

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**ESCUELA DE AGRICULTURA**



**"EL ESTUDIO FISIOGRAFICO"**

**EVALUACION DE TRES METODOLOGIAS PARA LA GENERACION  
DE RECOMENDACIONES SOBRE FERTILIZACION Y DENSIDAD DE POBLACION  
EN MAIZ DE TEMPORAL EN EL PLAN TECAMACHALCO.**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**PRESENTA:**

**ARTURO OCHOA GONZALEZ**

**Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jalisco, 1984.**



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Abril 27, 1983.

### C. PROFESORES:

- ~~ING. ERNESTO MIRAMONTES LAJ, Director.~~
- ~~ING. ROYON CEJA RAMIREZ, Asesor.~~
- ~~ING. JESUS SEPULVEDA NEJIA, Asesor.~~

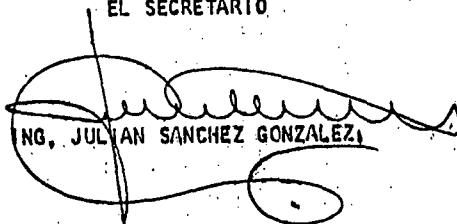
Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

**"EL ESTUDIO FISIOGRAFICO."**

presentado por el PASANTE ~~ARTURO GONZA GONZALEZ~~  
han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO



ING. JULIAN SANCHEZ GONZALEZ

hlg.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Abril 28, 1983.

ING. M.C. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_  
ARTURO OCHOA GONZALEZ \_\_\_\_\_ titulada,

"

"EL ESTUDIO FISIOGRAFICO."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR:

ING. ERNESTO MIRAMONTES LAU

ASESOR:

ING. RAMON CEJA RAMIREZ

ASESOR:

ING. JESUS SEPULVEDA MEJIA.

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

DEDICATORIA

Para tí Angela, por tu amor,  
paciencia y comprensión, du-  
rante mis estudios.

A mi hijo Arturo, para él los  
máximos triunfos en mi vida -  
motivos de superación.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Ernesto Miramontes Lau, por su colaboración en la dirección de este trabajo.

Al M.C. Jesús Sepúlveda Mejía, por su valiosa orientación recibida durante mis estudios, así como la revisión de este trabajo y su apoyo como consejero.

Al Ing. Ramón Ceja Ramírez, por su apoyo desinteresado en la revisión que hizo posible realizar el presente trabajo.

Al M.C. Carlos A. Ortiz Solorio, por su valiosa ayuda en la revisión de la presente tesis.

Al Colegio de Postgraduados, especialmente, al PRONDAAT, por los conocimientos y experiencias brindadas.

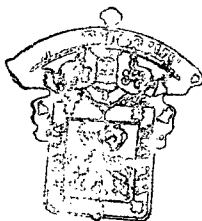
A la Universidad de Guadalajara, especialmente a la escuela de Agricultura y a sus distinguidos maestros, con respeto, gratitud y afecto.

A la Señorita Martha Martínez Ramos por el magnífico trabajo mecanográfico.

## TABLA DE CONTENIDO

Capítulo		Pag.
	Indice de Figuras .....	I
	Indice de Cuadros .....	II
I	Introducción .....	1
II	Objetivos, Hipótesis y Suepuestos .....	3
III	Revisión Bibliográfica .....	5
IV	Materiales y Método .....	16
	A) Descripción de la Zona de Estudio. ....	16
	1.- Localización .....	16
	2.- Geología .....	16
	3.- Hidrología .....	19
	4.- Vegetación .....	22
	5.- Suelos .....	24
	6.- Clima .....	26
	7.- Agricultura .....	31
	8.- Ganadería .....	36
	B) El Medio Social. ....	42
	1.- Población .....	42
	2.- Tenencia de la Tierra.....	44
	3.- Salario Mínimo .....	46
	4.- Educación .....	46
	5.- Vivienda .....	47
	6.- Alimentación y Vestido .....	48
	7.- Servicios Públicos .....	49
	8.- Comunicaciones .....	49
	9.- Comercialización y Destino de la - Producción .....	50

	C) Metodología .....	52
	1.- Material Utilizado en el Levantamien to Fisiográfico .....	55
	2.- Método .....	55
V	Resultados y Discusión .....	58
VI	Resumen .....	85
VII	Conclusiones .....	88
VIII	Recomendaciones .....	90
IX	Bibliografía .....	92
X	Apéndices .....	95



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

INDICE DE FIGURAS

I

Figura		Pag.
1	Plano de Localización Geográfica del Area de Estudio .....	17
2	Mapa Climático ( Isotermas ) del Plan Tecamachalco .....	29
2A	Mapa Climático del Plan Tecamachalco ....	30
3	Plano de Localización de los Sitios Experimentales .....	53
4	Sistemas Terrestres del Area de Influencia del Plan Tecamachalco .....	60
5	Clave de los Simbolos Geológicos Utilizados en los Bloques Diagramáticos de los Sistemas Terrestres .....	62
6	Bloque Diagramático del Sistema Terrestre Acatzingo .....	66
7	Bloque Diagramático del Sistema Terrestre Tecamachalco .....	70
8	Bloque Diagramático del Sistema Terrestre Zacapala .....	74



INDICE DE CUADROS

II

Cuadro		Pag.
1	Participación Porcentual en la Producción Agrícola Nacional .....	34
2	Superficie Anual de los Principales Cultivos .....	35
3	Inventario Sobre la Principal Producción Ganadera ( 1976 - 1980 ) .....	38
4	Población Ganadera por Municipio del Area de Estudio .....	41
5	Ejidos por Municipio del Area de Estudio.	45
6	Número de Experimentos por año, Espacio de Exploración, Número de Niveles, Matriz Experimental, Número de Tratamientos y Repeticiones.....	57
7	Facetas del Sistema Terrestre Acatzingo..	67-68
8	Facetas del Sistema Terrestre Tecamachalco .....	71-72
9	Facetas del Sistema Terrestre Zacapala...	75-76-77
10	Facetas, Localización Fisiográfica, Uso Actual Investigación y Recomendaciones Generadas para Maíz en el Sistema Terrestre de Acatzingo .....	80-81
11	Discrepancias entre los Parámetros Agronómicos Observados y Calculados a partir de los Tres Métodos de Diagnóstico Utilizados para Estratificar.....	84

## INTRODUCCION.

El conocimiento de los recursos naturales de una nación, es una parte fundamental para la planeación de su desarrollo. En algunos países, este reconocimiento se ha realizado por medio del estudio de cada uno de sus recursos, empleando para su elaboración mucho tiempo y dinero.

Una alternativa bastante prometedora para evaluar la disponibilidad de los recursos a nivel regional, ya probada en otros países, es la desarrollada por un tipo de Levantamiento integral que se realiza en un plazo corto, el cual es conocido en nuestro medio, como el Levantamiento Fisiográfico.

El Levantamiento Fisiográfico es una subdivisión del paisaje en base a las características del terreno, fácilmente observables en la superficie, como son: Geoformas, Topografía y Vegetación.

El aumento del uso de las fotografías aéreas en la utilización de la cartografía y componente del paisaje, ha permitido que las características enunciadas pueden ser observadas fácilmente en pares fotográficos ( Estereoscópicos ) de fotografías aéreas, haciendo un uso exhaustivo de la fotointerpretación; lo cual reduce los costos y el tiempo de elaboración con respecto a los Levantamientos Agrológicos.

En México, se han realizado algunos Levantamientos Fisiográficos con el fin de buscar un mejor entendimiento entre las relaciones del ambiente y la producción de cultivos o con la conservación del recurso suelo.

Sin embargo se han propuesto diferentes metodologías y se han usado diferentes unidades cartográficas, en las cuales podemos mencionar a los sistemas terrestres y las facetás.

Uno de los problemas que se han encontrado en la elaboración de estos Levantamientos, es desconocimiento del método

más adecuado para las prácticas de producción de cosechas en condiciones de temporal. Razón por la cual surgió la inquietud para la elaboración del presente trabajo, eligiendo la región de influencia del Plan Tecamachalco, por la complejidad para elaborar juicios sobre diferentes métodos en la delimitación de sistemas terrestres, así como, el observar su utilidad cuando se usa como base de diagnóstico para prácticas de producción agropecuaria.

Siendo los principales objetivos del presente trabajo, como se esbozaron anteriormente, los siguientes:

- 1.- Evaluar tres enfoques metodológicos para la generación de recomendaciones de productividad para el cultivo de maíz, con la finalidad de identificar el enfoque con que se logre el mayor de precisión.

Los enfoques considerados son:

- 1) Agrupación Indiscriminada.
  - 2) Delimitación de agrosistemas con criterio agronómico.
  - 3) Delimitación de agrosistemas utilizando el Levantamiento Fisiográfico.
- 2.- Realizar el Levantamiento Fisiográfico del Plan Tecamachalco, con la finalidad de obtener información del medio ambiente que sirve de apoyo para los trabajos experimentales.
  - 3.- Dar a conocer algunas ideas sobre la utilización de este Levantamiento en la organización existente para propósitos específicos.

## II.- OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS.

### 1.- OBJETIVOS.

- 1.1 Realizar el Levantamiento Fisiográfico del área de influencia del Plan Tecamachalco.
- 1.2 Hacer la comparación de tres procedimientos metodológicos para la generación de recomendaciones de producción para el cultivo único de maíz, con la finalidad de identificar, el enfoque con que se logre el mayor grado de precisión. Los enfoques considerados son:
  - a) Agrupación Indiscriminada.
  - b) Delimitación de agrosistemas con criterio agronómico.
  - c) Delimitación de agrosistemas con ayuda del Levantamiento Fisiográfico.

### 2.- HIPOTESIS.

- 2.1 Existen diferencias detectables en cuanto a niveles de precisión en el diseño de tecnología de producción para maíz de temporal, entre los métodos:
  - a) Agrupación Indiscriminada.
  - b) Agrupación de agrosistemas con criterio agronómico.
  - c) Agrupación de sistemas de producción con ayuda del Levantamiento Fisiográfico.
- 2.2 El menor nivel de precisión, se logra con el método de agrupación indiscriminada. En cambio con el método de sistemas terrestres, se alcanza la mayor precisión.

2.3 La variación en productividad que presentan los actuales sistemas de producción en la región de influencia del Plan Tecamachalco. Es mayor que la que presentan los sistemas terrestres.

### 3.- SUPUESTOS.

- 3.1 El área estudiada presenta la suficiente variabilidad en el paisaje, por lo que, es posible hacer una dosificación fisiográfica.
- 3.2 La distribución de los sitios experimentales, permiten la captación de la mayor variación ambiental de la región en estudio.
- 3.3 Dentro de los espacios de exploración de los niveles de fertilización y densidad de población estudiados, se encuentran las dosis óptimas económicas.

### III.- REVISION BIBLIOGRAFICA.

#### 1.- Sistema de Clasificación de Tierras.

Existen tres enfoques en el sistema de clasificación de tierras, a saber: Genético, del paisaje o morfológico y paramétrico ( Ortíz y Cuanalo 1978 ).

a) Enfoque Genético.- Este enfoque surgió con el desarrollo de la geografía física, en el siglo XIX. Su metodología considera la agrupación genética de fenómenos naturales y los controles ambientales que rigen su asociación y distribución, generando el concepto de región natural.

Las limitaciones del enfoque consisten en que las regiones naturales resultan ser demasiado grandes, con gran complejidad entre ellas y con límites difusos.

b) Enfoque del paisaje o morfológico.- Es el estudio de objetos reales en partes distintas observables del medio ambiente.

Este enfoque se fortaleció con el desarrollo de las técnicas de interpretación de fotografías aéreas, que es su principal herramienta para la definición de las diferentes unidades terrestres, dentro de este enfoque se encuentra el Levantamiento Fisiográfico.

c) Enfoque Paramétrico.- Consiste en dividir, clasificar a las Tierras en base a valores de parámetros claves para propósitos específicos.

#### 2.- El Levantamiento Fisiográfico.

El Levantamiento Fisiográfico es conocido en otros países con el nombre de Levantamiento Integral ( Australia ) o método de los Sistemas Terrestres ( FAO ) y parte del concepto de tierra, ( Ortíz y Cuanalo, 1978 ).

Christian ( 1968 ). Citado por los anteriores autores, tienen la siguiente definición de Tierra; Una área sobre la superficie terrestre cuyas características abarcan todos los atributos razonablemente estables o ciclicamente predecibles de la biosfera, del suelo y geología subyacente, de la hidrología de las poblaciones vegetales y animales y a los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la amplitud de que estos atributos ejerzan una influencia significativa sobre los usos actuales y futuras de la tierra por el hombre.

