografía, hidrografía, drenaje superficial, vegetación y algunos aspectos edáficos.

### 3.2.10. DELIMITACION DE LAS CLASES PROPUESTAS Y LOS FACTORES LIMITANTES.

Se trazaron límites tentativos de clases de suelos por capacidad de uso, y una vez determinadas se establecieron los lugares de muestreo, en los que se obtendrían las muestras del perfil, así como la descripción del mismo y se realizaron las pruebas de campo correspondientes.

- Los factores utilizados para la clasificación se dividieron en limitantes y auxiliares. Los factores limitantes son aquellos que por sus rangos de variación y su importancia para las condiciones de la República Mexicana, sirven para definir clases específicas de terrenos que son las expresadas en el siguiente cuadro:

GRUPOS DE FACTORES	FACTORES LIMITANTES	CLAVE
Clima	Deficiencia de agua	C
	Inundación	I
Erosión	Erosión	E
Topografía	Pendiente	T1
	Relieve	T2
Suelo	Profundidad efectiva	S1
	Profundidad nante freática	S2
	Pedregosidad en superficie	S3
	Salinidad	S4
	Sedimentación	S5

Estos factores se pueden presentar en forma aislada o conjunta y en éste aspecto mencionan la siguiente interacción:

Si un factor se presenta en forma aislada, se determina su nivel de influencia individualmente. Cuando son dos o más los factores

que afectan al terreno, se especifica el nivel de afectación y se determina la clase para cada uno de ellos, prevaleciendo el de mayor importancia.

**Clima.** Considerando únicamente la precipitación, en donde la humedad puede ser limitante para los cultivos por deficiencia (C) o por demasía (inundación I). La deficiencia de agua (C) se considera como el valor de la precipitación media anual menor al valor mínimo de los requerimientos hidrológicos necesarios para el desarrollo de las plantas cultivadas y adaptadas ecológicamente a la región.

Los parámetros para cada una de las clases son:

- Clase 1 Los terrenos corresponden a áreas de temperal con precipitación superior a 800mm. distribuida en todo el año.
- Clase 2/C Áreas de temperal de 600 a 800mm. de media anual.
- Clase 3/C Terrenos en donde la precipitación pluvial media anual va de 500 a 600mm. e localizados en bajíos naturales. con suficiente humedad.
- Clase 4/C Son terrenos ubicados en áreas temperaleras, con una precipitación pluvial media anual fluctuante entre los 400 y 500mm.

- Clase 5/C Son terrenos localizados en áreas con una precipitación pluvial de 300 a 400mm.
- Clase 6/C Semejante al anterior, pero influyen otros factores que condicionan su uso.
- Clase 7/C Terrenos localizados en áreas con una precipitación pluvial de 100 a 300mm. o sea, en donde no subsisten cultivos de temporal.
- Clase 8/C Terrenos ubicados en áreas de menos de 100mm. de lluvia media anual.

Es importante mencionar que para este sistema de clasificación es indispensable ubicar los terrenos en un plano de isoyetas medias anuales y considerar la curva más cercana al terreno en cuestión.

Demasía de agua (inundación II). Este factor afecta las áreas húmedas e pequeñas depresiones y sirve para clasificar a los terrenos.

- Clase 1 No presenta inundaciones.
- Clase 2/I Terrenos con inundaciones ocasionales que afectan ligeramente el desarrollo de los cultivos.
- Clase 3/I Terrenos con inundaciones frecuentes y que afectan moderadamente el desarrollo de los cultivos.

- Clase 4/I Terrenos que presentan frecuentes inundaciones y afectan severamente el desarrollo de cultivos.
- Clase 5/I Las inundaciones anulan las posibilidades para el desarrollo de cultivos agrícolas, pero permiten el aprovechamiento de pastizales con limitaciones leves.
- Clase 6/I Únicamente los terrenos que al inundarse, permiten el desarrollo moderado de algunas especies de pastos resistentes.
- Clase 7/I Son terrenos con fuertes inundaciones que sólo permiten el desarrollo de ciertas especies resistentes.
- Clase 8/I Terrenos que permanecen inundados todo el año y no pueden aprovecharse con fines agropecuarios ni forestales.

Para determinar este factor se realizarán inspecciones de campo y se detectaran las áreas que pudieran ser afectadas. Si no hubiera sido posible la inspección, se necesitaría seleccionar información sobre la zona con este tipo de problemas.

Erosión (E). Los terrenos se valorarán en función de la cantidad de suelo perdido en la capa superficial, al ser sometidos a los procesos de erosión acelerada. Se considerará la erosión laminar, en canales y por cárcavas, parcial o combinadas. Las escalas de referen-

cia a este factor fueron:

- Clase 1 Terrenos con erosión nula e imperceptible.
- Clase 2/E Son terrenos que pueden presentar una erosión laminar leve, con pérdida de parte del horizonte A, e canalillos en formación a menos de 30 m de separación en el área.
- Clase 3/E Terrenos que presentan una erosión laminar moderada, con mayor pérdida del horizonte A e canalillos medianos a menos de 30 m de separación.
- Clase 4/E Terrenos con erosión laminar fuerte, con pérdida casi total e total del horizonte A e presentan canales profundos a menos de 30 m de distancia.
- Clase 5/E Son terrenos con erosión laminar fuerte, con pérdidas de parte del horizonte B, los canales se comienzan a convertir en careavas a separaciones menores a 30m.
- Clase 6/E Terrenos con erosión severa, con pérdidas mayores del horizonte B y careavas medianas a menos de 30 m de separación.
- Clase 7/E Son terrenos con erosión severa con pérdidas hasta del 100% del horizonte B y/e careavas profundas a menos de 30m de separación.
- Clase 8/E Terrenos con erosión laminar absoluta, donde se ha perdido suelo y aparece el material parental y careavas profundas a separaciones menores de 30m.

Para cuantificar la erosión, se inspeccionaron perfiles del suelo no erosionado y se estableció la relación con las áreas cercanas en base a la pérdida del suelo por la erosión laminar.

Para realizar lo anterior, se deben identificar los horizontes A, B, y C del suelo en el perfil no erosionado, y de acuerdo con la pérdida perdida de alguno o algunos de ellos, se ubiquen las clases correspondientes a los terrenos del área de estudio.

Si la erosión se presentó en careavas o canalillos en las inspecciones de campo, se estimó el grado de arrastre por erosión y la separación entre surcos o careavas que de acuerdo con la magnitud de daños se estableció la clasificación correspondiente.

Topografía. Debido a las condiciones de la zona, el factor topográfico tuvo gran importancia para la clasificación del área de estudio, ya que dependiendo la clase en que se ubique, será el manejo que se dé para la conservación del suelo y del agua. Al considerar el factor topográfico, fué necesario analizarlo desde el punto de vista de las características del relieve, para indicar si se trataba de terrenos con pendiente uniforme u ondulados.

- Terrenos con pendiente uniforme. Las varias onces de la pendiente en terrenos uniformes para definir las clases fueron las siguientes:



Clase	Porcentaje
1	0-2
2/T1	2-6
3/T1	6-10
4/T1	10-15
5/T1	15-25
6/T1	25-40
7/T1	40-100
8/T1	mayer a 100

Es necesario aclarar, que la pendiente representativa de una área con fines de clasificación, es el promedio de varias pendientes parciales, determinadas sobre una superficie relativamente uniforme.

Pendiente en terrenos ondulados. Las variaciones de pendientes en terrenos ondulados o de relieve para definir las diferentes clases de terreno son las siguientes:

Clase	Porcentaje
1	0-2
2/T2	2-3
3/T2	3-6
4/T2	6-10
5/T2	10-25
6/T2	25-40
7/T2	40-100
8/T2	mayer al 100

Para determinar la pendiente en terrenos ondulados se sigue el mismo criterio descrito en terrenos con pendiente uniforme y únicamente se cambian los rangos de variación para las diferentes clases de terrenos.

Suelo. Este factor se refiere a las características de los suelos, que permiten o impiden el buen desarrollo de los cultivos. Cada factor presenta rangos de variación que facilitan el agrupamiento en clases de suelo.

Los factores que se consideraron como limitantes para la clasificación fueron:

- Profundidad del suelo. Se consideró como profundidad del suelo, a la de la capa superficial donde no existen restricciones para el desarrollo radicular. Estas restricciones son la presencia de algún estrato rocoso, horizontes cementados, grava o piedra. Los rangos de profundidad para cada clase fueron:

Clase	Profundidad (cm)
1	Mayor a 100
2/S1	50-100
3/S1	35-50
4/S1	25-35
5/S1	15-25
6/S1	10-15
7/S1	Menor a 10
8/S1	Afloraciones de material parental.

Para realizar estas clasificaciones se hicieron recorridos en el terreno para observar los cortes naturales de terreno en las áreas de estudio.

- Profundidad del manto freático. Este factor afecta la clasificación de tierras en las áreas costeras, algunas regiones tropicales lluviosas, áreas de riego y suelos con problemas de drenaje interno. El manto freático cuando es superficial afecta el desarrollo radicular de los cultivos, al impedir la aireación de los suelos. Los rangos de variación fueron:

Clase	Profundidad (cm)
1	Mayor a 100
2/S2	50-100
3/S2	35-50
4/S2	25-35
5/S2	15-25
6/S2	10-15
7/S2	Menor a 10
8/S2	Agua en la superficie

Para determinar la profundidad del manto freático, se consideró el nivel del agua en norías o pozos a cielo abierto, lo cual permitió obtener la información acerca de las fluctuaciones del nivel del espejo durante el año.

- Pedregosidad en la superficie del terreno. Para la clasificación por este factor se consideraron la presencia de obstáculos físicos superficiales que pueden interferir en las labores agrícolas; tales obstáculos fueron específicamente la pedregosidad y el aillaramiento rocoso. Los rangos de variación fueron:

- Clase 1 Pedregosidad nula e imperceptible en el terreno.
- Clase 2/S3 Pedregosidad en el terreno que puede originar interferencias con las labores agrícolas. El 5-10% aproximadamente del área total cubierta con piedras.
- Clase 3/S3 La pedregosidad interfiere seriamente las labores agrícolas, principalmente las realizadas con maquinaria, la pedregosidad cubre del 10 al 15% del área.
- Clase 4/S3 La pedregosidad no permite el uso de maquinaria agrícola, ya que la pedregosidad cubre del 15 al 35% de la superficie.
- Clase 5/S3 La pedregosidad cubre del 35 al 50%.
- Clase 6/S3 La pedregosidad cubre del 50 al 70%.
- Clase 7/S3 La pedregosidad cubre del 70 al 90%.
- Clase 8/S3 La pedregosidad cubre más del 90%.