Dentro del enfoque morfológico se reconoce el enfoque morfológico genético y el netamente morfológico. Entre los primeros se tienen los métodos de Levantamiento Fisiográfico de la URSS, Australia, Sudafrica y, dentro del netamente morfológico los trabajos de Inglaterra y México ( Diakite, 1978 ).

El grupo inglés Mexe-Oxford al frente del cual están Webster y Beckett, haciendo una revisión de los estudios fisiográficos, propusieron una clasificación cuya unidad mayor es el sistema terrestre dentro del cual están las facetas y estas pueden subdividirse en Elementos y Variantes. Este sistema es el adoptado en México, cuyos principales pioneros son el Dr. Heriberto Cuanalo y el Ing. Carlos Ortiz Solorio; de la sección de génesis, morfología y clasificación de suelos del centro de Edafología del Colegio de Postgraduados.

Desde un punto de vista práctico, el Levantamiento Fisiográfico puede considerarse como una subdivisión del paisaje, que involucra el reconocimiento de la tierra, en base a las características superficiales de sus componentes con un solo rango de variación ( Diakite, 1978 ). Su sistema de clasificación es muy simple, ya que tiene dos tipos de unidades: La faceta y el Sistema Terrestre.

La faceta se define como: " Una porción de la super

ficie terrestre, usualmente con una forma simple, sobre una misma roca o depósito superficial y con suelo y régimen de humedad, que son uniformes en toda su extensión o, alternativamente, varían en una forma simple y en un mismo sentido".

La faceta es lo suficientemente homogénea para ser manejada uniformemente en la mayoría de los usos semi-intensivos de las tierras y son de un tamaño tal que pueden ser cartografiadas sobre fotografías aéreas de escalas entre 1:10,000 a 1:80,000. Son las áreas más pequeñas que pueden distinguirse sobre las fotografías aéreas a las escalas mencionadas.

El Sistema Terrestre se define: " Un conjunto de facetas que da un carácter particular al paisaje ". Estas unidades se cartografían a escalas pequeñas de 1:250,000 a 1:1'000,000. La subdivisión de un territorio en sistemas terrestres produce áreas de un tamaño adecuado para la planeación regional, cada una con su propio potencial de desarrollo.

### 3.- Usos del Levantamiento Fisiográfico.

Ortiz y Cuanalo ( 1978 ), menciona que con el Levantamiento Fisiográfico no se resuelven todos los problemas del campo, es un sistema que por si solo no ayuda en mucho. Su utilidad se basa cuando el usuario lo emplea como un marco de referencia para la obtención de datos con propósitos específicos. A continuación se presentan algunos trabajos en los cuales el Levantamiento Fisiográfico ha jugado un importante papel.

Peña, Turrent y Cuanalo ( 1975 ), llevaron a cabo una evaluación de un Levantamiento Fisiográfico de la región sur oriental del Valle de México, al usarse como marco de referencia para la elaboración de recomendaciones de producción de cultivos.



Encontraron que la cartografía fisiográfica es de gran utilidad en la localización de sitios experimentales y en la generación de recomendaciones de producción de cultivos específicos para cada unidad fisiográfica.

Vergara ( 1978 ), citado por Ortiz y Cuanalo (1978) tomando información del Levantamiento Fisiográfico, empleo la técnica de muestreo estratificado aleatorio para estimar la producción de maíz media y total, y la cantidad y precio del fertilizante necesario para un sistema terrestre del Distrito de Texcoco, México.

López ( 1980 ), menciona que existen diferencias entre los métodos evaluados, en precisión y predicción de las dosis óptimas económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de población. Dichos métodos son los siguientes:

- a) Agrupación de agrosistemas por criterio agronómico.
- b) Agrupación de agrosistemas por el método C.P.
- c) Agrupación de Sistemas Terrestres por el enfoque del Levantamiento Fisiográfico.
- d) Agrupación edáfica por el método, Capacidad Fertilidad.
- e) Agrupación indiscriminada.

Dicho autor, señala que el Levantamiento Fisiográfico en este trabajo, obtuvo el segundo lugar en lo que respecta a consistencia de las agrupaciones.

Diakite ( 1978 ), armó una metodología para la evaluación del área de influencia del Plan Chiautla. Esta metodología tiene como objetivo evaluar el medio físico, considerando al medio tecnológico únicamente en cuanto a las posibilidades de incremento de la producción a corto y a mediano plazo.

La evaluación del medio físico la efectuó mediante-

el Levantamiento Fisiográfico, utilizando a la faceta y al Sistema Terrestre como unidades cartográficas y de clasificación. En estas unidades se colectó y organizó la información acerca de los recursos naturales integrados; se definieron los factores físicos que limitan la producción agropecuaria y forestal, con la finalidad de hacer recomendaciones sobre la política de desarrollo agrícola de la región de Chiautla.

Méndez ( 1981 ), en la planicie costera del Estado de Oaxaca, realizó un estudio cuyos objetivos principales consistieron en establecer una metodología que permita la regionalización de la zona, con el propósito de ubicar las áreas de mayor potencialidad para los cultivos de maíz y algodón, mediante la búsqueda de los factores del medio ambiente que limitan la producción.

La evaluación se efectuó siguiendo la metodología propuesta por la FAO, denominada de tres etapas:

- 1.- Descripción de los recursos del medio ambiente.
- 2.- Evaluación de los recursos del medio ambiente.
- 3.- Planeación del desarrollo.

Para desarrollar la primera etapa, empleo la metodología del Levantamiento Fisiográfico a nivel de sistema terrestre y la faceta.

Ortiz y Cuanalo ( 1977 ), señalan que la metodología del Levantamiento Fisiográfico es de gran utilidad para definir el marco de referencia de un programa de conservación del recurso suelo.

El Levantamiento Fisiográfico además de proporcionar información sobre los atributos físicos del medio ambiente de una localidad geográfica, puede usarse como archivo de información para diferentes propósitos ( Agrícolas, Ganadero y Forestal ), de una manera práctica y económica ( Ortiz y Cuanalo, 1978 ). Estos autores mencionan que pueden incluirse

también variables de tipo social y económico, citando:

- a) Densidad de población.
- b) Ingreso neto.
- c) Salario mínimo.
- d) Centro de Salud.
- e) Escuelas.
- f) Superficie por unidad percapita.

Concretamente la información que sea requerida queda abierta a las necesidades de los usuarios.

Finalmente, estos investigadores recomiendan que el archivo sea dinámico, recopilando información periódicamente, probablemente cada tres o cuatro años, para mantener actualizado dicho archivo.

Al considerar la necesidad de promover el aumento de los ingresos de los agricultores que practican una agricultura de subsistencia y ganadería incipiente, se hace indispensable el disponer de una mejor información para lograr una adecuada planeación y planificación en los programas de desarrollo. --- Para ello los técnicos tienen que identificar áreas sensiblemente homogéneas en clima, topografía, morfología, vegetación y manejo del suelo, para localizar sitios experimentales que sean representativos de toda una región. Una forma de lograrlo ha sido por el Levantamiento Fisiográfico como lo han demostrado Peña ( 1974 ) y Zuleta ( 1975 ), citados por Cerda ( 1976 ) al evaluar el Levantamiento Fisiográfico cuando es usado como base para desarrollar recomendaciones de productividad.

León ( 1972 ), realizó el Levantamiento Fisiográfico en la zona de influencia de Chapingo como una alternativa para hacer recomendaciones regionales del uso de la tierra en México. Además de reconocer sus ventajas y desventajas.

Para el efecto utilizó el sistema terrestre y la --- faceta como unidades cartográficas y de clasificación.

Definiendo a la faceta como una fracción del terreno que muestra dentro de los límites establecidos características superficiales semejantes del paisaje.

Las facetas las agrupa en sistemas terrestres por -- sus relaciones genéticas y/o geográficas. En 1975 se exploró -- nuevamente la utilidad del Levantamiento Fisiográfico en la -- planeación de un programa de conservación y recuperación de -- suelos en nueve cuencas del Vaso de Texcoco.

Aveldaño citado por Rojo ( 1980 ), realizó un trabajo cuyo objetivo principal era identificar alguna metodología para estratificar el ambiente en unidades de producción más -- homogéneas, las cuales nos permiten reducir en gran medida la -- variación existente en los factores inmodificables de la pro-- ducción, con la idea de tener una mayor precisión en la genera-- ción de tecnología.

Los métodos de diagnóstico que evaluó fueron los -- siguientes:

- a) Agrupación de agrosistemas utilizando criterio -- agronómico.
- b) Agrupación indiscriminada.
- c) Agrupación de agrosistemas utilizando el método -- C.P.
- d) Delimitación de agrosistemas con apoyo en el -- Levantamiento Fisiográfico.

El criterio de evaluación que utilizó fue el de la -- media y la desviación standar. Dichos valores los obtuvo de -- las diferencias entre los valores observados y los calculados -- para los parámetros:

- a) Dosis óptima de nitrógeno.
- b) Dosis óptima de Fósforo.
- c) Dosis óptima de densidad de población.

Concluyendo que la agrupación mediante el método --

C.P. y el Levantamiento Fisiográfico resultaron ser más eficientes comparativamente con el de agrupación por agrosistemas con criterio agronómico y agrupación indiscriminada.

#### 4.- Desarrollo Historico del Levantamiento Fisiográfico.

La iniciación de este enfoque se debió a la rápida colonización de los Estados Unidos de América a fines del siglo XIX y principios del XX. Beckett y Webster ( 1965 ).

Bowman ( 1974 ), citado por Ortiz y Cuanalo (1978) subdividió a los Estados Unidos de América en tipos fisiográficos. Peccerman ( 1916 ), citado por Aguirre ( 1977 ), definió las regiones geográficas de E.U.A., utilizando la sección, el orden y la división como sus categorías.

Bourne ( 1931 ), citado por Aveldaño ( 1979 ), en Inglaterra sentó las bases para la sistematización del Levantamiento Fisiográfico, al establecer el concepto de sitio, el cual definió como la " Unidad para todos los propósitos prácticos presente condiciones similares de clima, relieve, geología, suelos y factores edáficos en toda su extensión ", a la agrupación de sitios las denominó " Regiones ".

En base a estos trabajos, en 1946 el grupo CSIRO, encabezado por Christian y Stewart organizó el Levantamiento Fisiográfico de la parte norte de Australia, cuyo objetivo fue el describir, clasificar y cartografiar las posibilidades de desarrollo agrícola y problemas técnicos de la región estudiada. Como sistema de clasificación, propusieron la unidad y el sistema terrestre. Peña ( 1973 ).

Posteriormente, Beckett y Webster ( 1965 ), del grupo Mexe-Oxford realizaron un estudio en la vecindad de Oxford, Inglaterra, donde buscaban probar la posibilidad de desarrollar un sistema útil para la producción de las características del paisaje, archivando información en términos de unidades fisiográficas que sean recurrentes, uniformes y

arbitrariamente definidas, además, propusieron como unidad de clasificación a la faceta y al sistema terrestre.

En México el primer Levantamiento Fisiográfico fue realizado por León A.R. ( 1972 ), en un estudio realizado en terrenos aledaños al área de Chapingo, México., en una área de 58,000 hectáreas.

El siguiente año Peña hizo la primera evaluación del Levantamiento Fisiográfico, y concluyo que es significativo asociar la variabilidad de los parámetros de los cultivos con dicho estudio fisiográfico y que resulta ventajoso este enfoque para hacer recomendaciones de productividad de suelos.

Zuleta en 1975, continuo el trabajo de Peña y, en base a información experimental de cuatro años e integro datos de lluvia al Levantamiento Fisiográfico, concluyendo que la variación de los parámetros agronómicos de los cultivos se asocian estrechamente con las facetas identificadas y que por lo tanto, puede ser utilizada como base para dar recomendaciones de productividad.

Posteriormente Aguirre en 1977, evaluó el Levantamiento Fisiográfico, utilizandolo como un marco de referencia y tratando de reducir la imprecisión en las recomendaciones de fertilización. Concluye en su trabajo que a partir del Levantamiento Fisiográfico se pueden generar agrohabitats y éstos son útiles para dar recomendaciones de fertilización.

Ponce ( 1978 ), buscando una metodología para definir agrohabitats y generar tecnología en base a tecnología agrícola tradicional dentro de cada agrohabitats, en su estudio realizado en Zacapoaxtla, Puebla.

Concluye mediante la colección de información de tecnología tradicional y con el apoyo del Levantamiento Fisiográfico, es posible definir las condiciones ambientales para

el desarrollo de los cultivos, y en base a la tecnología del mejor agricultor dentro de cada agrohabitats, es posible --- definir una primera aproximación a los niveles óptimos de -- insumos que maximizan la producción de un cultivo en un plazo corto.

#### 5.- Teoría del Levantamiento Fisiográfico.

La base teórica del Levantamiento Fisiográfico se apoya en el supuesto de que " Un clima o una sucesión de climas actuando sobre rocas similares y con historias tectónicas semejantes producen paisajes similares ".

Además se basa en la idea ampliamente aceptada en geología la cual se refiere a que " Los procesos degradativos y constructivos que se observan actualmente en un paisaje, han estado actuando desde épocas geológicas remotas " -- ( Stewart, 1968 ).

Estos conceptos sugieren analogías de paisajes en diversas partes del mundo, las cuales son tan estrechamente semejantes que permiten hacer transferencia de información de áreas conocidas a desconocidas.

En general, el Levantamiento Fisiográfico divide al paisaje en unidades naturales basándose en su origen, --- procesos y forma. Estas unidades, tienen la ventaja práctica de que integran las complejas interrelaciones de muchos de los atributos del paisaje dentro de un todo, (Cerde, 1976).

#### 6.- Conclusiones Sobre la Bibliografía.

- a) En el consenso general entre los investigadores es que el enfoque más recomendable para la --- optimización de los factores incontrolables de la producción, es el de agrosistemas.
- b) Existen diversos problemas en la definición y - establecimiento de las líneas limítrofes de los

agrosistemas, los cuales pueden ser resultados - por varias alternativas y, una de ellas es el -- Levantamiento Fisiográfico y tal vez, el mejor y más barato.

- c) Se han realizado trabajos para definir agrosis-- temas, utilizando el Levantamiento Fisiográfico, pero muy pocas investigaciones se han hecho para avalar a este respecto a otras metodologías para comparar el valor del estudio fisiográfico.



#### IV.- MATERIALES Y METODO.

##### A) DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

###### 1.- LOCALIZACION.

El área de influencia del Plan Tecamachalco, se encuentra ubicada en los Valles Altos del Estado de Puebla, entre los paralelos 18° - 30' y 19° - 00' de latitud norte y los 97° - 30' y 98° - 15' de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich.

Cubre una superficie aproximada de 130,115 hectáreas, distribuidas en un relieve sumamente ondulado y escabroso, cuyos rangos altitudinales oscilan entre 1,400 a 2,600 -- M.S.N.M. ( Figura número 1 ).

###### 2.- GEOLOGIA.

La composición geológica de la zona corresponde a las formaciones cretácicas de la era mesozoica, encontrándose representaciones de los períodos: Triásico, Jurásico y Cretácico. Los dos primeros están poco representados, pero en cambio, el último, está bastante desarrollado.

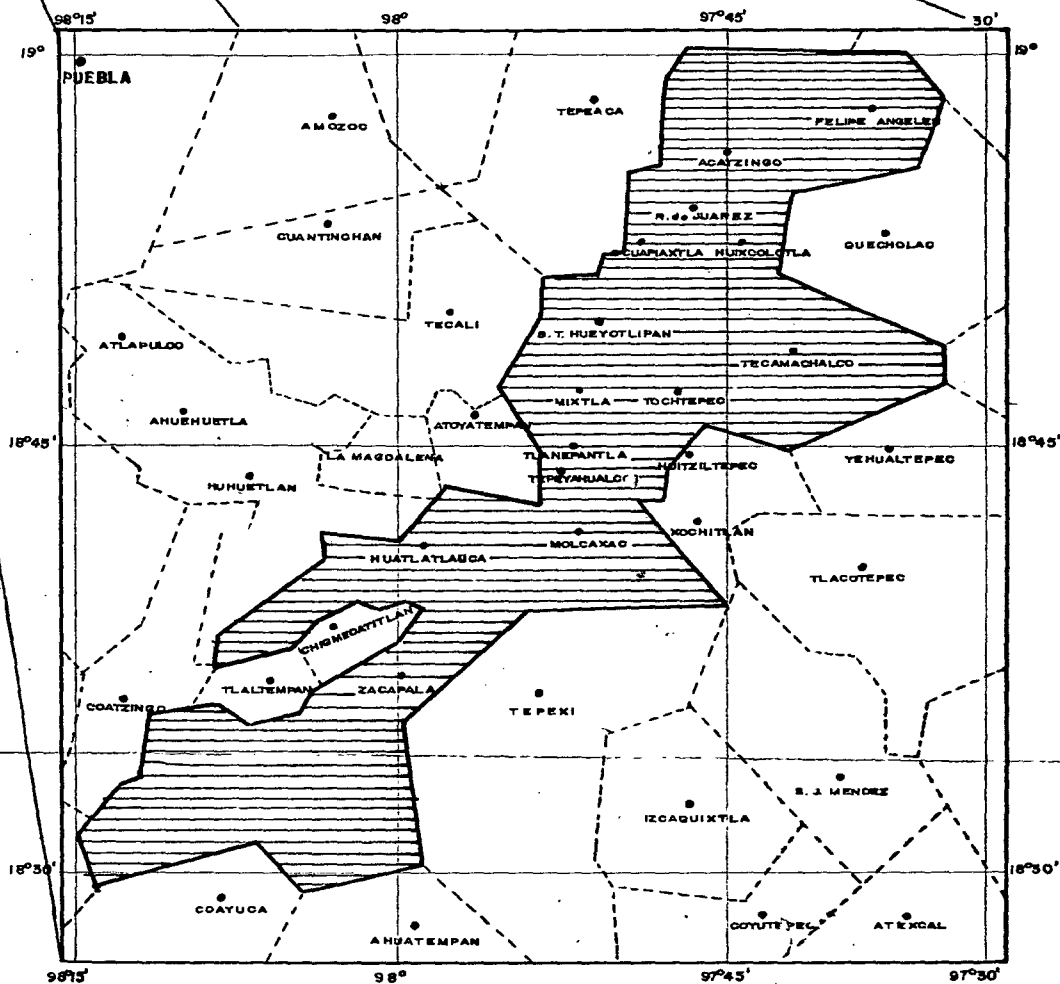
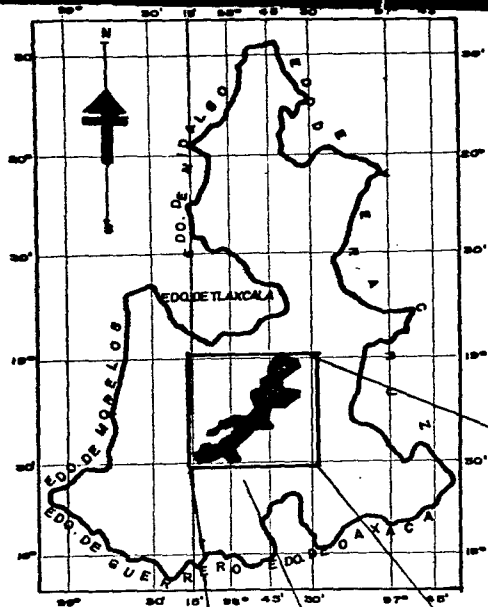
###### a) Las Rocas del Triásico:

Son conglomerados y areniscas rojas que alternan con pizarras grises o negras y contienen plantas fósiles, descansando directamente en granitos o sobre las pizarras cristalinas y en otras las capas generalmente están dislocadas. En muchos lugares han desaparecido por causa de la enérgica y prolongada erosión, y sus afloraciones aparecen como girones dispersos.

###### b) Las Rocas del Jurásico.

Son de consistencia poco coherente y bastante quebradiza e imperfectamente formadas, representadas por las series del jurásico superior-

# LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO



BIBLIOTECA



Fig. 1

e inferior.

Las rocas del jurásico inferior son pizarras arcillosas y micáceas, con fósiles representados en la serranía de Huauchinango y la Sierra Norte. La serie del jurásico superior, se compone de calizas y pizarras, y se localiza al Sur de la Sierra Norte. Entre los reducidos afloramientos jurásicos que existen en el Estado de Puebla; pueden mencionarse los de la Sierra Zacapoaxtla, en la Sierra Norte, y los de la Sierra de Acatlán.

- c) Las formaciones cretácicas consisten esencialmente en calizas compactadas, con fósiles poco abundantes, esquistos calcáreos y calcáreo arcillosos sin fósiles, que alternan con conglomerados también desprovistos de fósiles. De este sistema están muy bien representadas las divisiones del cretácico inferior y del cretácico medio y muy poco la del cretácico superior.

La división del cretácico inferior, está constituida por pizarras arcillosas de color gris, pizarras margosas y esferas amarillentas, areniscas verdes y margas con abundante arenisca, también de color verde, más o menos resistentes que alternan en capas de distinta textura, cubiertas por pizarras arcillosas. Las rocas de esta serie se presentan fracturadas, plegadas o dislocadas, ( Tamayo, 1962 ).

Las formaciones de la serie mesocretácica están ampliamente distribuidas en todo el Estado y consisten en calizas compactas generalmente de color blanquesino sucio, gris ceniciento, azulado o negruzco, comunmente dispuestos en bancos gruesos, en ocasiones acompañados de módulos de pedernal distribuidos paralelamente a las capas.

En la Sierra de Amozoc, comienza una basta forma--  
ción de esta serie de rocas, la que atravieza el Valle de ---  
Tepeaca y continua en parte en el de Tehuacán. La porción con  
siste en calizas de color agrisado con pocos fósiles y la ---  
inferior de pizarras calcáreas y calcáreo-arcillosos, sin fós-  
siles ( Fuentes 1972 ).

La división del cretácico superior está represen--  
tado por formaciones de capas delgadas y de corta extensión,  
compuesta de calizas grises, dispuestas en lechos delgados, -  
sin pedernal y con intercalaciones de pizarras calcáreas, ---  
arcillosas y morgosas, que contienen muy rara vez fósiles.

Esta división ha sido estudiada en el Valle de ---  
Tehuacán, la cual es paralela a la dirección que tienen las -  
capas de la Sierra Madre Oriental. ( Fuentes, 1972 ).

Existe en la parte Sur del Estado de Puebla, un --  
elemento estructural diferente de las series de cadenas for--  
madas por la Sierra Madre Oriental y del Escudo Mixteco. Esta  
zona debe haber formado parte de un anticlinal al que se le -  
da el nombre de geoanticlinal Centroamericano-Antillano y que  
se supone estuvo emergido desde el proterozoico. La situación  
de esta parte, da constancia de su emersión durante el paleo-  
zoico y el haber servido como pilar o apoyo a los plegamien--  
tos marginales que se formaron en períodos posteriores, justi-  
fican el que pueda ser llamado Escudo Mixteco, denominación -  
que resulta muy expresiva, ( Tamayo, 1962 ).

La región geologicamente corresponde al cretácico-  
inferior y superior, existiendo rojas efusivas y terciarias y  
post-terciaria con grandes depositaciones de ceniza volcánica  
en su porción más alta.

### 3.- HIDROLOGIA.

El estudio de las corrientes superficiales es suma-  
mente importante, debido a la gran influencia que tienen en -

la prosperidad y bienestar de las zonas que atraviezan.

Los escurrimientos superficiales dependen de muchos factores, siendo los principales los siguientes:

- 1.- Régimen pluvial.
- 2.- Topografía de la Cuenca.
- 3.- Posición geográfica de la Cuenca.
- 4.- Geología de la Cuenca.
- 5.- Vegetación.
- 6.- Superficie.

Debido a esto, la cantidad de agua escurrida es muy variable, no únicamente durante el año, sino también de un año a otro.

La mayoría de los ríos en el Estado son torrenciales; en ellos se tienen meses con fuertes escurrimientos, que después acusan un estiaje muy marcado.

En el Estado de Puebla, se encuentran dos vertientes hidrográficas principales:

a) La Septentrional.

Esta vertiente está formada por las distintas cuencas parciales de los ríos que desembocan en el Golfo de México y la Meridional o sea la del río Tehuacán, que con los afluentes del Salado, San Gabriel Chilac, los cuales se unen al río Tomellín, este último atraviesa la Sierra de Zongolica, internándose en el Estado de Veracruz con el nombre de Papaloapan, para verter sus aguas en la Laguna de Alvarado.

b) Río Atoyac.