Para detectar y delimitar las clases de capacidad de uso por este factor se hicieron visitas de campo, considerando como piedras los materiales de naturaleza mineral con más de 7cm de diámetro.

Salinidad. En este parámetro se agrupan a los suelos en diferentes clases de acuerdo con la concentración de sales en el perfil, ya que pueden inhibir el desarrollo normal del cultivo. La cantidad de sales se cuantifica por medio de la conductividad eléctrica en el extracto de saturación del suelo y el valor se expresa en mmhos/cm.

La determinación debe realizarse en laboratorio.

- Clase 1 Terrenos con conductividad eléctrica menor a 2mmhos/cm.
- Clase 2/S4 Terrenos con conductividades fluctuantes de 2 a 4 mmhos/cm.
- Clase 3/S4 Terrenos cuya conductividad fluctúa de 8 a 10 mmhos/cm.
- Clase 4/S4 Terrenos cuya conductividad fluctúa de 10 a 16 mmhos/cm.
- Clase 5,6,7 Suelos con conductividad mayor a 16 mmhos/cm.  
y 8/S4

Se definieron las clases con apoyo de los análisis ya realizados con anterioridad y con observaciones directas e información de personas del lugar.

Sodicidad. Este factor permitió agrupar a los suelos en diferentes clases de acuerdo a sus variaciones de concentración. Para conocerlo es necesario determinar en el laboratorio el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

Clase	PSI
1	menor a 10

2/S5	10-15.
3/S5	15-40
4/S5	40-60
5,6,7 y 8/S5	mayer a 60

Este valor se estableció consultando como en el factor anterior.

### 3.2.10.1. Factores Auxiliares.

Como factores auxiliares se consideran los que proporcionan información para seleccionar las mejores prácticas de manejo en los diferentes suelos; sin embargo, por su rango de variación no permiten definir una clase por sí mismos. Los factores considerados auxiliares son:

- a) Textura
- b) Permeabilidad
- c) Reacción del suelo (pH)

a) Textura. Este factor se considera el porcentaje presente en el suelo de las partículas del mismo, en las dimensiones que establecen para arena, limo y arcillas. La importancia de lo anterior estriba en definir las prácticas de manejo adecuadas en base al grupo textural

identificado.

La determinación de la textura puede hacerse en el campo o en el laboratorio; en ambos casos la finalidad es identificar el grupo textural al que pertenece el suelo. Dentro de los grupos texturales que se utilizan en este sistema de clasificación se consideran los siguientes:

GRUPO TEXTURAL	CLAVE	OBSERVACIONES
Textura Gruesa	TG	Incluye texturas arenosas
Textura Media	TM	Incluye texturas francas
Textura Fina	TF	Incluye texturas arcillosas

En el presente trabajo se determinó el grupo textural directamente en el campo. Este método consiste en humedecer una pequeña porción de tierra y frotarla en la mano. Cuando la muestra contiene un porcentaje alto de arcilla imparte una sensación de plasticidad o adherencia, siendo considerados como suelos de textura fina; cuando presenta un alto porcentaje de arena, la sensación al tacto será de presencia de asperezas, definiéndola como suelo de textura gruesa; si presenta una sensación de suavidad y poca cohesión indica mayor contenido de limo, definiendo al suelo como de textura media.

b) Permeabilidad. Este factor se define como la facilidad que presenta el suelo al paso de agua y del aire. Este factor puede evaluarse cualitativamente mediante observaciones en el campo, detectando la rapidez con que el agua penetra en el suelo; también existen las mediciones cuantitativas que definen los valores exactos de la permeabilidad de los suelos, por lo que dependiendo de los rangos de variación, se forman varios grupos según la clasificación.

La clasificación utilizada corresponde a los rangos siguientes:

DESCRIPCION DE LA PERMEABILIDAD	RANGO cm/hr.	AGRUPACION	CLAVE
Muy lenta	Menor de 0.12	Lenta	PL
Lenta	0.12 a 0.5	Lenta	PL
Moderadamente lenta	0.5 a 2.0	Lenta	PL
Moderada	2.0 a 6.0	Moderada	PM
Moderadamente rápida	6.0 a 12.5	Moderada	PM
Rápida	12.5 a 25.0	Rápida	PR
Muy rápida	Mayor de 25.0	Rápida	PR

Con fines prácticos para definir la permeabilidad se recomienda el uso de los términos lenta, moderada o rápida, que se encuentran íntimamente ligados con los grupos texturales, ya que si los suelos son de textura fina, presentan permeabilidad lenta y los de textura gruesa de permeabilidad rápida.



c) Reacción al suelo (pH). Cuando la reacción del suelo es neutra no es necesario registrarla, pero cuando es diferente, sea alcalina o ácida, es conveniente anotarla como factor auxiliar para caracterizar las clases de suelos, ya que afecta el desarrollo de los cultivos. Comúnmente se utiliza una escala para registrar el pH del suelo. Así se tiene: De 1 a 6.5 si el suelo es de extremadamente ácido a ligeramente ácido, de 6.6 a 7.4 si es neutro y 7.5 a 14 si es de ligeramente alcalino a muy fuertemente alcalino. Todos éstos son agrupados en diferentes rangos que son:

DESCRIPCION DEL SUELO	pH	AGRUPACION	CLAVE
Extremadamente ácido	Menos de 4.5	Acido	R1
Muy fuertemente ácido	4.6 a 5.0	Acido	R1
Fuertemente ácido	5.1 a 5.5	Acido	R1
Moderadamente ácido	5.6 a 6.0	Acido	R1
Ligeramente ácido	6.1 a 6.5	Neutro	R2
Neutro	6.6 a 7.4	Neutro	R2
Ligeramente alcalino	7.5 a 7.8	Neutro	R2
Moderadamente alcalino	7.9 a 8.4	Alcalino	R3
Fuertemente alcalino	8.5 a 9.0	Alcalino	R3
Muy fuertemente alcalino	Mayer a 9.0	Alcalino	R3

La representación de este factor auxiliar en la clasificación, solo se realizó cuando se consideró necesario establecer alguna característica especial, y por consiguiente un manejo similar por la presencia de este factor, es decir que sólo cuando el pH no fué neutro.

### 3.2.11. Trabajos de campo para la verificación de las clases propuestas.

Estos trabajos se realizaron exclusivamente en el campo, ya que los puntos anteriores son únicamente de trabajo de gabinete.

La verificación consistió en comprobar en el campo las observaciones hechas en los sitios seleccionados durante el proceso de fotointerpretación y completar el trabajo con todos aquellos datos que se utilizaron para la clasificación de tierras, tales como profundidad de suelo, pendiente, pedregosidad, erosión, inundación, deficiencia de agua y topografía.

Durante esta fase del trabajo se obtuvo la información necesaria para observar si los límites trazados en el pase anterior, se encontraban donde se ubicaron en el campo, utilizando para ello las variaciones establecidas para los factores que pueden determinarse directamente en el campo. Esto significa que los límites anteriores se corrigie-

ran o confirmaran según el caso, para establecer las clases definitivas de capacidad de uso, considerando la totalidad de la información de campo.

### 3.2.12. Ratificación y rectificación de límites de las clases propuestas.

Este paso comprende la consideración de toda la información de campo y de otras fuentes, para la ratificación y /o rectificación en gabinete de los límites de las clases propuestas sobre las fotografías, usando los rangos de variación establecidos, durante esta misma fase se revisó que las fotografías cubrieran totalmente el área de estudio, es decir que existieran contactos entre cada uno de los pares estereoscópicos, para que al vaciar la información a los planos no existan zonas que no presenten los límites de clasificación.

### 3.2.13. Vaciado de la información para la elaboración de planos.

Esta fase consistió en transferir los límites de las clases con sus claves correspondientes al plano topográfico, el cual se constituirá en el plano de clasificación de suelos según su capacidad de uso y en el que es posible determinar con precisión la superficie ocupada para cada clase.

CAPITULO 4

RESULTADOS Y ANALISIS

Una vez realizadas las actividades correspondientes al objeto de estudio, así como también el diagnóstico de los datos obtenidos, los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo de tesis para la clasificación de suelos se vaciaron en un plano y las superficies obtenidas fueron: \*

Clase 1	5452 Has.
Clase 2	708 Has.
Clase 3	467 Has.
Clase 4	269 Has.
Clase 5	152 Has.
Clase 6	127 Has.
Clase 7	25 Has.
Clase 8	0 Has.
<hr/>	
Total	7200 Has.

\*(Consultar apendice y mapas de localización)

Los factores que influyen para determinar cada una de las clases son:

Clase 1. La superficie dentro de esta clase se caracteriza por estar compuesta por terrenos que no presentan limitante con respecto a los factores de clasificación, y si las presentan son mínimas y de fácil erradicación para su ubicación dentro de la clase, localizada en la parte sur de la Sierrita de Tepetztlán, los poblados de San Lorenzo Rietence, San Mateo Xoloc, San Juan Atlamca, Santa Bárbara, San Mateo Ixtasalce, San Sebastian Xala, parte Occidental de Tepetztlán y la parte norte de Cuautitlán de Romero Rubio.

Clase 2. Esta clase presenta influencia para su clasificación de algunos factores como son: exceso de agua ocasionalmente e inundación (I) en la parte N de San Sebastian Xala, al N de Buenavista en la parte SW del área de estudio y en la parte norte del área de estudio, al SW de Teoleyucan y/o pendiente suave de 2 al 6% (T1) en la población de Tepetztlán a excepción de un triángulo en su parte central y una porción al sur de la Sierrita de Tepetztlán al N de San Mateo Xoloc.