En esta vertiente hidrográfica se encuentra localizada la zona de estudio, la cual desemboca en el Océano Pacífico por la profunda Cuenca del

### Río Balsas.

La Cuenca del Río Atoyac tiene su nacimiento cerca del límite de los Estados de México y de Puebla. En el recorrido del Río Atoyac que es aproximadamente de Noroeste a Sureste por el Valle de Puebla, recibe un sinnúmero de tributarios por ambas margenes, siendo la mayoría los que bajan de la Sierra Nevada.

En la parte Occidental del Valle de Puebla, donde se levanta la Sierra Nevada, la Cuenca Alta del Río Atoyac, es la más escabrosa, ya que tiene pendientes sumamente fuertes, las cuales en tramos relativamente cortos, bajan con rapidez hacia el Valle.

El Valle de Puebla queda limitado al Noroeste por la Malinche con su cumbre rocosa y laderas con pendientes fuertes, pero menos escabrosos que los del Iztaccíhuatl. En el también se forman muchas barrancas, las cuales, desaguan en el Valle. Al Oriente, la Sierra caliza de Amozoc se encarga de limitar el Valle.

Entre estas Sierras queda comprendida la llamada Cuenca Alta del Río Atoyac, con un declive orientado de Noroeste a Sureste con un brazo que baja del Noreste, la Cuenca del Río Zahuapan, para unirse al Río Atoyac.

Esta Cuenca es más extensa y uniforme en la parte Norte, pues los tributarios bajan al pie de la Sierra de Tlaxco a lo largo de la margen derecha del Río Zahuapan. En este mismo lado en la región de la ciudad de Puebla, el terreno sube suavemente hacia las faldas de la Malinche, aunque el declive se hace más fuerte hacia el Sur, donde el Atoyac corre al pie de la cordillera del Tentzo que está en su margen derecha y, después sigue junto a esta misma Sierra que la obliga a correr con una dirección, hacia el Sureste, siguiendo con este mismo rumbo para el Estado de Guerrero,

donde se le conoce con el nombre de mezcala y después toma el nombre de Balsas para desembocar en el Océano Pacífico.

#### 4.- VEGETACION.

La vegetación del área de estudio que a continuación se describe en forma general a nivel de asociaciones vegetales son las siguientes:

##### a) Bosque de Pino - Encino.

Lo constituyen comunidades arbóreas formadas por numerosas especies de pino ( *Pinus* ) y de encino ( *Quercus* ) en proporción variable de unas a otras. Este tipo de bosque se localiza en la parte Norte del área de estudio ( Eje Neovolcánico Transversal ), y aunque los pinos son característicos de climas templados o fríos, se les puede encontrar en lugares algo cálidos.

Los pinos de las localidades más húmedas, están constituidas por especies con hojas, generalmente más delgadas y flexibles, como el *pinus patula* característico de esta asociación en el Eje Neovolcánico Transversal. Juntos los pinares y los encinares forman la más extensa asociación vegetal de la zona de estudio.

Los encinos ( *Quercus* spp ) varían mucho según la localidad y las condiciones ecológicas, lo que se comprende si se tiene en cuenta que en la República Mexicana existen más de 250 especies de Quercus.

La altura del encinar, lo mismo que su densidad, esta en relación directa con la humedad, los bosques más densos se encuentran en la Sierra Norte del Estado de Puebla.

##### b) Bosque Caducifolio Espinoso.

Los árboles que lo forman tienen como caracte-

rísticas que el 75% ó más, pierden su follaje durante la temporada invernal.

Algunas veces se encuentran en las mismas áreas de bosques de encino y de pino, pero con mayor humedad.

Miranda ( 1963 ), denomina a este tipo de vegetación bosque Mesófilo de Montaña.

La vegetación está constituida por un amplio predominio de mezquite ( *Prosopis juliflora* ), con una altura media de 6 a 12 metros, se observan otras especies que acompañan al mezquite, como el fresno ( *Fraxinus anomala* ), guaje ( *Leucaena glauca* ), palma ( *Acroconia Mexicana* ), huizache ( *Acacia farnesiana* ), amate ( *Ficus spp* ), cazahuate ( *Ipometa intrapilosa* ) y izote ( *Yucca ssp* ).

El bosque caducifolio espinoso se localiza ocupando los Valles y planos ondulados de los municipios de Molcaxac, Zacapala, Huatlatlauca y Tlacotepec.

Este tipo de bosque se desarrolla mejor en suelos profundos y aluviales, regados por arroyos de escaso caudal, en ocasiones crece también como una agrupación secundaria, ( Miranda 1963 ).

#### c) Matorral Crasirosulifolio Espinoso.

El matorral crasirosulifolio espinoso se encuentra localizado sobre las Cordilleras que se extienden desde Quecholac hasta Cañada y la que va desde Tecamachalco hasta Santiago Miahuatlán. También se observan en la parte central de la zona de estudio, sobre los cerros.

La vegetación predominante está formada principalmente por especies de hoja carnosa, dispuesta en forma de



roceta. Los principales componentes son: mezcal ( agave potatorum ), mezcal cimarrón ( agave spp ), palma china ( Nolina parniflora ), izotes ( yucca periculosa ) cazahuate ( Ipomea nana ), nopales ( Opuntia spp ), teteche ( Cephalocerues tetetzo ), mala mujer ( Cnidoscolus spp ).

d) Bosque Esclerofilo Caducifolio.

El bosque esclerofilo caducifolio, está localizado en la parte Centro y Norte del área de estudio; abarcando los municipios de: Acatzingo, Felipe Angeles, Tecamachalco, Cuapixtla, Tochtepec y Tepyahualco.

La vegetación ha sufrido talas irrazonables durante muchos años, y son abundantes los desmontes con fines agrícolas, cortes para obtención de leña, carbón y madera; también se originan las quemas en la época de sequía, por lo que la madera es muy raquítica y dispersa, se localizan áreas reforestadas con especies introducidas como eucalipto ( Eucalyptus spp ), pirul ( Schinus molle ) y, cedro ( Cupressus lindleyi ).

La vegetación está formada por árboles de 6 a 12 metros de altura, de hoja laminar ancha, esclerosa ( dura ), caediza en la época de sequía, en la mayor parte de sus componentes.

Los principales elementos del tipo de vegetación son: capulín ( Prunus capuli ), pino ( Pinus pseudostrobus ), sabino ( Juniperus flaccida ), mezcal ( agave potatorum ), mezcal cimarrón ( agave spp ), izote ( Yucca pariculosa ), huizache ( Acacia farnesiana ), cahuixtle ( Acacia bitememekii ), cazahuate ( Ipomea nana ) y nopales ( Apuntia spp ).

5.- SUELOS.

a) Generalidades.

Los suelos del área de influencia del Plan Teca

machalco, en forma general, puede decirse que corresponden a suelos jóvenes, formados in situ a partir de rocas sedimentarias ( Caliza, pizarra, y lutitas ), y otros más, originados en depósitos aluviales y ceniza volcánica.

Son pobres en materia orgánica ( 0.66 a 3.14% ) su pH por lo regular varía de neutro a básico ( 7.0 a 9.8 ), textura de gruesas a medias.

Estos suelos presentan factores limitantes muy severos para la agricultura de temporal en lo referente a su uso y manejo, acusando además, su condición orográfica de serranía.

En lo referente a su clasificación en algunas referencias bibliográficas de trabajos realizados en el Estado de Puebla, los suelos de los Valles Altos de dicha entidad, corresponden a suelos formados por depósitos aluviales recientes. Los sedimentos pueden ser de origen aluvial, fluvial, marino, lacustre o coluvial ( E. Schonhals, 1978 ).

Por su parte Fuentes A. ( Instituto de Geografía de la U.N.A.M. 1972 ), considera a los suelos de los Valles Altos del Estado de Puebla, como Chernozem.

Estos suelos se localizan en los Valles de Molcaxac, Huatlatlauca, Zacapala, Tepexi de Rodríguez y Tepeaca. Cuyas características son las siguientes:

- a) Ricos en materia orgánica.
- b) Presentan un color negro en la superficie.
- c) Acumulación de calcio y yeso en la masa del suelo.

De la misma manera ( Flores Díaz, 1974 ). Considera a los suelos del área de influencia del Plan Tecamachalco,

como : Regosoles, Fluvisoles y Xerosoles.

Los dos primeros grupos están formados por depósitos aluviales recientes, no presentan horizontes de diagnóstico, debido a ésto en el Canadá reconocen a los fluvisoles como regosoles.

La diferencia entre estas dos categorías estiba en que los fluvisoles reciben aportes de origen fluvial, marino, lacustre o coluvial. En cambio los regosoles reciben aportes eólicos y volcánicos.

En lo referente al grupo de los Xerosoles, se encuentran en las partes cerriles, principalmente en la Cordillera del Tentzo, cuyas características son:

- a) Suelos café subaridos.
- b) Suelos semidesérticos.
- c) Precipitación Pluvial menor 500 mm.
- d) Tipo de vegetación Xerofita.

## 6.- CLIMA.

### 6.1 Generalidades.

En el Estado de Puebla, así como en la mayor parte del país, según Fuentes (1972); la mayor cantidad de lluvia cae durante el Verano a diferencia de las regiones de Ahuacatlán, Zacapoaxtla, y Zapotitlán de Méndez, que registran su máxima precipitación pluvial en el Otoño.

Se estima que las precipitaciones pluviales que se registran, se producen por la acción de los vientos alisios, combinados con fenómenos de convección local.

Los vientos del este actúan durante todo el año, pero en Verano, la circulación general de la atmósfera

se desplaza hacia el Norte; al mismo tiempo se tiene un mayor calentamiento, que coincide con una mayor evaporación en el Golfo de México, lo que da por resultado que los vientos alisios en esta situación conduzcan masas de aire con mayor humedad y originan lluvias.

La convección local es un fenómeno de gran importancia en zonas tropicales y en latitudes medias, tiene mayor significado a medida que se acerca al Ecuador.

Durante el Iniverno, la convección local produce cambios de temperatura al descender las capas altas de la atmósfera y enfriar las capas inferiores, pero como las masas de aire casi siempre carecen de humedad, las precipitaciones son escasas. En Primavera las masas de aire son secas y cálidas, En Verano y Otoño las masas de aire son húmedas; en Verano por los vientos alisios y en Otoño por los ciclones tropicales. Los movimientos de convección local provocan entonces la condensación y precipitación de la humedad contenida en esas masas de aire.

Las lluvias invernales son producidas por las invasiones del aire polar. El encuentro de este aire frío con el aire tropical húmedo produce el deslizamiento necesario para que se presente la nubosidad y la precipitación pluvial.

En el área de influencia del Plan Tecamachalco, además de la influencia de la circulación atmosférica que determina las causas de la precipitación pluvial antes señaladas, reúne condiciones de lluvia orográfica o de relieve debido a la condición de sierra y se originan principalmente por el enfriamiento que sufren las masas de aire al ascender por las montañas, y en términos generales la precipitación pluvial aumenta en la proximidad de las montañas donde se origina la condensación del vapor de agua, dependiendo, desde luego, de la exposición de las laderas a los vientos dominantes.

## 6.2 Clasificación de Climas.

De acuerdo a la clasificación climática de -- Koppen modificado por E. García ( 1964 ), en el área de estudio se presentan dos tipos de climas y se distribuyen como sigue:

- a) En las regiones de la parte Centro y Norte -- ( Tecamachalco y Acatzingo ), con alturas de 2,000 a 2,600 metros sobre el nivel del mar -- se presenta un clima ( Cwbg ), templado húmedo con lluvias en Verano, cuya precipitación -- media anual de 643 milímetros, la temperatura media anual de 16 a 18 °C, estación más seca -- en el Invierno y con poca oscilación de las -- temperaturas medias mensuales, entre 5 y 7°C.
- b) Las regiones de la parte Sur ( Molcaxac, Huatlatlauca y Zacapala ), con alturas sobre el nivel del mar de 1,800 a 2,000 metros, se --- tiene un clima ( Bshwg ), clima seco estepa-- rio, cálido, con lluvias escasas que predomi-- nan en Verano. La precipitación media anual -- de 480 milímetros, la temperatura media anual es de 18 a 22 °C, y con poca oscilación de -- las temperaturas medias mensuales entre ---- 5 y 7 °C.

A continuación se anexa la carta climática de la zona, para -- entender la distribución de sus tipos climáticos. Figura -- número 2.

# MAPA CLIMATICO DEL PLAN TECAMACHALCO

Clasificación de climas según Köppen  
modificado por E. Garcia U. N. A. M.  
instituto de geografia

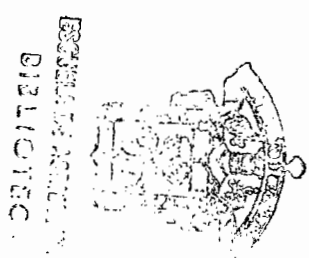
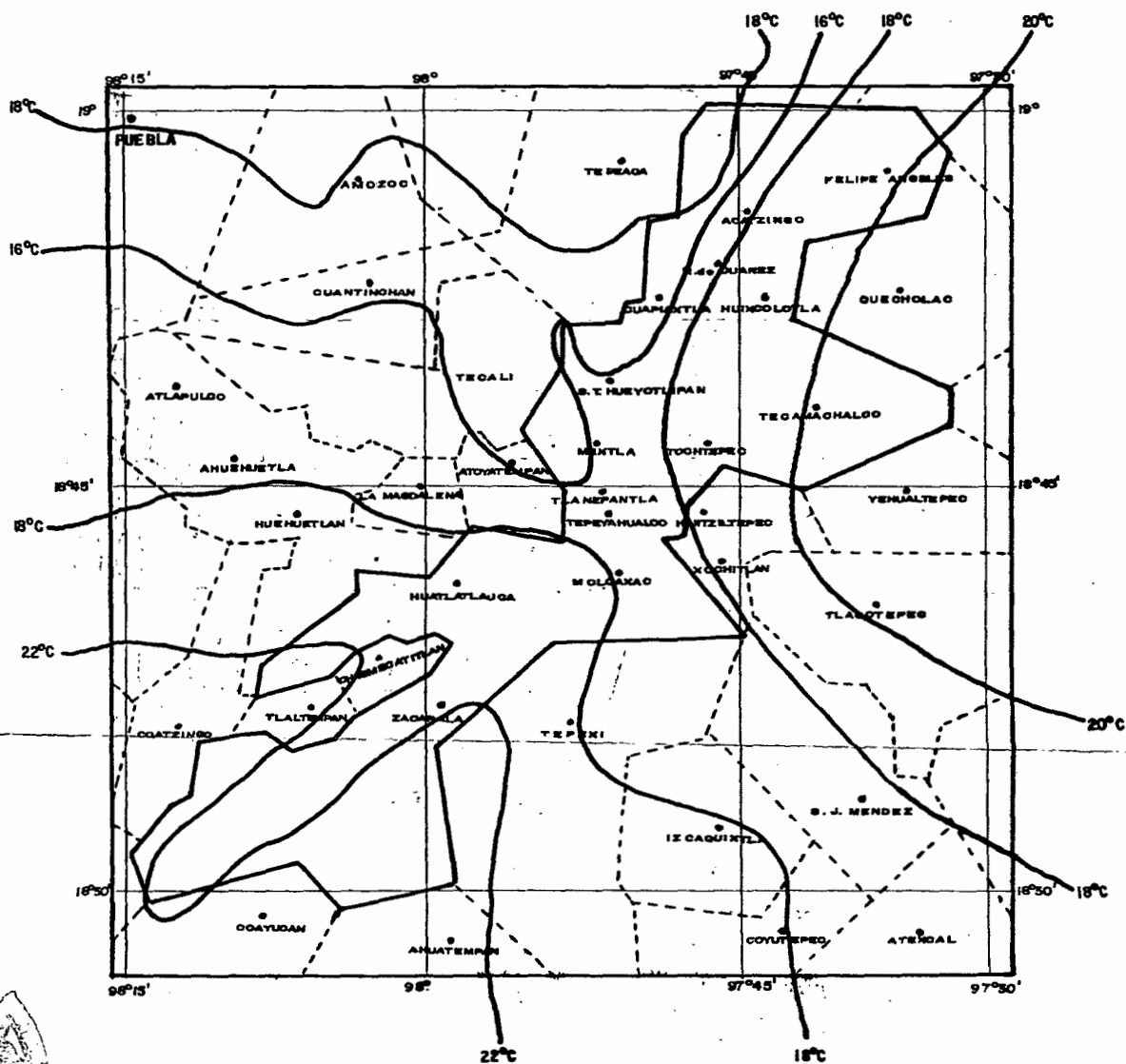
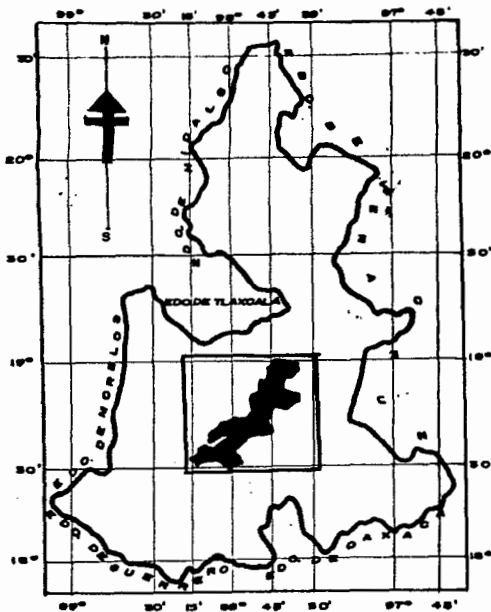
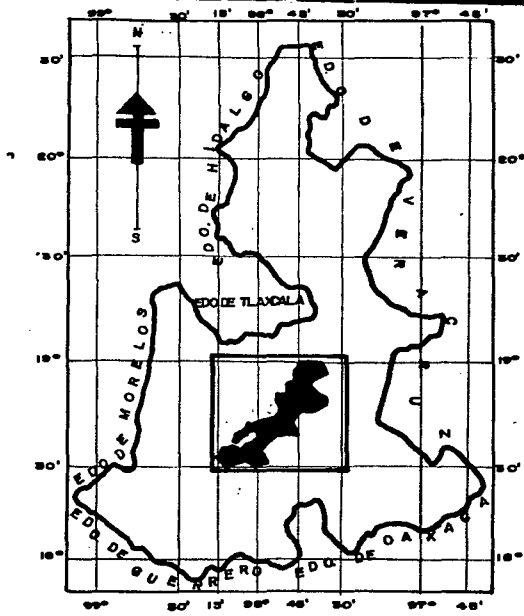




Fig. 2.

# MAPA CLIMATICO DEL PLAN TECAMACHALCO

Clasificación de climas según Köppen  
modificado por E. Garcia U. N. A. M.  
instituto de geografia



## SIMBOLOGIA

 c w b g  
 b s h w g

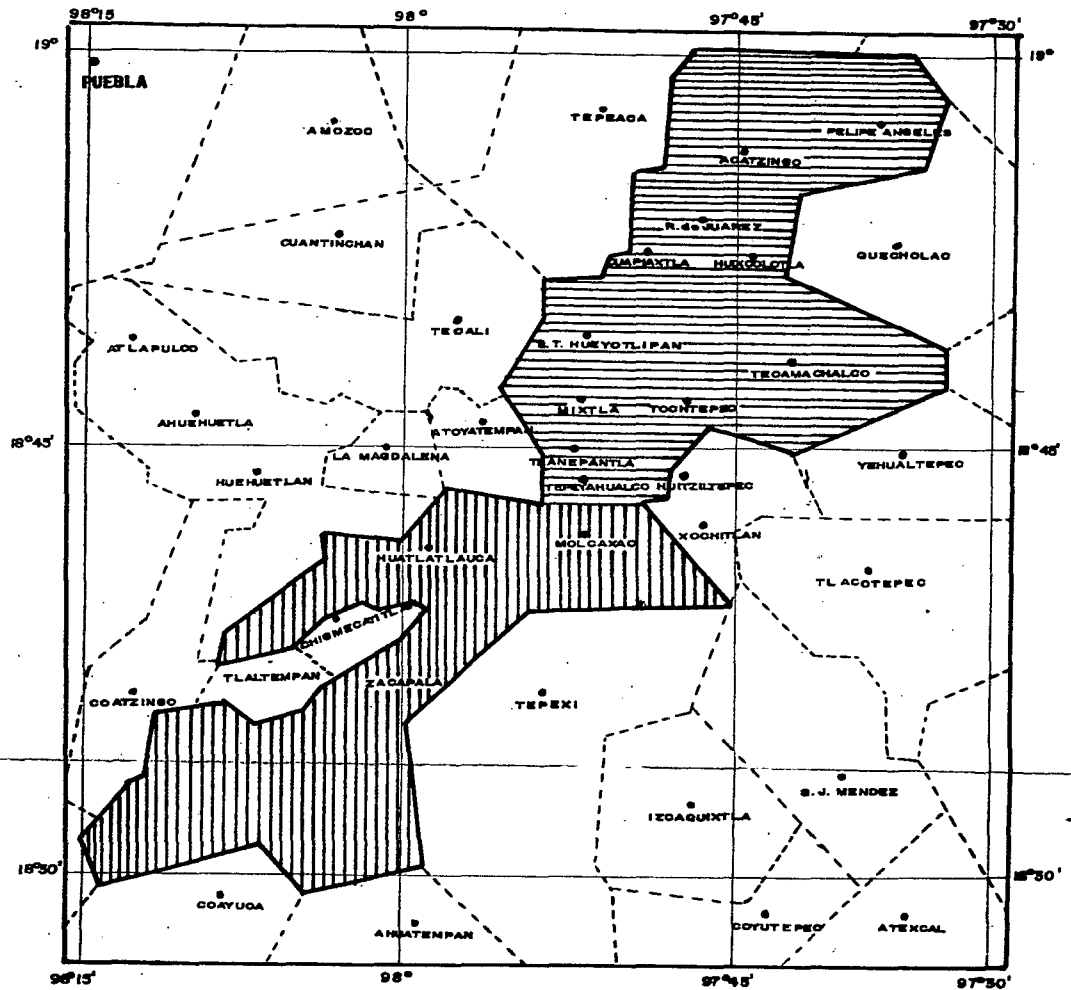


Fig: 2-A-1

## 7.- AGRICULTURA.

### 7.1 Aspectos Generales.

Dentro de las actividades que forman el sector primario es la agricultura la que tiene mayor participación absoluta dentro del producto sectorial ( 53 % ) manteniéndose más o menos estable de 1975 a 1980, aunque la producción se destina básicamente, al autoconsumo ( ver cuadro número 1 ).

De la superficie total de 3'391,900 Ha. Con que cuenta el Estado de Puebla, se destinan a la agricultura 1'259,659 Ha., que representan 37.1 %; de éstas únicamente 131,465 Ha., ( 10.55 % ) son de riego y 1'128,149 ( 89.5 % ) son de temporal.

El producto interno bruto total del Estado, durante 1979 fué de 40,915 millones a los que contribuyo la agricultura con 3,011 millones de pesos ( 7.4 % ). Para el producto interno bruto ascendio a 46,684 millones de pesos, de los que correspondieron 3,736 millones ( 8% ) a esta actividad.

Una gran parte de la superficie sembrada está dedicada a la producción de alimentos básicos con los sistemas de cultivos tradicionales que inciden en los rendimientos obtenidos.

Otras de las limitantes que afectan la producción agrícola son la pobreza de los suelos y el elevado índice de tierras erosionadas, la accidentada topografía, la frecuencia y mala distribución de la precipitación pluvial, y el exagerado minifundismo imperante en la entidad, en donde más del 90% de los predios dedicados a labores agrícolas son inferiores a cinco hectáreas, lo que descarta la utilización de técnicas modernas y el empleo de maquinaria en su explotación.



No obstante a lo anterior, el Plan Puebla, ha logrado incrementar notablemente los rendimientos de maíz de temporal el cual, es el cultivo de uso común de mayor importancia.

Las aguas de las Cuencas del Papaloapan y el Balsas, captadas por la Presa Manuel Avila Camacho del Distrito de Riego de Valsequillo, proporcionan irrigación acerca de 30 mil hectáreas, mientras que los Distritos de Riego Oriental y Tetela de Ocampo solo proporcionan agua para 1,800 Ha.

Con las aguas de las cuencas de los Ríos Atoyac, Pantepec, Xoloc y Nexapa, concesionados para irrigación y donde funcionan más de 1,800 derivaciones y aprovechamientos, se riegan más de 60,000 Ha., por lo que constituyen la fuente más importante de abastecimiento de agua.

Dentro de los alimentos básicos destacan el maíz, del que se cultivan más de 500,000 Ha., y el frijol, al que se destinan otras 80,000 Ha., ( observar cuadro número 2 ),

Otros cultivos de gran importancia para la entidad son: papa, el trigo, la cebada, el cacahuete, la alfalfa, la caña de azúcar, el café, el arroz y el sorgo.