Clase 3. Estos terrenos presentan limitaciones moderadas que los demeritan, tal es el caso de: suelos con una pendiente moderada del 6 al 10% (T1) localizada en la parte S de las faldas de la sierra de Tepetztlán, inundaciones frecuentes que afectan moderadamente al

cultivo (I) al SW del área de estudio en los poblados de Santa María Tianguistengo y parte N de Buenavista y/o una profundidad efectiva del suelo entre 35 y 50cm (S1) localizada en la parte más elevada de la población de Tepetzotlán al centro del área de estudio.

Clase 4. Esta clase tiene limitantes más severas que las anteriores para el desarrollo de cultivos agrícolas, y los factores de meritantes son: una pendiente pronunciada que va del 10 al 15% (T1) y pedregosidad de 15 a 35% (S3) localizada en el extremo occidental del área de estudio al E del cerro La Columna y al S del mismo, suelos susceptibles de erosión y con canalillos profundos (E) localizados en una pequeña porción al N de San Juan Atlámica del centro del área de estudio, además tienen poca profundidad efectiva (S1).

Clase 5. Esta clase de terrenos presentan limitaciones que difícilmente se erradicarían, y los factores de clasificación son: una pendiente ligeramente superior al 15% (T1), algunas zonas erosionadas que presentan pérdida de todo el horizonte A y parte del B y formación de cárcavas (E), poca profundidad efectiva del suelo (S1), pedregosidad entre 35 y 50% (S3) localizada en la parte N del área de estudio, al NE del Cerro La Columna y/o presentan grupo textural grueso (TG) localizada en el extremo superior izquierdo del área de estudio.

Clase 6. Los suelos de esta clase presentan severas limitaciones que los hacen impropios para cultivos agrícolas y tienen uso restringido, cuyos factores determinantes son: áreas severamente erosionadas (E) con poca profundidad efectiva (S1) localizada en dos pequeñas porciones al S y SE del Cerro La Columna en el extremo izquierdo del área de estudio y pedregosidad (S3) localizada al N del área de estudio, al extremo superior derecho del área de estudio.

Clase 7. Los suelos de esta clase son inadecuados agrícola-mente, ya que es poco viable y redituable realizar labores de recuperación y los factores demeritantes son: pedregosidad (S3) y poca profundidad de suelos (S1) localizadas en dos pequeñas porciones en la parte superior del área de estudio.

Clase 8. No se encontraron suelos dentro de esta clase.

Al analizar y comparar la aplicación del Sistema de Clasificación de Suelos por Capacidad de Uso de Montgomery y Klingeibel con otros sistemas, se encuentra que la clasificación utilizada permite hacer una evaluación de suelos en el país, sujeta a diferentes criterios técnicos y científicos, según la persona o institución que lo apli-

que, lo cual no permite unificar los parámetros para que su implementación sea generalizada. Es decir que dentro de los tipos de evaluación de tierra usados, existe una terminología muy amplia que no ha sido suficientemente analizada y que cada institución o persona que la realiza, tiene puntos de vista interpretativos muy particulares y diferentes; por ello es que normalmente no se incluyen como parte del sistema de evaluación, conceptos que le dan una estructura coherente y por otra parte no presentan un marco de referencias en el que se analicen y discutan las bondades e imprecisiones del sistema utilizado.

Es importante que se tengan claros los conceptos básicos para la clasificación de suelos por capacidad de uso, ya que es posible confundir en algún momento la interpretación adecuada por falta de claridad conceptual. La terminología más utilizada sería la siguiente:

El "Uso Potencial de la Tierra", es el indicador que engloba las condiciones ambientales que caracterizan al terreno y el tipo o tipos de utilización agrícola, pecuaria y forestal que pueden ser establecidas, así como el grado en que los requerimientos técnicos y biológicos de cada tipo de utilización pueden satisfacerse por las condiciones ambientales del terreno, es decir, que expresa la relación entre la capacidad de uso y la aptitud de la tierra.



La "Capacidad de Uso de la Tierra", es comúnmente utilizada como sinónimo de "Uso Potencial de la Tierra", por lo cual es necesario establecer su diferencia y relación. Capacidad de Uso de la Tierra es la cualidad que presenta un determinado terreno para permitir el establecimiento de un cierto número de tipos alternativos de utilización agrícola, pecuaria o forestal de la tierra y sólo le permite saber si se puede establecer algún tipo de utilización o no.

Por lo anterior se entiende que sólo una parte del concepto "Uso Potencial de la Tierra" es la "Capacidad de Uso de la Tierra" y se complementa con la "Aptitud de la Tierra".

La "Aptitud de la Tierra", es la medida del grado en que las condiciones ambientales satisfacen los requerimientos de las alternativas de uso, que muestra la posibilidad de ser establecidas en el terreno, es decir, la intensidad con que pueden ser llevadas a la práctica.

Una vez establecidos los conceptos coincidentes y generales, se puede abordar directamente el análisis de los resultados del presente trabajo, señalando a continuación los puntos de mayor importancia y tratando de generar recomendaciones posteriores:

A) La clase 1 ocupa un 75.72% aproximadamente de superficie dentro del área de estudio con 5 452 Has, pero a pesar de ser aproximadamen-

te las tres cuartas partes del área de estudio, no toda se encuentra bajo explotación agrícola, pecuaria o forestal, ya que está poblada en aproximadamente 320 Has. y algunas zonas se han convertido en terrenos de uso industrial.

La clase 2 ocupa un 9.83% del área de estudio con aproximadamente 708 Has. y está poblada en 45 Has.

La clase 3 ocupa un 6.49% de la superficie total y está representada por 467 Has aproximadamente.

La clase 4 representa el 3.74% y son aproximadamente 269 Has.

La clase 5 cuenta con 152 Has. o sea el 2.11% de la superficie de trabajo.

La clase 6 representa un 1.76% de la superficie total, que son 127 Has.

Y finalmente la clase 7 con 25 Has. que son el 0.35% de la superficie de trabajo.

B) Al efectuar la clasificación de capacidad de uso en el área de trabajo, se identificaron diferentes clases, por ejemplo: se localizó una parte de la zona de estudio con la Clase I, la cual tiene condiciones ambientales particulares que la caracterizan y presenta

factores que pueden ser componentes de diferentes sistemas de producción agrícola, pecuario o forestal, sin embargo se clasifica como de uso agrícola únicamente.

G) La tierra como unidad de terreno no posee por sí misma un valor único de utilización para cualquier propósito.

Una unidad de tierra será buena o mala, según la alternativa de utilización que pretenda hacerse, es decir, que con diferentes fines de uso tiene un valor diferente, por lo que el sistema de clasificación no da la solución a el uso definitivo de la tierra.

D) Las alternativas de uso agrícola, pecuario o forestal, como sistema de producción, difícilmente pueden seleccionarse en atención a deseos particulares del productor, es decir que las condiciones sociales, las necesidades de mercado, el grado de desarrollo de las fuerzas productivas y las características ambientales, son los factores que determinan la elección de la utilización de la tierra y no la aplicación del sistema.

E) El uso potencial no expresa una condición de uso óptimo, máximo rendimiento o un alto nivel de productividad como se suele confundir, sino que se refiere a la gama de alternativas de utilización que permite el terreno y su restricción para las alternativas dadas, a cau-

sa de las características de las condiciones ambientales del área.

F) El índice de productividad de la tierra no es función solamente de las propiedades de las condiciones ambientales existentes en un terreno; sino de la interacción de las condiciones, el tipo de tecnología y el objetivo de la producción pretendida.

G) Si los modelos de alternativas de utilización de la tierra considerados en la evaluación no representan variación con respecto a los sistemas de producción en el país, el potencial de uso de la tierra no presentará toda la gama de posibilidades de utilización de la tierra.

H) Normalmente se clasifican las unidades en función de los factores que presenta el terreno, y no se toma en cuenta la ubicación del terreno, las vías de comunicación, centros de mercados y otros atributos importantes para la evaluación.

I) Los sistemas utilizados presentan validez a nivel nacional y no consideran ajustes que son necesarios para cada región del territorio nacional, ya que cada una de éstas presenta diversidad fisiográfica, y los sistemas fueron hechos para su aplicación a zonas con características muy homogéneas principalmente con respecto al relieve.

J) El sistema toma en cuenta los factores demeritantes y no el potencial positivo, por lo que los datos y reporte final (planes y memoria) no hablan de características favorables.

## CAPITULO 5

### CONCLUSIONES

Después de la aplicación del sistema de clasificación de tierras por su capacidad de uso del Manual #210 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, se precisaron algunas conclusiones generadas a partir del desarrollo del trabajo de tesis y en particular de los resultados obtenidos con su análisis y son:

A) Los factores que mayor influencia tienen para la demeritación de los terrenos en el área de estudio, enumerándolos por orden de importancia con respecto al número de veces que cada factor influye para demeritar los terrenos, tenemos:

A.a. (S1) Profundidad efectiva del suelo que demerita en las clases 3,4,5,6 y 7.

A.b. (T1) Topografía limitante, en este caso es la pendiente en un terreno con relieve plano, que demeritó en las clases 2, 3,4 y 5.

A.c. (S3) Pedregosidad presente en la superficie del suelo, que demeritó en las clases 4,5,6 y 7.

A.d. (E) Erosión presente como careavas, canalillos o pérdida de horizontes en las clases 4,5 y 6.

- A.e. (I) Inundación poco frecuente en alguna de las fases del ciclo agrícola en las clases 2 y 3.
- A.F. (T6) Textura gruesa en la clase 5.

B) La metodología que se sigue en la clasificación de tierras utilizada, permite evaluar cualitativamente los terrenos desde un punto de vista de uso agrícola, no así si se trata del uso pecuario y forestal, ya que se divide en clases 1 a 4 para uso agrícola, y de 4 a 8 para uso no agrícola.

C) La evaluación de tierras del sistema, se constituye en un medio para determinar las posibilidades de establecimiento de modelos de utilización diferentes, es decir, que el sistema de clasificación no considera la amplia gama de sistemas de producción agrícola, pecuarios y forestales que pueden ser practicados en las diferentes regiones del país, algunos de los cuales son de gran importancia económica.