En cuanto al valor de la producción se refiere, el maíz resulta ser el cultivo de mayor importancia seguido por el café, el frijol y la papa, de la que el Estado de Puebla ocupó durante muchos años el primer lugar como productor a nivel nacional.

## 7.2 La Agricultura que el área de influencia del Plan Tecamachalco.

En la zona de estudio aproximadamente el 85% de la población económicamente activa se dedica a labores agropecuarias, fundamentalmente a la agricultura.

Los cultivos predominantes determinan la formación de dos áreas, la constituida por Acatzingo y Tecamachalco, cuyos rangos altitudinales oscilan entre 2,000 a 2,200 M.S.N.M. Donde se cultiva maíz, frijol, alfalfa, tomate de cáscara, hortalizas ( zanahoria, col y rabano) y algunos frutales ( durazno, manzano, capulín y nopal tunero ).

La otra zona la forma el resto de la región ( con alturas inferiores a 2,000 M.S.N.M. ), en ella se produce ( maíz y frijol ).

La agricultura que se practica es de temporal, expuesta además a la acción de fenómenos climatológicos desfavorables como las heladas, granizadas, vientos alisios y escasa precipitación pluvial.

Tradicionalmente la tierra se ha destinado para sembrar maíz lo cual ha redundado en su empobrecimiento. Igualmente la erosión ha surtido efectos degradativos en los suelos que se presentan en los Valles con pendientes fuertes.

Generalmente no existe la mecanización agrícola, se utiliza punzón o azadón, y/o yuntas, las técnicas de cultivo son elementales y el campesino empieza a ser orientado por los técnicos del Plan Tecamachalco, acerca de la conveniencia de controlar las comunidades insectiles, aplicar fertilizantes químicos y orgánicos y, además insumos agrícolas.

Estas son algunas de las causas que determinan el bajo rendimiento de los cultivos, pues se tiene que en el caso del maíz, la producción no alcanza para cubrir las necesidades familiares, ya que solo es suficiente para tres o cuatro meses y el resto del año se obtiene a precios considerablemente altos.

PARTICIPACION PORCENTUAL EN LA PRODUCCION AGRICOLA NACIONAL

1975 - 1980

CUADRO No. 1

CULTIVO	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Maíz	7.5	7.9	5.2	7.6	6.6	7.7
Frijol	2.4	3.2	3.1	3.9	1.6	3.1
Trigo	0.5	0.4	9.4	0.5	0.3	0.4
Cebada	11.1	11.6	11.1	18.6	6.5	14.6
Alfalfa	5.7	6.0	5.6	-o-	3.0	-o-
Caña de Azúcar	3.5	3.9	3.8	-o-	2.6	3.6

FUENTE: S.A.R.H. PROGRAMA NACIONAL AGROPECUARIO Y FORESTAL 1981.

**SUPERFICIE ANUAL DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS**

1971 - 1980 ( Ha )

CUADRO No. 2

AÑO	MAIZ	FRIJOL	TRIGO	PAPA	CEBADA	CACAHUATE	ALFALFA	CAÑA DE AZUCAR	CAFE
1971	295,000	51,456	900	8,562	41,000	7,639	13,000	11,217	21,500
1972	298,000	54,700	600	6,400	35,000	7,350	16,000	12,136	22,185
1973	363,008	63,635	7,000	14,500	47,000	7,400	15,500	12,360	22,300
1974	320,300	50,035	7,000	13,670	39,980	7,400	15,500	12,360	22,300
1975	410,650	72,985	6,400	14,000	37,500	7,400	15,500	12,360	22,400
1976	418,600	74,215	4,900	13,800	49,500	7,200	15,500	12,360	22,500
1977	435,650	72,255	5,850	13,900	47,300	7,200	15,500	12,360	22,500
1978	454,650	56,695	7,550	14,235	47,782	11,788	16,500	12,360	22,650
1979	432,691	54,589	8,267	22,262	40,541	26,883	14,764	9,104	22,250
1980	513,600	80,484	5,556	23,647	51,627	20,028	16,104	9,607	39,346

FUENTE: S.A.R.H. REPRESENTACION PUEBLA.

La mano de obra empleada en la agricultura, recibe un salario infimo, de acuerdo con la explotación rudimentaria que realiza. Su importancia, comparativamente con la agricultura, es secundaria.

Los recursos forestales de la región consisten --- básicamente en comunidades vegetativas de pino - encino cuya vegetación predominante es característica de zonas templadas, como pino, encino, pirul y fresno.

En dichas comunidades vegetativas fueron explota-- das para proveerse de leña ( carbón ) como combustible y con-- menos frecuencia para hacer sus casas, o como fuente de tra-- bajo.

## 8.- GANADERIA.

### 8.1 Condiciones Generales.

El estado de Puebla cuenta con 825 mil hectá-- reas de pastizales y zacatonales naturales --- ( censo agrícola, ganadero y ejidal 1976 ), en donde se desarrolla, en forma extensiva la --- ganaderia de abasto que es la que mayor impor-- tancia reviste en la entidad, aunque la pro-- ducción de carne ha disminuido considerablemen-- te en los últimos tres años al bajar de 85 mil a 36 mil toneladas anuales lo que ha ocasiona-- do que la entidad no sea autosuficiente en --- este renglón.

La mayor parte de la actividad ganadera se lo-- caliza en la región de declives de la sierra de Puebla en --- donde predomina el ganado criollo, de muy bajo rendimiento.

El incremento registrado en las existencias de boyino ha sido el 22% al pasar de 838 mil cabezas en 1976 a - 1'025,662 en 1980. En estas cifras está incluido el ganado -

lechero. Las principales zonas lecheras se ubican en los alrededores de la capital del estado; en Chipilo, San Martín Texmelucan, Tehuacán, Tepeaca y Oriental, en donde existen plantas pausterizadoras y plantas de derivados lácteos que procesan gran parte de la producción.

Se estima que un poco más del 20% de las existencias ganaderas productoras de leche son de raza pura, mientras que el resto es cruzado o criollo, obteniéndose en 1980 una producción de 227 millones de litros que, no obstante representan un aumento del 22% sobre lo producido en 1976, no es suficiente para satisfacer las necesidades de consumo local.

La actividad ganadera que más dinamismo ha mostrado en los pasados cinco años ha sido la porcicultura que ha incrementado sus existencias a un ritmo del 6.5 % anual, mientras que la producción de carne de cerdo ha pasado a ocupar, en cuanto a valor de producción se refiere, el primer lugar entre todos los productos y sub-productos generados por esta actividad.

En lo que respecta a las razas ovino y caprino, al aumento registrado ha sido más moderado ( observar cuadro número 3 ).

### 8.2 La Ganadería en el Área de Estudio.

En el área de estudio, el principal obstáculo es la carencia de información estadística adecuada, por lo tanto, dentro de las limitaciones específicas del caso, en términos generales puede afirmarse que, en la región de influencia del Plan Tecamachalco, predomina el pastoreo en campo abierto; éste constituye la única forma de suministrar forraje verde al ganado.

## INVENTARIO SOBRE LA PRINCIPAL PRODUCCION GANADERA (1976 - 1980)

## CENSO AGRICOLA, GANADERO Y EJIDAL 1976

CUADRO No. 3

T I P O	1976	1977	1978	1979	1980
<b>BOVINO:</b>					
Cabezas	338.0	796.2	993.2	1'017.0	1'025.7
Carne (Tns.)	87.0	84.0	35.7	35.9	37.2
Leche (Miles Lts)	186.0	138.0	211.2	218.1	226.9
<b>PORCINO:</b>					
Cabezas	560.0	600.0	642.2	686.7	739.9
Carne (Tns.)	18.0	14.4	45.2	46.4	51.1
<b>OVINO:</b>					
Cabezas	498.0	500.0	507.1	513.9	516.5
Carne (Tns.)	6.1	3.9	1.7	1.6	2.0
Lana (Tns.)	0.1	0.1	0.8	0.8	1.1
<b>CAPRINO:</b>					
Cabezas	750.0	760.0	813.2	852.0	882.5
Carne (Tns.)	9.9	8.5	3.4	3.5	4.2
Leche (Miles Lts)	5.6	0.0	26.7	10.5	11.0
<b>AVES:</b>					
Cabezas	8'168.1	10'046.9	11'051.9	11'772.9	12'416.8
Carne (Tns.)	4.2	20.1	24.6	24.6	28.3
Huevo (Tns.)	43.0	97.3	68.4	72.8	74.0
<b>ABEJAS:</b>					
Colmenas	64.0	63.5	84.8	92.7	101.2
Miel (Tns.)	1.9	2.2	2.6	2.3	3.0
<b>EQUINOS:</b>					
Cabezas	0.0	0.0	273.0	278.5	281.3

La ganadería ocupa la mayor parte de la superficie siendo esta de 23 mil hectáreas\*, distribuidas en los municipios de la parte baja principalmente ( Molcaxac, Huatlatlauca y Zacapala ), aunque también en Acatzingo y Felipe Angeles -- ( Parte alta ).

La explotación del ganado bovino, es el más importante y la que más ha contribuido al desarrollo pecuario en los últimos años.

Actualmente los tipos de explotación ganadera no se encuentran debidamente tecnificados, pero consideramos que si se atiende este aspecto, se podría mejorar en mucho la producción de esta actividad.

### 8.3 Principales Especies de Ganado.

En vista a la importancia de la ganadería ejidal y tomando en cuenta el sin número de problemas que la aquejan, el Gobierno Mexicano -- integro recientemente, centros de mejoramiento para ganado vacuno y menor, con razas seleccionadas de acuerdo a un estudio más concreto de las condiciones ecológicas de la región.

Dentro de la zona de influencia del Plan Tecamachalco y, bajo la responsabilidad de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, se contempla una explotación y manejo más racional del ganado y el mejor aprovechamiento de las praderas y pastos disponibles.

Las principales especies de ganado en la región -- son el cebú y criollo, contando además con crías obtenidas de la cruce de ambos.

\*Al final de este capítulo se anexa un cuadro con la distribución de la población ganadera por municipio de la región de influencia.



El ganado criollo, generalmente da bajos rendimientos de carne y leche, en cambio sus cruizas con el ganado cebú han aumentado la producción, cuantitativamente reduciendo en parte la mortalidad del ganado.

El cebú es muy resistente al clima semi desértico, a la garrapata y a algunas enfermedades.

#### 8.4 Pastos Naturales.

Los pastos naturales y la clase de ganado, son buenos dentro de las condiciones climáticas y edáficas que -- prevalecen, pues generalmente la fertilidad del suelo, el --- régimen de lluvias limitado y la topografía del terreno ( parte baja de Molcaxac ), hacen que las tierras no sean adecuadas para el pastoreo intensivo.

POBLACION GANADERA POR MUNICIPIO DEL AREA DE ESTUDIO  
( CENSO AGRICOLA Y GANADERO 1970 )

CUADRO No. 4

MUNICIPIO	BOVINOS	CAPRINOS	OVINOS	PORCINOS	AVES	EQUINOS	NUMERO DE COLMENAS	PASTO NATURAL EN Ha.
Acatzingo	1,053	6,183	4,536	6,839	20,058	1,080	221	731.2
Pecamachalco	1,054	4,875	3,650	5,010	3'000,000	254	432	929.0
Molcaxac	11,437	40,000	-	749	-	-	-	2,976.0
Quatlatlauca	2,133	4,701	452	1,298	4,259	1,990	90	10,109.0
Huixcolotla	1,402	40	1,050	2,810	15,149	1,219	35	12.0
Tochtepec	1,260	1,080	850	3,995	23,976	860	321	562.0
Planepantla	665	1,390	1,375	980	2,355	957	15	768.0
Duapiaxtla	408	1,870	3,671	1,700	-	155	-	13.0
Los Reyes de Juárez	1,260	3,060	1,700	3,370	10,237	1,754	40	1,877.0
Gral. Felipe Angeles	4,821	20,998	3,778	30,558	10,230	-	700	281.3
Macapala	1,000	16,000	-	500	2,000	1,500	-	4,499.0
Sto. Tomás Hueyotlipan	250	1,000	1,300	1,500	2,500	1,200	100	95.5
Sta. Clara Huiziltepec	250	1,644	454	1,250	2,940	1,462	125	10.0
Mixtla	85	80	100	81	1,283	73	20	137.0
14	27,078	102,921	22,916	60,640	3'094,987	12,504	2,099	23,000.00

## B) EL MEDIO SOCIAL.

Una de las deficiencias que muchos autores han indicado para los trabajos cartográficos es la carencia de datos del medio social, sobre todo cuando estos estudiados -- son usados con fines de planeación. Por esta razón se -- creyo necesario incluir dichos aspectos dentro de este capítulo.

### 1.- POBLACION.

La zona de estudio está integrada por catorce municipios: Acatzingo, Felipe Angeles, Huixcolotla, Los Reyes de Juárez, Cuapixtla, Mixtla, Tecamachalco, Tochtepec, Tlanepantla, Santo Tomás Hueyotlipan, Huitzultepec, Molcaxac, Huatlatlauca y Zacapala.

Su población se encuentra íntimamente ligada con el espacio que ocupa, ya que no están uniformemente distribuidos sobre su Territorio. Lo anterior se deduce del alto índice de concentración demográfica regional ( 107.0 habitantes por kilómetro cuadrado ), que resulta ser muy superior al -- promedio estatal ( 74 habitantes por kilómetro cuadrado )\*. -- La población total hasta 1980 era de 92,149 habitantes distribuidos en una superficie de 132,115 hectáreas.

Por su origen étnico, un 85% de los habitantes son indígenas y de éstos el 48% aproximadamente ( 43,501 personas ) son bilingües. ya que además de los dialectos (Náhuatl Otomí, Mixteco, Popoloca y Totonaca), hablan español.

La población indígena con dialecto Náhuatl, Otomí, Mixteco, Popoloca y Totonaca se distribuye en su mayor parte en los municipios de la parte baja ( Zacapala, Huatlatlauca y Molcaxac ), mientras tanto, en la parte Norte ( Acatzingo, Felipe Angeles, Tecamachalco, Hueyotlipan, Huixcolotla, Mixtla, Los Reyes de Juárez, Huitziltepec, Cuapixtla, Tochtepec y Tlanepantla ), la población indígena es menor.

En el aspecto educativo; al niño indígena se le prepara a través de grupos de promotores por parte del Instituto Nacional Indigenista, castellanizandolo para ingresar a la primera enseñanza.

\* Según cifras estimadas de los datos censales de 1970.

## 2.- TENENCIA DE LA TIERRA.

La complicada problemática agrícola, no se describe plenamente si no se hace mención al aspecto agrario de la tenencia de la tierra.

En la región se localizan 62\* ejidos, 15 en el -- agrosistema I, 21 en el agrosistema II y 26 en el agrosistema III. Otra parte de la superficie cultivable, se encuentra distribuida entre pequeños propietarios de una hectárea o menos. Hay también grandes propietarios, que son miembros de dos o tres familias prominentes por cada municipio; con ellos, los campesinos frecuentemente contraen compromisos -- económicos, que a la postre dan por resultado la entrega de su parcela, de igual manera que cuando la pierde por una deuda, permanece en la misma condición de jornalero. A esto -- obedece, la necesidad de aumentar el ingreso para atender -- las necesidades de subsistencia familiar.

Los grandes cultivos de alfalfa, maíz y hortalizas, son propiedad de una minoría que monopoliza el comercio y la política en todos sus aspectos.

\* Al final de este capítulo se anexa un cuadro con la descripción de los ejidos por municipio y agrosistema.

CUADRO No. 5

MUNICIPIO	E J I D O S	AGROSISTEMA
Acatzingo	Ranchería Hernández, Nicolás Bravo, Carmen Serdán, Guadalupe Morelos, Sn. Sebastian Teteles, Acatzingo, Progreso de Juárez, Actipan de Morelos, Sn. Sebastian Villanueva, Cristobal Hidalgo.	I
Felipe Angeles	Candelaria Portezuelo, San. Antonio Portezuelo, Felipe Angeles, Sta. Ursula --- Chiconquia, Santiago Tenango.	
Los Reyes de Juárez	Virreyes de Juárez, San Juan Acozac, Santiago Acozac, Los Reyes de Juárez, Miguel Negrete, Buenavista de Juárez, La Concordia de Aquiles Serdán.	II
Cuapiaxtla	Cuapiaxtla	
Sn. Francisco	Lázaro Cárdenas, Sn. Simon Coatepec, Sn. Francisco Mixtla.	
Sto. Tomás -- Hueyotlipan	Sto. Tomás Hueyotlipan.	
Sta. Isabel - Tlanepantla	Sta. Isabel Tlanepantla, Ahuatepec.	
Huixcolotla	Huixcolotla.	
Tecamachalco	Tecamachalco, Alseseca, Lomas de Romero, Lomas de Sta. Cruz, Sn. Mateo Tlaixpan.	
Tochtepec	Sn. Bartolomé Tepetlacaltechco.	
Molcaxac	Molcaxac, Zoquiac, Sn. Andrés Mimiahua-- pan, Sn. José de Gracia, Sn. Luis T.	III
Sta. Clara -- Huitziltepec	Sta. Clara Huitziltepec, Dolores Hidalgo Sta. Cruz Huitziltepec.	
Huatlatlauca	Atlalpan, Copalcotitla, Tochmatzintla, Tepanazintla, Huatlatlauca, Tepetzintla, Sn. Miguel Cosahuatla, Sn. Pablo -- Zoyatitlanapan.	IV
Zacapala	Buenavista, Zacatepec, Col. La Victoria, El Rosario, Zacapala, Guadalupe Hidalgo, Xintete, El Tecomate, Sn. Mateo Mimiapan Sta. Cruz Pedernales.	
14 MUNICIPIOS	62 EJIDOS	

### 3.- SALARIO MINIMO.

El salario mínimo es un parámetro que puede medir el nivel de vida de los asalariados del campo, por consiguiente es un indicador que contribuye, en este caso a empeorar la ya crítica situación económica de sus habitantes, pues se tiene que el salario que perciben los campesinos es de 200, 300, -- 350, 400 pesos diarios, según sea la comunidad en que trabaje, cuando el salario mínimo vigente en la región hasta el -- mes de Septiembre era de 560.00 pesos diarios.

De la población económicamente activa en el sector -- primario, aproximadamente el 95% un ingreso mensual de ---- 13,560.00 y el 75% un ingreso no mayor de \$ 10,000.00 pesos mensuales.

Cualquiera que sea la percepción pagada por su fuerza de trabajo, está siempre es inferior al salario mínimo establecido en la región, por lo que, para aumentar el ingreso familiar; el campesino emigra a lugares donde puede encontrar ocupación mejor remunerada, trasladándose temporalmente de -- unas regiones a otras ( Veracruz, Tabasco, Puebla y el Distrito Federal ).

Otras actividades económicas en las que el campesino ocupa su fuerza de trabajo son el comercio, cría de ganado -- ovicaprino para la barbacoa y cierto tipo de artesanía regional ( Carpintería, Panadería, Albañilería, elaboración de --- queso, sombreros, canastos y el bordado a mano ).

### 4.- EDUCACION.

El incremento demográfico genera fuerza de progreso, pero también obstáculos, es por esto que la planeación integral de la región se hace indispensable. La educación es uno de los tremendos problemas, dado que no solo de la técnica -- sino también de la educación, depende en amplia medida el progreso económico y el beneficio que para las grandes masas se puede obtener de una conveniente explotación de sus recursos-

naturales.

En terminos generales, el grado máximo de educación escolar en la región, es el sexto año de instrucción primaria, existiendo 96 escuelas de organización completa, de las cuales 25 se localizan en Tecamachalco, 15 en Acatzingo, 13 en Huatlatlauca y 13 en Zacapala. Aunque se dispone de una escuela preparatoria incorporada a la Universidad Autónoma de Puebla, donde la mayor parte de alumnos que asisten a ella, proceden de otras localidades.

En lo referente a la educación escolar de segunda enseñanza, solo se cuenta en la región con 15 escuelas secundarias, 4 en Acatzingo, 3 en Tecamachalco, las demás están distribuidas una por municipio, excepto en Felipe Angeles, Santa Clara Huitziltepec, Tlanepantla y Tepeyahualco.

En lo que respecta a la educación pre-escolar únicamente existen en la región seis escuelas sobre este ámbito, localizándose dos en Acatzingo y Tecamachalco, una en Santo Tomás Hueyotlipan y Huixcolotla.

El aumento de población rural de esta zona se puede considerar excesivo dadas las condiciones que prevalecen, sin embargo la estructura económica productiva actual, no tiene ahora capacidad para absorber con niveles de vida mejores que los actuales, cuando menos a la menor parte del incremento de la población en ese importante recurso social que es indispensable ampliar y fortalecer.

##### 5.- VIVIENDA.

Los centros importantes donde existe un extenso mercado de consumo, comunicaciones, fuentes de mano de obra, energía, etc., son pocos ( Tecamachalco, Los Reyes de Juárez Huixcolotla y Acatzingo ). Estos centros urbanos de una forma u otra, actúan favoreciendo la concentración urbana y al mismo tiempo generan una demanda de actividades complementa-



rias y de servicio de muy diversa índole, que como consecuencia abaratan la mano de obra y contribuyen al bajo nivel de vida, reflejado en las condiciones de vivienda del campesino.

En su mayoría tienen una sola habitación, construida con materiales que ofrece la región ( madera y piedra ); los techos son de teja de barro o lámina de cartón, los pisos de tierra y en algunos casos de cemento. A excepción de las localidades más importantes que tienen construcciones de mejor acabado y comodidad.

Hasta 1980 el 30% contaba con agua entubada, el 8% con agua de llave pública y solo el 18 con drenaje.

En terminos generales todas las casa - habitación cuentan con energía eléctrica proporcionada por Comisión Federal de Electricidad ( Centro Oriente Puebla - Tlaxcala - Hidalgo ).

#### 6.- ALIMENTACION Y VESTIDO.

Otro indicador del precario nivel de vida que prevalece en la región, es la dieta alimenticia, que se compone regularmente de maíz frijol y Chile. En raras ocasiones se consumen los alimentos proteínicos como; leche, carne y huevo.

Por tales circunstancias las gentes muestran signos evidentes de desnutrición como son la corta estatura y la propensión a enfermedades. Otro factor que contribuye a empeorar las condiciones descritas, son los cambios bruscos de temperatura, circunstancias que propicia enfermedades ocasionando la muerte entre la población, principalmente la infantil.

La vestimenta es frágil ( ropa de manta y poliester) la primera es de fabricación casera, mientras que la segunda la adquieren en los mercados ambulantes de Tepeaca, Acatzingo Tecamachalco y Molcaxac. Solo los hombres usan huaraches, las

mujeres y los niños en su mayoría andan descalzos.

## 7.- SERVICIOS PUBLICOS.

La falta de Salubridad en el medio indígena, es otra de las causas que determinan las elevadas tasas de mortalidad ya que la atención médica oficial a cargo de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y el Instituto Nacional Indigenista se proporciona con notables deficiencias principalmente por falta de recursos.

Hay centros de salud en Tecamachalco. El Instituto Nacional Indigenista, por su parte, ha instalado un puesto periférico en Ixcaquixtla, abarcando la parte baja del área de influencia del Plan Tecamachalco.

Así mismo está en proceso de construcción un centro de salud ( rescate ) en Molcaxac, cuyos beneficios se extienden a los habitantes de los municipios de Zacapala, Huatlautla y Molcaxac, no obstante a esto algunas comunidades carecen de servicios médicos.

## 8.- COMUNICACIONES.

### 8.1 CARRETERAS.

Una carretera estatal atraviesa el municipio ( Tecamachalco ) de Noroeste a Sureste y lo comunica con San Salvador Huixcolotla, Cuapiaxtla Mixtla, Tepeaca, Amozoc, Puebla, Yehualtepec, Tlacotepec de Benito Juárez, Tepanco de López y Tehuacán. De la cabecera municipal antes mencionada parte una carretera estatal cruzando los límites con Tochtepec y ahí entronca con un camino del mismo tipo que pasa por Santo Tomás Hueyotlipan, Tepeyahualco, Cuauhtémoc, Huitziltepec, Molcaxac, Tepexi de Rodríguez, Ixcaquixtla, Coyotepec y Toltepec de Guerrero. A pocos kilómetros de la ciudad de Tecamachalco nace

una carretera secundaria que cruza los límites -  
Quecholac, en donde entronca con la Carretera --  
Federal 150.