D) Las clases de capacidad de uso de la tierra se definen en términos ambiguos, por lo que pierde el concepto central de lo que las clases significan. Este sistema se ha convertido en un instrumento que busca únicamente la descripción de las condiciones ambientales y fisiográficas que conforman el terreno, y en algunos casos su im-

interpretación, por lo tanto carecen de la facultad de expresar en toda su amplitud y claridad las posibles alternativas de uso del terreno. En resumen, el sistema no agrupa a los terrenos en clases de capacidad, sino que los caracteriza simplemente por sus factores demeritantes.

E) El sistema utilizado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, hace notar dentro de su cuadro de supuestos básicos, que las clases de capacidad de uso no indican valores de productividad sino de uso y la metodología empleada deja ver que el ordenamiento de clases agrológicas responde a niveles de mayor a menor beneficio económico, es decir, que la Clase I, es en términos de rentabilidad más productiva que la II y la III, etc.

F) El sistema en algunos casos, se refiere a clases de "Uso Potencial", siendo que éste es el resultado de hacer una clasificación de "Capacidad de Uso" y la "Aptitud de la tierra" que presente la misma.

G) El sistema utilizado es de aplicación general y no contempla las diferencias que presenta una región con respecto a otra; es decir, que el sistema no se ha adaptado para cada una de las regiones que conforman al país. Por ejemplo: La región "Altiplano Mexicano" pre-



senta ciertas características de precipitación, temperatura, edafología, topografía, etc., que lo diferencia de la región "Noreste" y el sistema no las toma en cuenta, es decir, que si se consideran determinadas características para adaptar el sistema, se tendrían resultados de mayor precisión. Es decir, que en lo general deben considerarse los aspectos fisiográficos necesarios tomando en cuenta los factores limitantes y auxiliares.

## CAPITULO 6

### RECOMENDACIONES

Una vez definidas y analizadas las características del sistema de evaluación de tierras y limitantes que se presentaren para la clasificación de suelos, es conveniente generar recomendaciones para el manejo de los suelos y que las recomendaciones de tipo metodológico se conjunten al sistema utilizado en el presente trabajo de tesis con lo que se obtendrá un "Procedimiento General de Evaluación de Tierras por su Uso Potencial", que comprenderá 2 etapas que se describen posteriormente a las recomendaciones de manejo; además el trabajo de evaluación debe contar con un marco de referencia que observe los defectos y virtudes del sistema a utilizar para la clasificación.

Las recomendaciones del presente trabajo se incluyen a la metodología existente y el resultado es:

- 1) Para el manejo de suelos es necesario seguir las prácticas descritas en el Manual de Uso y Conservación del Suelo y Agua (SAKH); pero de la misma manera que las siguientes recomendaciones, es necesario que se hagan algunas consideraciones y modificaciones, según la región en la que se vaya a aplicar el sistema de evaluación y que

deberán llevarse a cabo en posteriores trabajos.

2) El proceso de evaluación se llevará a cabo dividiéndolo en dos fases:

A) Proceso Cartográfico.

B) Proceso de Evaluación.

A. Proceso Cartográfico. Consiste en delimitar y caracterizar las unidades de terreno, empleando las descripciones fisiográficas que permitan reconocer una cantidad de áreas territoriales suficientemente homogéneas en su característica de suelo y relieve.

A.a. Elaboración de un mapa fisiográfico, que es el marco de referencia sobre el que se realiza la evaluación del terreno.

De esta forma se obtiene un mapa en el que se conjuntan las características fisiográficas (clima, suelo, vegetación y relieve), o sea que no únicamente tendríamos como en los otros sistemas un mapa que presente las unidades de tierra solamente.

B. Proceso de Evaluación. Consiste en la interpretación de la información obtenida en la fase anterior, acerca de las condiciones ambientales existentes en términos de lo que se entiende

per "Uso Potencial de la Tierra".

B.a. Delimitar sobre el mapa fisiográfico las variaciones relativas a los regímenes de humedad disponible, por lo que se requiere contar con datos de varias estaciones termopluviométricas, con la finalidad de que se obtengan las diferencias de humedad en cada zona y mientras más estaciones haya en la zona, más posibilidades de detectar variaciones con respecto a regímenes de humedad; además de que por ejemplo, si tenemos un terreno a desnivel en la zona alta, lo que quiere decir que se presentan gradientes de humedad conforme varía el desnivel del terreno, por lo que necesitamos conocerlos por medio del registro de los datos de las estaciones.

B.b. Determinar para cada unidad cartográfica la capacidad de uso que presente, para lo cual se determina la capacidad de uso agrícola, pecuario y forestal en conjunto. Este significa que cada unidad de terreno puede ser susceptible de ser sometida a una explotación agrícola o una explotación forestal o bien a una explotación agrícola o una explotación forestal o bien a una explotación pecuaria, lo cual quiere decir que cada unidad es potencialmente una explotación diferente a la presente en ella,

por ejemplo: Una unidad que es sometida a una explotación forestal, puede permitir el establecimiento en ella de diferentes tipos de utilización de la tierra, en este caso agrícola, pecuario y forestal (Fig. 1 y 2).

B.c. Determinar para cada unidad la "Aptitud de la Tierra", respecto a los tipos de utilización de la tierra, y sólo se puede establecer conociendo de antemano el propósito de uso del terreno. Esto significa que se debe buscar en qué grado, las condiciones ambientales satisfacen los requerimientos de las alternativas de uso que se establecen a una clase determinada, o sea qué tan intensa podría ser la utilización que se asigne al terreno.

Para lo anterior, se confrontan los valores de las condiciones ambientales del terreno contra los requerimientos de cada alternativa de uso según la "Capacidad de Uso" asignada.

B.d. Analizar la posibilidad de mejoramiento y/o la susceptibilidad al deterioro de cada unidad de terreno, es decir, que si algunas características o factores de la unidad pueden mejorar o empeorar, lo mejor es que busquemos cuales pueden ser y establecerlas para tratar de evitar deterioro, pudiendo llevar a cabo mejoras, por ejemplo: Un terreno que presente una pedregosidad de un 10%, puede ser mejorado si se despietra y así poder utilizar maquinaria si los demás

factores lo permiten.

De la misma manera, un terreno con pendiente que presenta susceptibilidad a la erosión hídrica, no se debe asignar a algún tipo de utilización que lo deteriore, como agricultura de riego sin obras de conservación.

Una vez realizados estos pasos, obtendremos realmente el "Uso Potencial de la Tierra" de la zona de estudio. Además de que la representación de la información obtenida se debe hacer mediante la elaboración de una carta y una memoria complementaria que guíe al usuario en la recopilación de información.

Antes de hacer las recomendaciones a la metodología, se debe de considerar lo siguiente:

- a) Incluir un conjunto de tipos de utilización de la tierra propios de la región, establecidos como elemento central del esquema propuesto del sistema de evaluación, que presente perspectivas más amplias al usuario de la información contenida en la "Carta de Uso Potencial", y que permita seleccionar las alternativas que presenten la mejor opción de manejo, con la mayor certeza de que sea técnicamente posible.
- b) Es muy difícil establecer un tipo de utilización particular para cada terreno, puesto que se establecen tipos de utilización a un ni-

vel general; primero por desconocer los efectos particulares de las condiciones ambientales sobre los elementos utilizados como criterio para establecer los tipos de utilización de la tierra particulares, y en segundo lugar por la diversidad geográfica que existe en el territorio nacional; intentar hacerlo es particularmente difícil para los tipos de utilización, y es poco posible de sistematizar en un sólo trabajo.

e) El sistema resultado de las recomendaciones, presupone validez en todo el país, aunque es necesario realizar la comprobación en el terreno. Por esto, se recomienda realizar evaluaciones con sistemas adaptados a la región donde se realicen los estudios o levantamientos necesarios, con lo que se obtendría una mayor precisión para la definición de los tipos de utilización y un menor complejo al sistematizar el trabajo mencionado en el inciso anterior.

d) Por todo ésto, es necesario precisar que los estudios cartográficos de "Uso Potencial" realizados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, no se deben de tomar como solución absoluta, sino como una orientación fundamentalmente técnica hacia futuros trabajos de mayor precisión.

e) Para profundizar más el presente trabajo es recomendable que se ahonde más en algunos puntos ya descritos, y generar futuros trabajos que tengan una apertura más rica y útil a los estudios y clasificaciones de suelos.

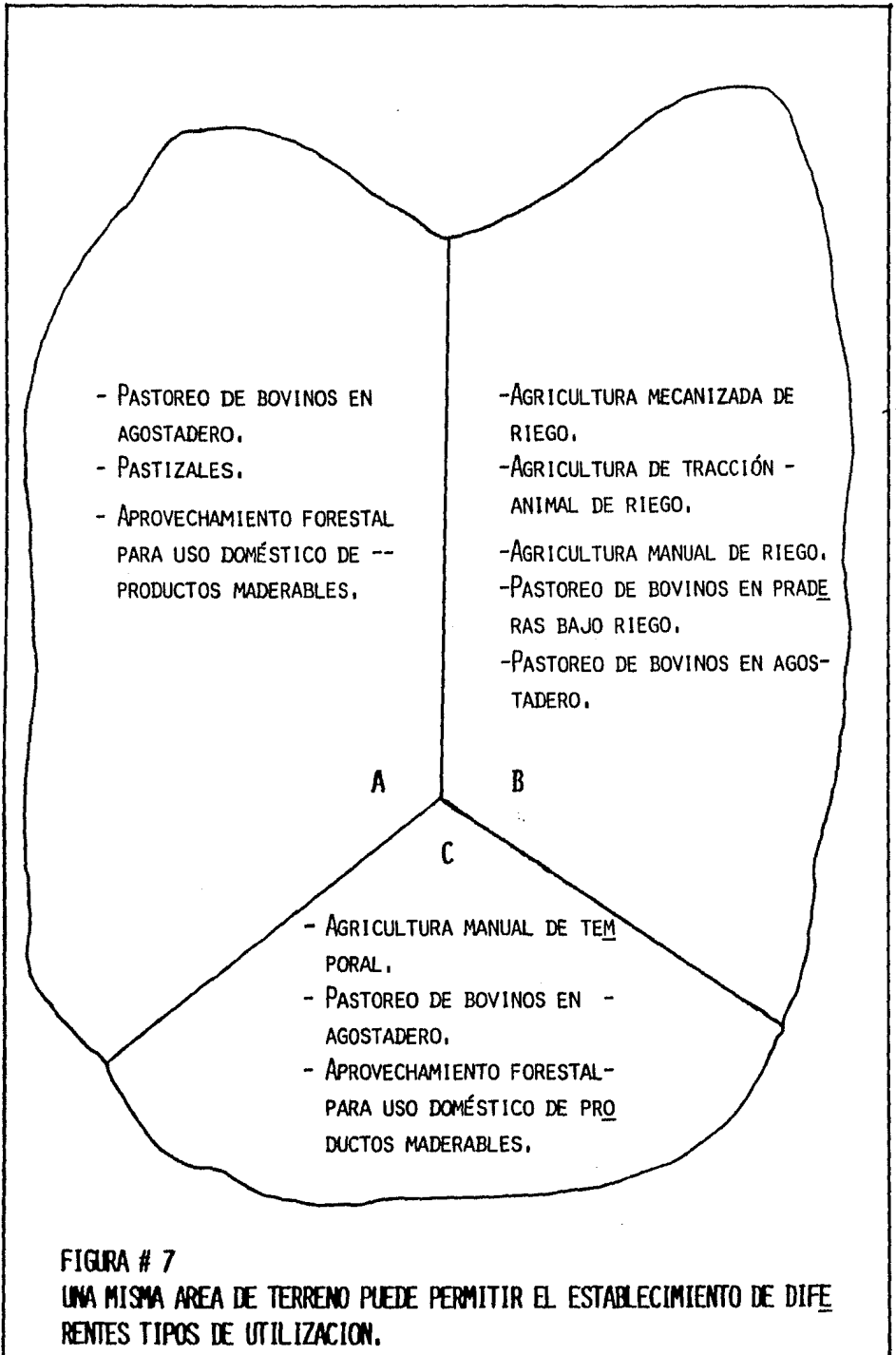


FIGURA # 7

UNA MISMA AREA DE TERRENO PUEDE PERMITIR EL ESTABLECIMIENTO DE DIFERENTES TIPOS DE UTILIZACION.



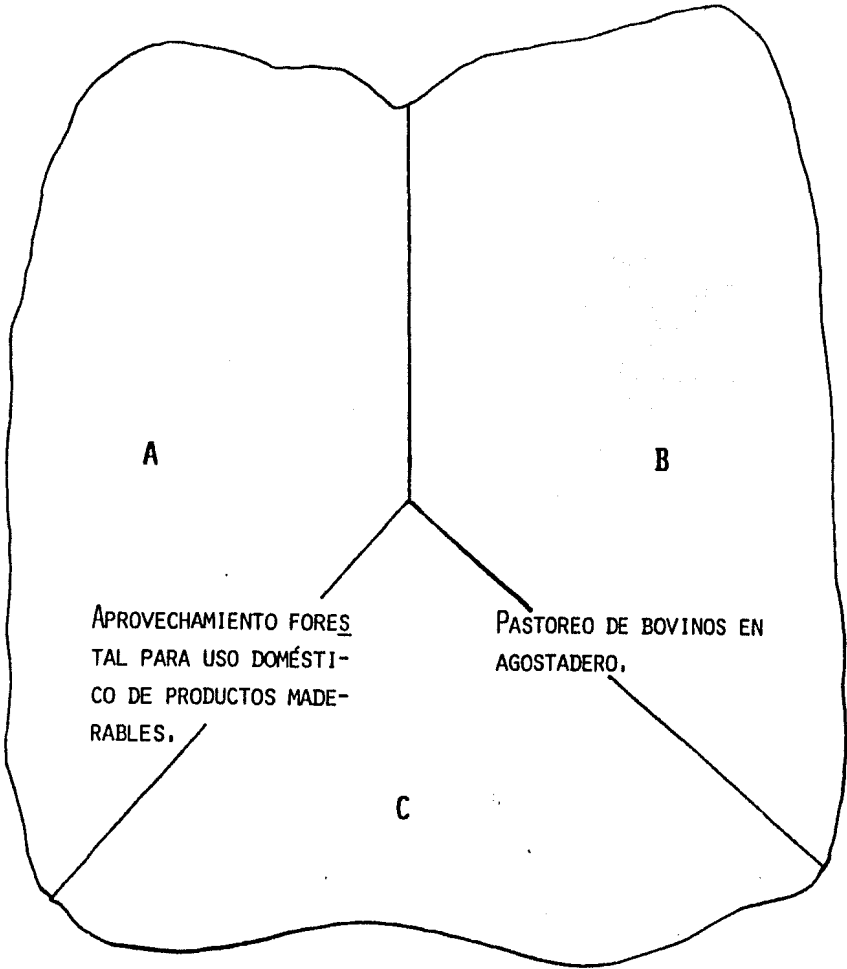


FIGURA # 8.

UN MISMO TIPO DE UTILIZACION DE TIERRA PUEDE ESTABLECERSE EN DIFERENTES UNIDADES DE TERRENO, AUN CUANDO PRESENTE CONDICIONES AMBIENTALES DIFERENTES.

A P P E N D I C E

											%
c \ F	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	I	E		
1										75.7	
2	X							X		9.8	
3	X		X					X		6.5	
4	X		X		X				X	3.7	
5	X		X	X	X				X	2.1	
6			X		X				X	1.8	
7			X		X					.4	
8										-	

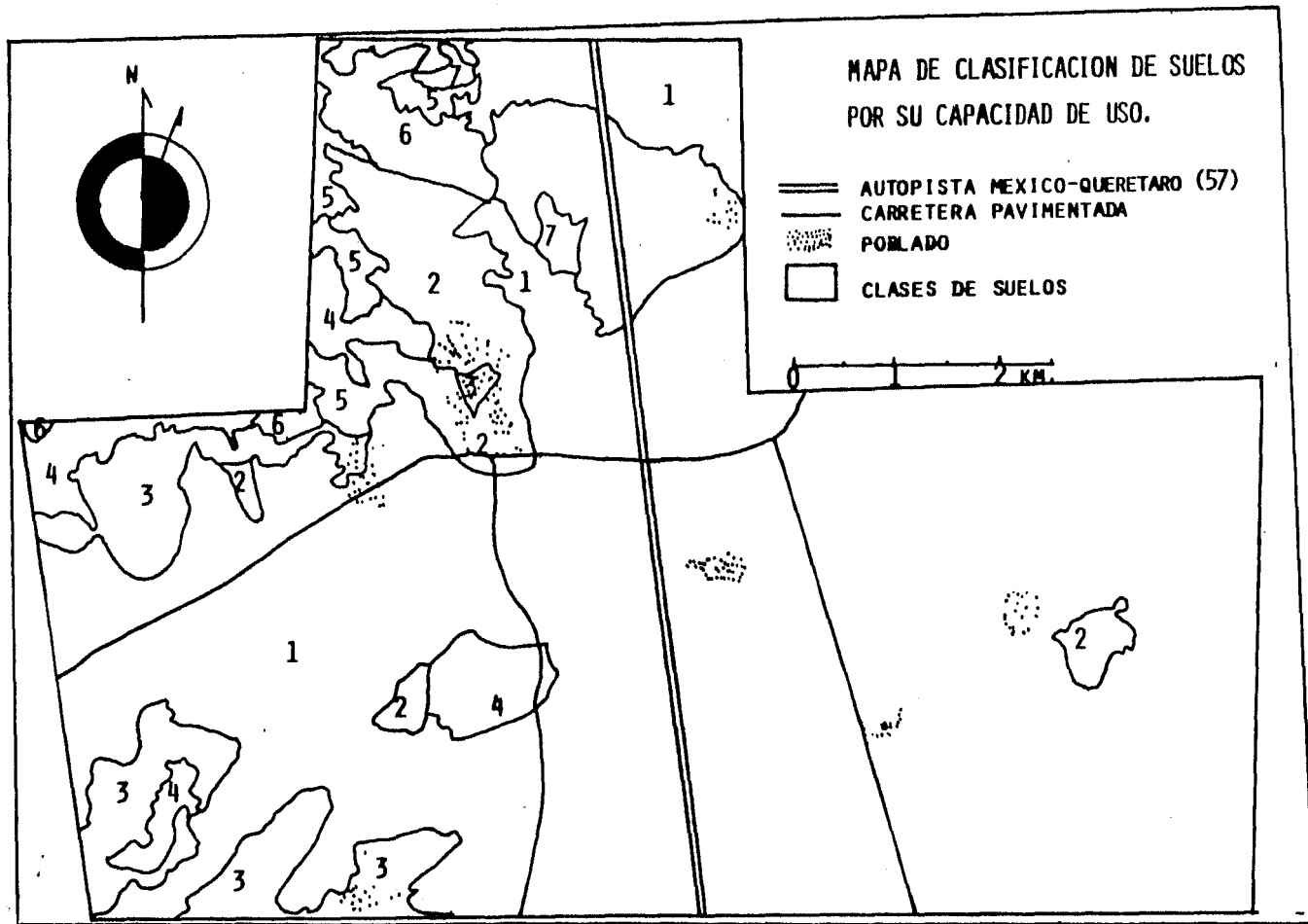
- T<sub>1</sub> TOPOGRAFIA
- T<sub>2</sub> RELIEVE
- S<sub>1</sub> PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO
- S<sub>2</sub> TEXTURA
- S<sub>3</sub> PEDREGOSIDAD
- D<sub>1</sub> DRENAJE
- D<sub>2</sub> MANTO FREATICO
- I INUNDACION
- E EROSION

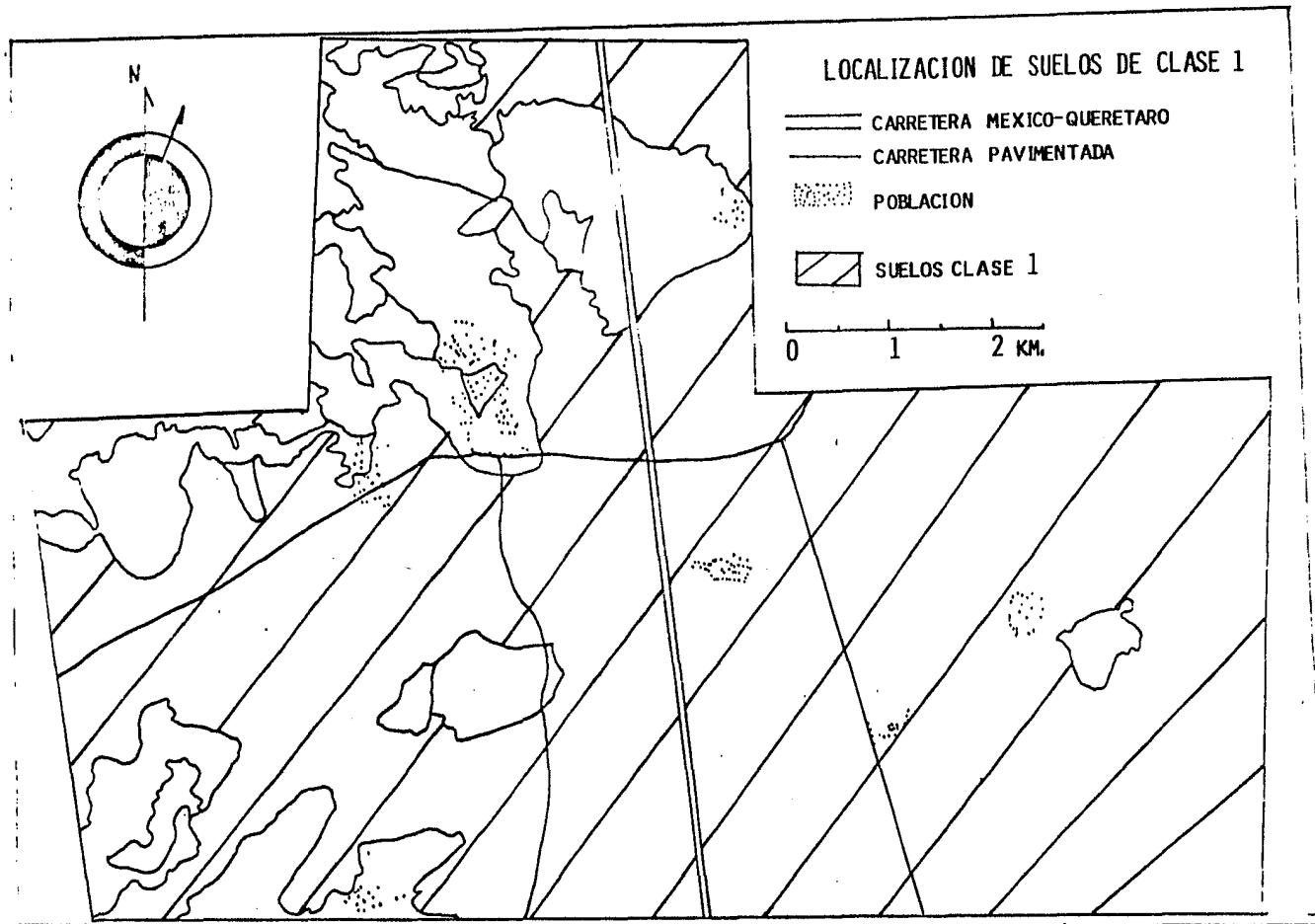
FACTORES DE DEMERITO DE CADA UNA DE LAS CLASES

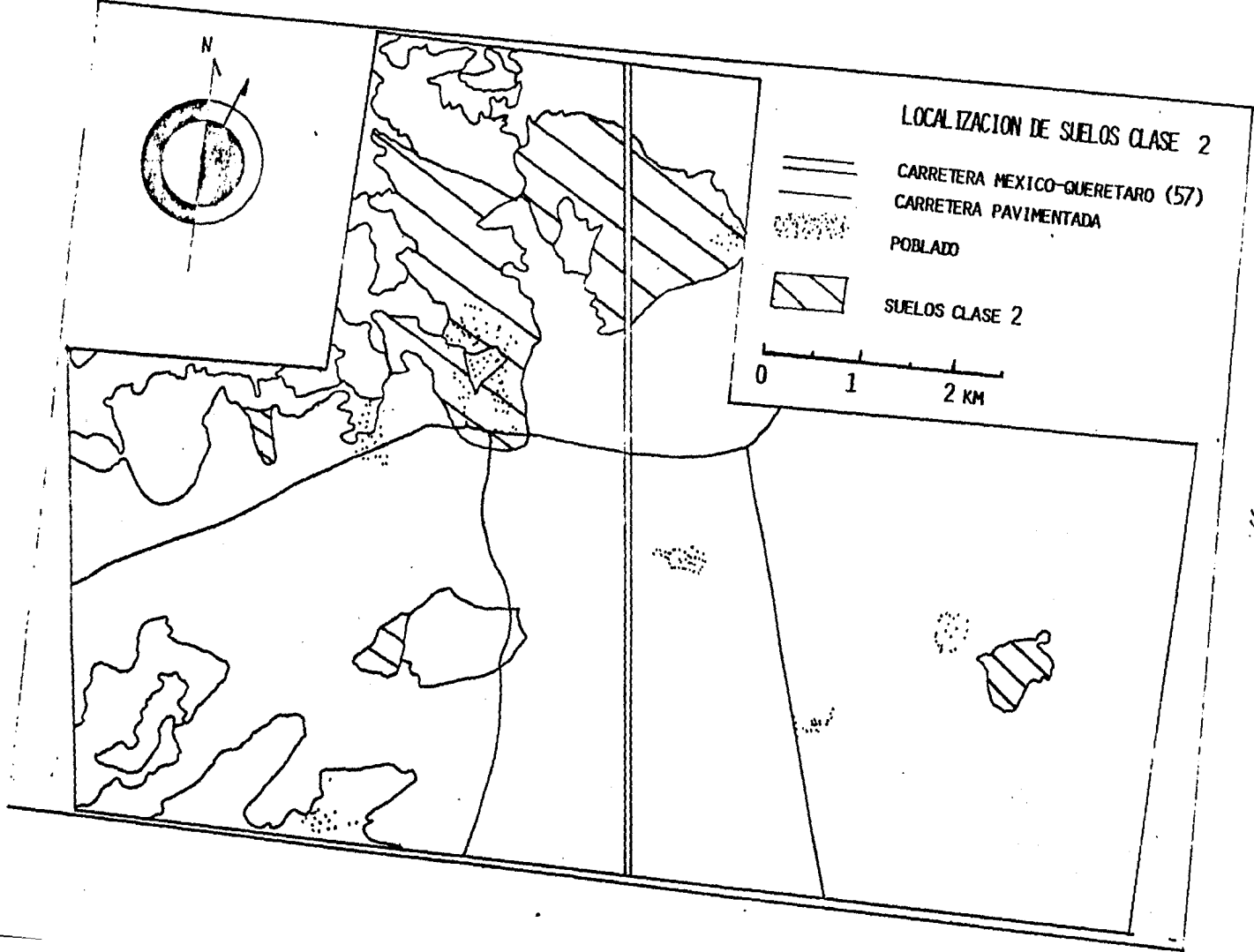
M A F A S

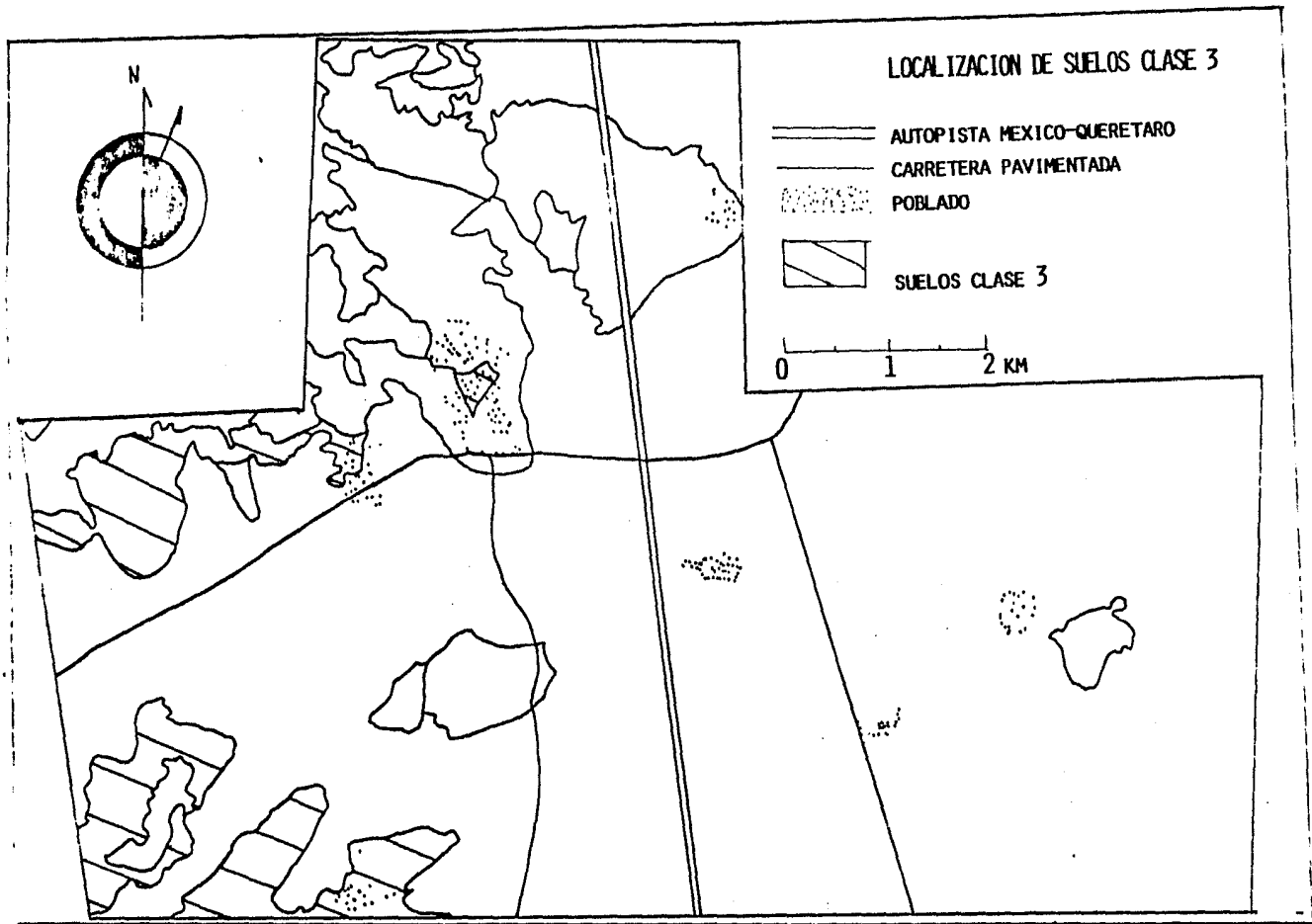
D E

C L A S E S

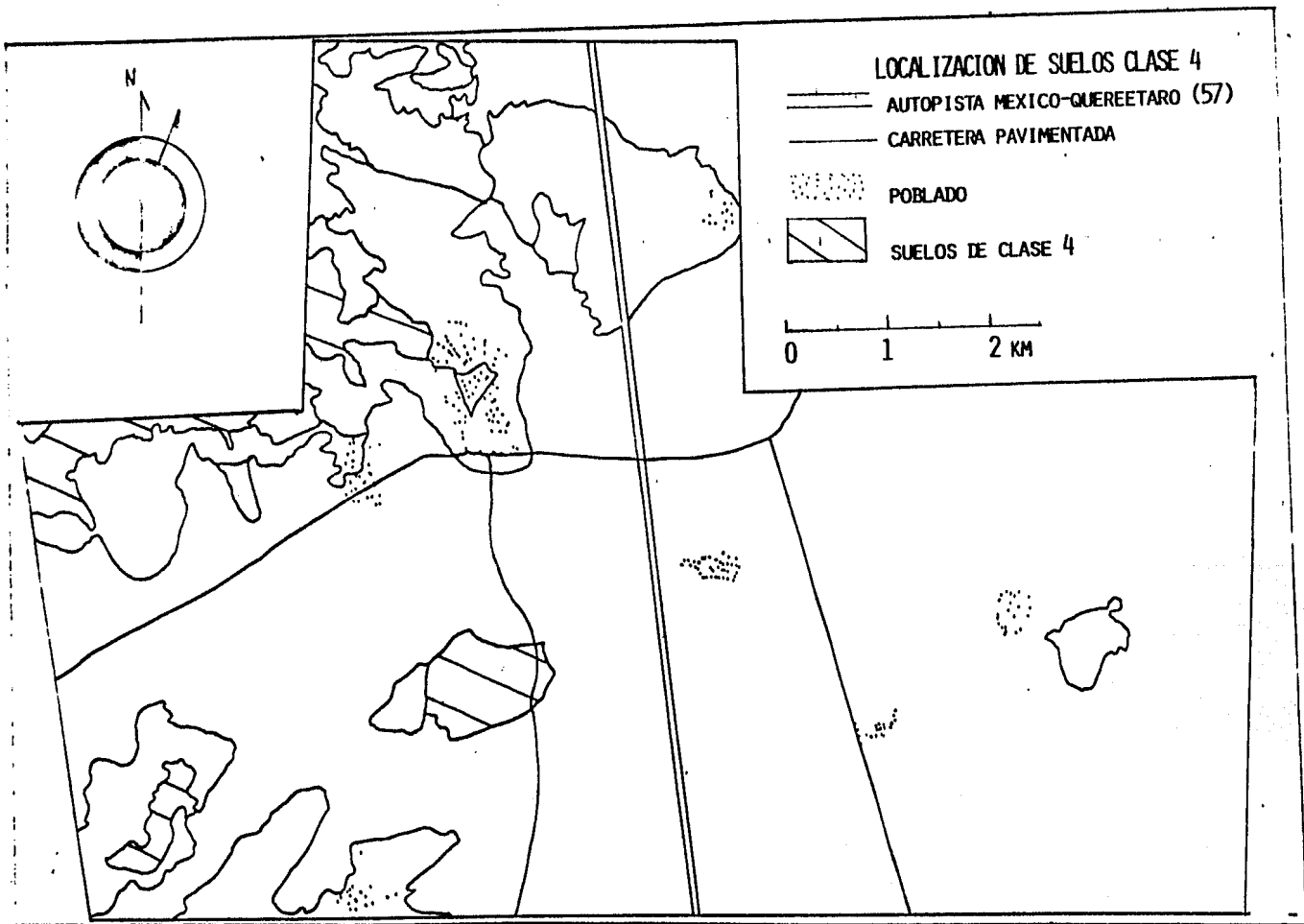


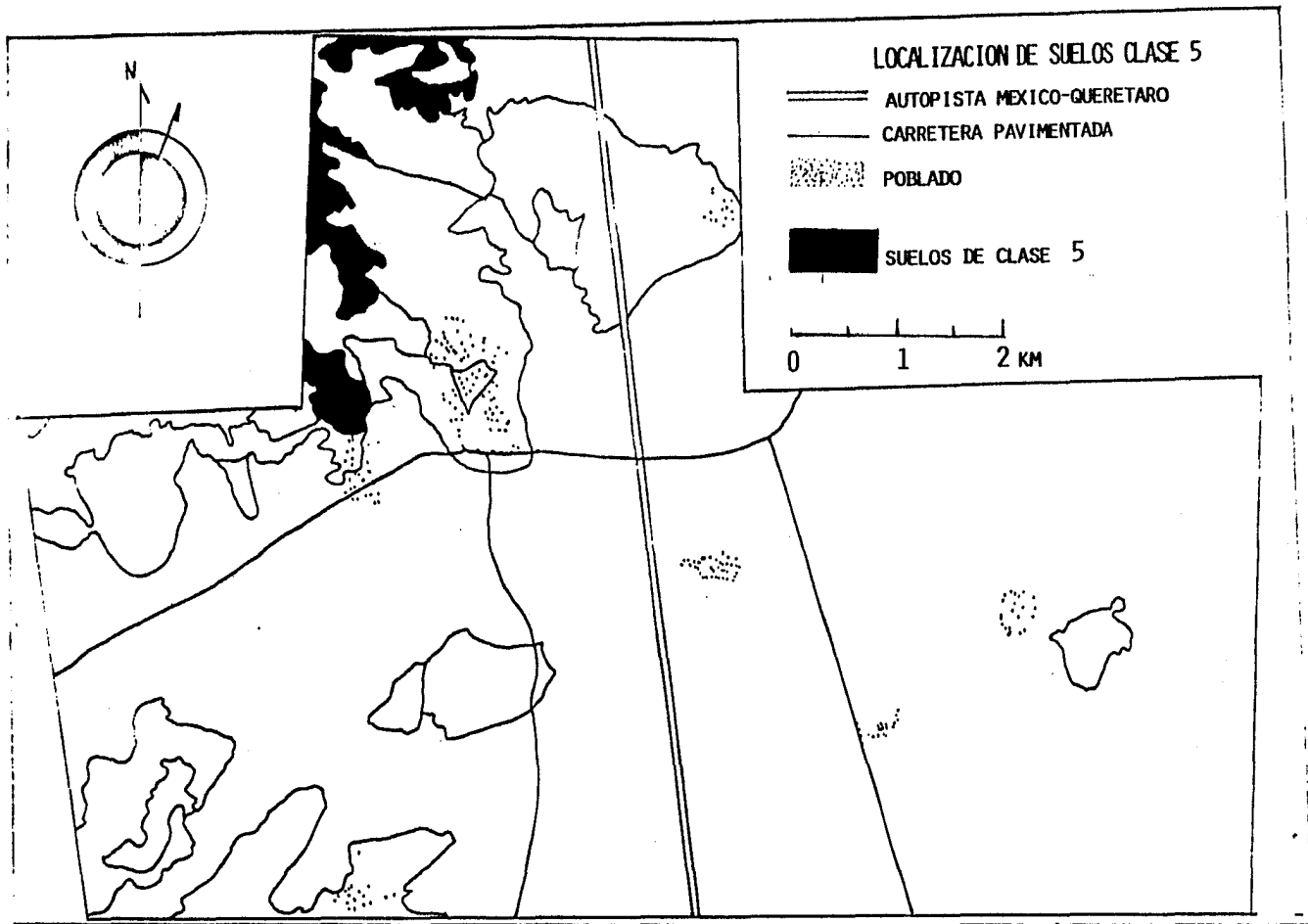


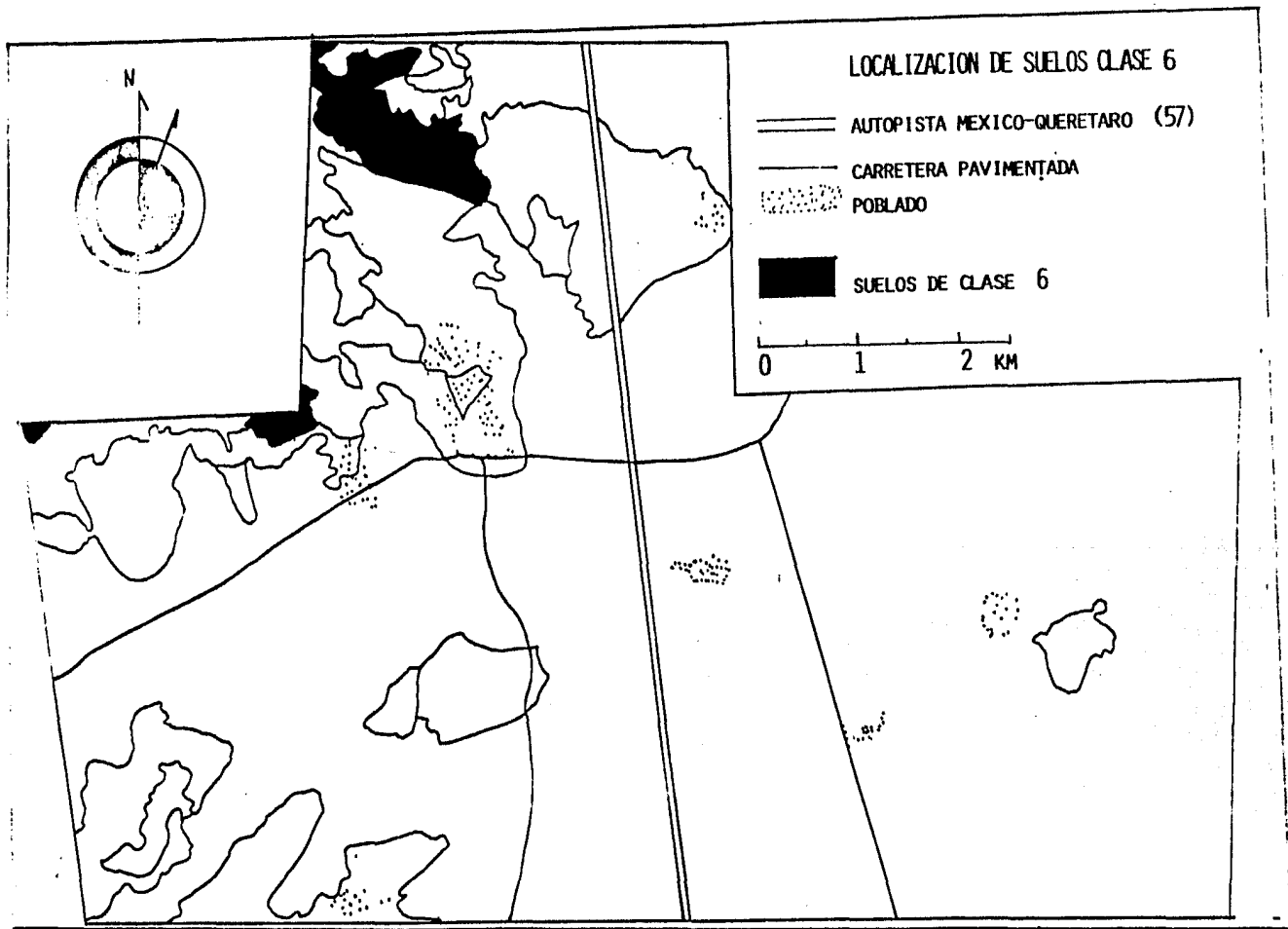


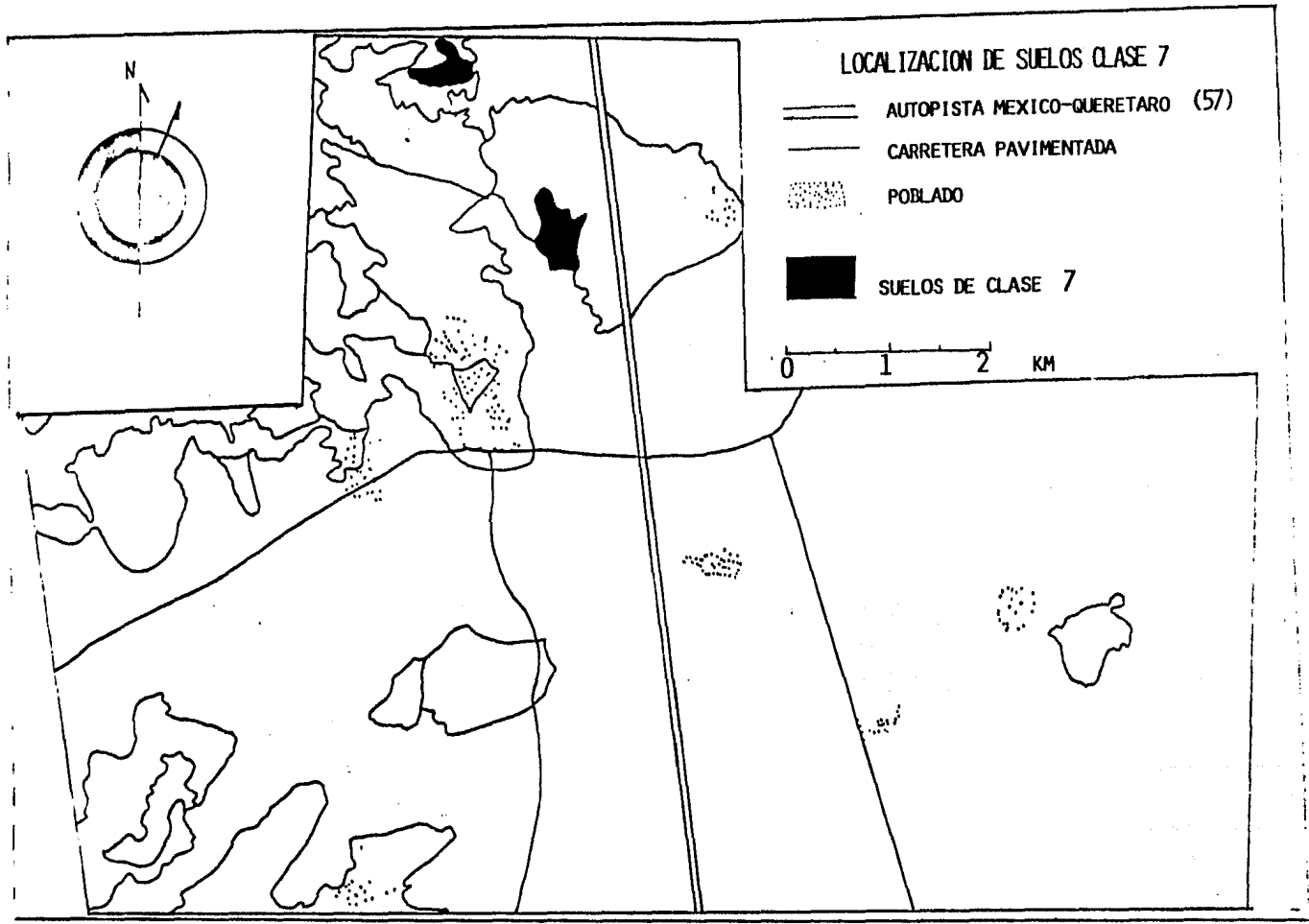












BIBLIOGRAFIA

1. Chapman, Homer D. y Pratt, Parker F. 1976.  
Métodos de análisis para Suelos, Plantas y Aguas.  
Ed. Trillas México.
2. Dirección de Agrología. 1974.  
Estudio Agroológico Semidetallado de Tenetzotlán, Méx.  
S.R.H. México.
3. Domínguez, Alonso, 1975.  
El Suelo, Medio Ambiente de las Raíces.  
S.R.H. Subsecretaría de Operación,  
Memorandum Técnico No. 337, México.
4. Estudios y Proyectos, S.A. 1978.  
Estudio Agroológico Semidetallado de Arroyo Zarco, Méx.  
S.R.H. Dirección General de Estudios, México.
5. Estudios y Proyectos, S.A. 1972.  
Estudio Agroológico Semidetallado de Chiconautla, Méx.  
S.R.H. Dirección de Agrología, México.
6. Estudios y Proyectos, S.A. 1975.  
Estudio Agroológico Semidetallado de "Los Naranjos", Veracruz.  
S.R.H. Dirección de Agrología, México.

7. Fitzpatrick, E.A. 1984.  
Suelos, su formación, clasificación y distribución.  
Ed. C.E.C.S.A., México.
8. Flores, R.D. 1981  
Productividad de praderas Artificiales con diferentes  
dosis de fertilización y abonamiento en Umbraudepts  
mellico vertices.  
Tesis Doctoral Fac. Ciencias (UNAM) México, D.F.
9. García, Enriqueta, 1978.  
Apuntes de Climatología, UNAM.  
Ed. Laries, México.
10. Klingeibel, A.A. y Montgomery, P.H. 1961.  
Clasificación de Capacidad de Uso de la Tierra.  
Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de  
Agricultura de los Estados Unidos.  
Manual No. 210.
11. López, R.E. 1977.  
Geología de México.  
Edición del Autor, México.

12. Millar, C.R. y Turk, L.M. 1975.  
Fundamentos de la Ciencia del Suelo.  
Ed. C.E.C.S.A., México.
13. Ortíz, Selerio C. y Cuanale de la Cerda H. 1984.  
Metodología del Levantamiento Fisiográfico.  
Un sistema de clasificación de tierras.  
Colegio de Postgraduados de Chapingo, México.
14. Ortíz, Selerio C. y otros. 19 81.  
Introducción a los levantamientos de suelos.  
Colegio de Postgraduados de Chapingo, México.
15. Ortíz, V.B. 1977.  
Edafología.  
Ediciones Patena, Chapingo, México.
16. Rzedowski, Jermy, 1983.  
Vegetación de México.  
Ed. Limusa, México.

17. S.A.R.H. 1978.

Agenda Técnica Agrícola, Valle de México.

S.A.R.H. Chapingo, México.

18. S.A.R.H., 1975.

Aspectos Agroecónómicos de la Cuenca del Valle de México.

S.A.R.H. Dirección de Agrología, México.

19. S.A.R.H., 1978.

Características de Distritos y Unidades de Riego,

Tomo II, Región Centro.

S.A.R.H., México.

20. S.A.R.H. 1979.

Normas para escribir artículos científicos Agrícolas.

S.A.R.H. Memorandum Técnico No. 390, México.

21. Sosa M.H. y Hülz P.A.

Determinación de la Potencialidad agrícola de la porción NW del Municipio de Cuautitlán.

Tesis, Cuautitlán Izcalli, México.

22. Thornthwaite, C.W. 1978.

Segundo Sistema de Clasificación Climática de Thornthwaite.

S.A.R.H., México.



23. Teja de la, A.O. 1982.

Estudio de las características edáficas de los suelos  
de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,  
FES-C (UNAM), Cuautitlán Izcalli, Edo.Méx.

24. Torres, C.R. 1979.

Fotogrametría y Foteinterpretación aplicada a suelos  
(Apuntes).  
FES-Cuautitlán, UNAM. México.

25. U.A.C.H. 1981.

Geografía Agrícola.  
U.A.C.H., Chapingo, México.

26. Velasco, Melina, H. 1983.

Uso y Manejo del Suelo.  
Ed. Limusa, México.