Por otra parte en el municipio de Acatzingo en--  
tronca la carretera a Veracruz vía Jalapa, con la autopista -  
Puebla-Córdoba, la cual atravieza la superficie del antedicho  
municipio en sentido Sureste y Noroeste; entroncando a dicha  
autopista dos carreteras estatales que van a los municipios -  
de General Felipe Angeles y Quecholac.

Los municipios restantes se encuentran comunica-  
dos por medio de carreteras secundarias. A las carreteras ---  
tanto estatales como federales del Estado de Puebla.

También se cuenta con una pista aérea ( Tecama--  
chalco ) que opera con bastante irregularidad.

#### 8.2 FERROCARRILES.

Atravieza el Territorio de Tecamachalco, el fe--  
rocarril México - Puebla - Oaxaca.

#### 8.3 TELEFONO, TELEGRAFO Y CORREO.

El área de influencia del Plan Tecamachalco, ---  
consta de catorce municipios, los cuales dispo--  
nen de los medios de comunicación como son, co--  
rreo, teléfono y telégrafo. Además reciben seña--  
les de cadenas de televisión y de estaciones ra--  
diodifusoras estatales y nacionales.

#### 9.- COMERCIALIZACION Y DESTINO DE LA PRODUCCION.

La comercialización de la producción agrícola, como  
es común en el agro Mexicano, se realiza por medio de acapara  
dores o intermediarios. Estos comerciantes por lo general ---  
adquieren la producción de toda la comunidad, y frecuentemen--  
te pagan por anticipado toda la cosecha. Además se encargan -  
de proporcionar el medio de transporte usual asumiendo el ---

costo de transporte de las mercancías que posteriormente descuentan del precio de la compra. El precio de la compra, naturalmente es menor al precio de mercado.

Otra forma de comercializar los productos agropecuarios es cuando los campesinos llevan a vender su producción al tianguis de Tepeaca, Acatzingo, Tecamachalco y Molcaxac, y en este caso el volumen de comercialización es muy pequeño.

Con la comercialización del maíz se lleva a cabo cierta especulación. El precio de venta para el agricultor cuando en ocasiones excepcionales lo llega a vender, es de \$ 22.00 pesos el kilogramo y el precio bajo el cual compra el producto, flutua de 25.00 a 30.00 pesos el kilogramo. Ya que el maíz como el frijol son productos destinados al autoconsumo.

Todas las pésimas condiciones que por consecuencia de diversa índole se han enumerado para la zona de estudio, son repercusiones del sistema de vida actual; de la estructura de la población, del número de habitantes por kilómetro cuadrado, y sus relaciones económicas, sociales y carencia de recursos, que variaran según la localidad en cuestión. Estas variaciones están sujetas a factores históricos, de conformación de suelos, económicos, políticos y sociales, pues a medida que influyen en mayor o menor grado sobre la población, su movilidad; estructura interna y organización económica y social, tendrá fuertes variaciones en las condiciones de ocupación, vivienda, instrucción, cultura, ingresos y en general de su nivel de vida.

### C) METODOLOGIA.

La metodología seguida para la comparación de los enfoques metodológicos considerados en el estudio fué la siguiente:

Durante los años 1979, 1980 y 1981, se llevaron a cabo trece experimentos de maíz como cultivo único simple, bajo condiciones naturales de producción. La distribución de estos experimentos se observa en la figura número 3.

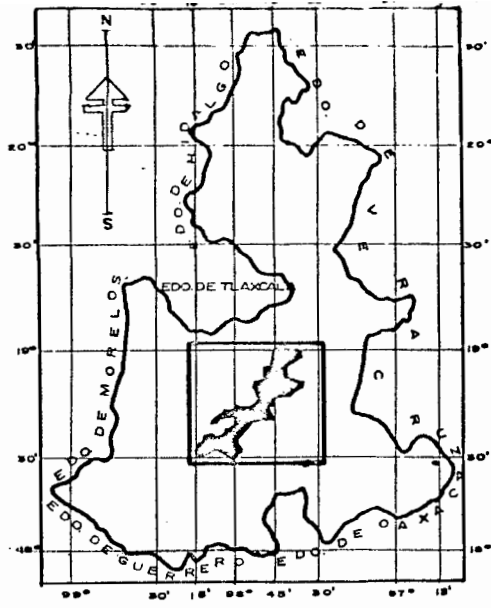
De la misma manera en el cuadro número seis, se presenta el número de experimentos por año, espacio de exploración, número de niveles, matriz experimental, número de tratamientos y repeticiones, y el agrosistema donde se localizaron los experimentos.

Del total de los trece ensayos de campo que se tenían en un principio, fueron seleccionados cuatro de ellos, por medio de un proceso al azar. Posteriormente los nueve ensayos restantes fueron utilizados para obtener recomendaciones con cada uno de los enfoques metodológicos incluidos en este trabajo.

El criterio utilizado para la evaluación de los enfoques metodológicos, fue de considerar como mejor de estos enfoques, aquel que condujera un valor menor de las desviaciones estándar de las discrepancias ( DED ). La DED., se calculo con las diferencias entre parámetros agronómicos ( Dosis óptima económica de nitrógeno, fósforo y densidad de población ), calculados con cada enfoque y los parámetros agronómicos observados con los cuatro ensayos seleccionados al azar.

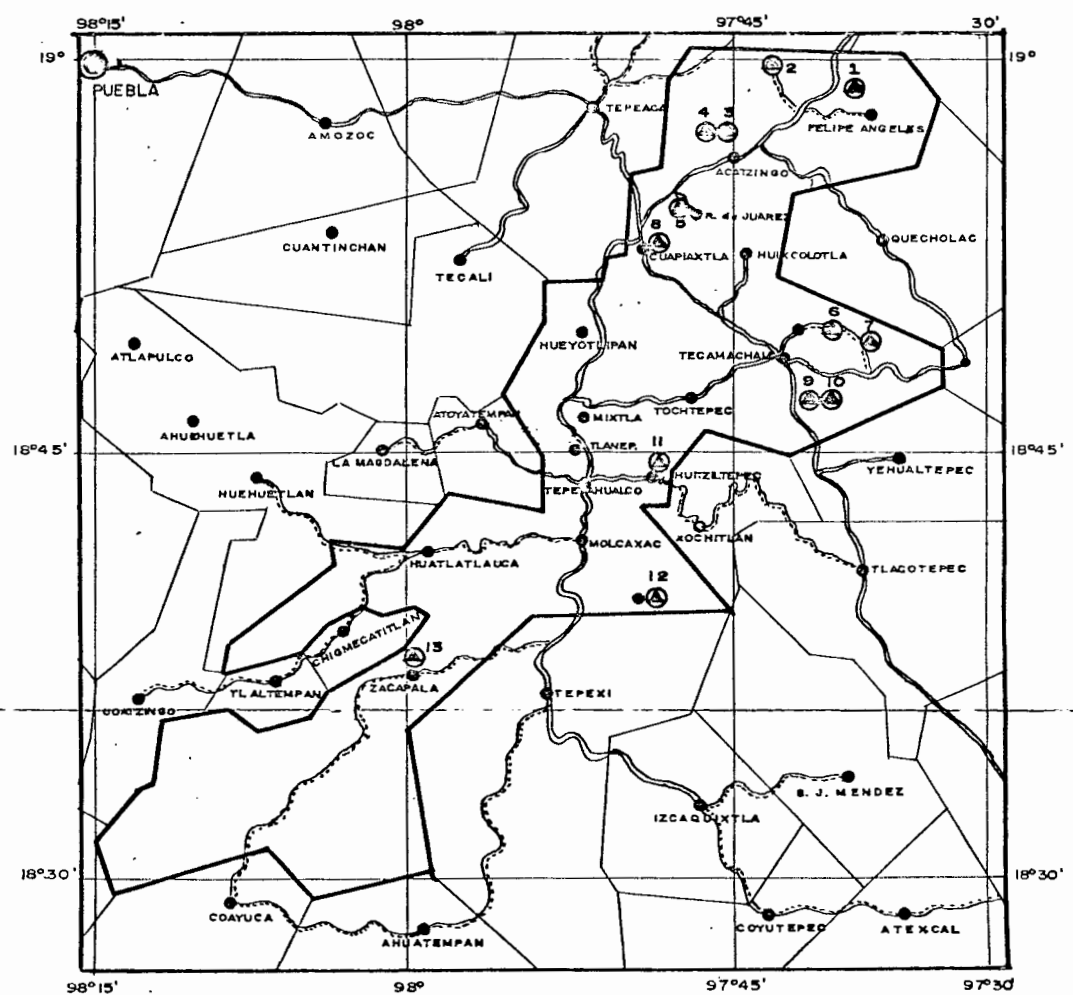
Procedimiento seguido en cada uno de los enfoques metodológicos.

# PLANO DE LOCALIZACION DE SITIOS EXPERIMENTALES



## SIMBOLOGIA

- CAPITAL DEL ESTADO
- CABECERA MUNICIPAL
- SITIO EXPERIMENTAL
- CARRETERA PAVIMENTADA
- CARRETERA TERRACERIA



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

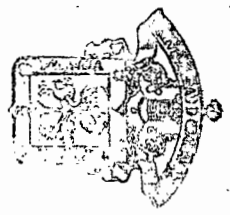


FIG. 3

a) Agrupación Indiscriminada.

Este método consiste en generar recomendaciones con base en la respuesta promedio de los cultivos dentro de una región determinada.

Después de haber calculado la dosis óptima económica para cada sitio experimental, se promediaron las óptimas económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de población de los nueve experimentos. De esta manera se obtuvo la recomendación por medio de agrupación indiscriminada.

b) Agrupación de Agrosistemas con Criterio Agronómico.

Este enfoque considera para la estratificación, a uno o más factores que postulan " a priori " a manera de hipótesis de acuerdo a la experiencia agronómica del investigador. Las hipótesis son probadas por medio de resultados experimentales, esto nos permite tener factores considerados como factores de diagnóstico, con los cuales se hace la estratificación correspondiente.

c) Agrupación de Agrosistemas por medio del Levantamiento Fisiográfico.

Con el fin de obtener una recomendación para cada sistema terrestre, se eliminaron aquellos sistemas terrestres en los cuales no se localizó por lo menos un experimento de los cuatro seleccionados en un principio, además uno o más experimentos de los nueve restantes.

En los sistemas terrestres donde si se cumplieron los requisitos anteriores, se promediaron las dosis óptimas económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de población obtenidas dentro de cada sistema terrestre. El valor calculado de esta manera se considero como -

la recomendación del sistema terrestre en cuestión.

1.- Material Utilizado en el Levantamiento Fisiográfico.

- a) Fotografías aéreas verticales en blanco y negro a escala 1:50,000 y 1:30,000.
- b) Mosaicos aerofotográficos escala 1:30,000.
- c) Estereoscopio de Reflexión.
- d) Estereoscopio de bolsillo.
- e) Barrena de gusano.
- f) Palas.
- g) Clisímetro ( nivel de mano ).
- h) Nivel fijo ( Wild Heerbrugg (.
- i) Machetes.
- j) Altimetro.
- k) Tripie.
- l) Una baliza.
- ll) Camara fotográfica ( Pentax ).

2.- Método.

Para la realización del Levantamiento Fisiográfico del área de influencia del Plan Tecamachalco, se siguió el método propuesto por Cuanalo y Ortiz, 1978. El cual se resume en los siguientes puntos:

- a) Delimitación de la zona de estudio.
- b) Obtención de la información existente y material fotográfico.



- c) Unificación de escalas.
- d) Unidades provisionales.
- e) Transferencia de linderos.
- f) Fotointerpretación detallada y recorrido de campo.
- g) Descripción de facetas.
- h) Definición de sistemas.
- i) Elaboración de mapas y leyenda del Levantamiento-Fisiográfico.

NUMERO DE EXPERIMENTOS POR AÑO, ESPACIO DE EXPLORACION  
 NUMERO DE NIVELES, MATRIZ EXPERIMENTAL, NUMERO DE TRA-  
 TAMIENOS Y REPETICIONES. Y TIPO DE AGROSISTEMA DONDE-  
 SE LOCALIZARON LOS EXPERIMENTOS.

CUADRO No. 6

AÑO	NUMERO DE EXPERIMENTOS	ESPACIO DE EXPLORACION			NUMERO DE NIVELES		MATRIZ EXPERIMENTAL	NUMERO TRAT.	NUMERO REPETICION	AGROSIS TEMAS
		N. Kgs/ha.	P. Kgs/ha.	D.S. Miles Pl/ha.	N.P.	D.P.				
1979	3 a)	30-120	20-80	50-80	4		M.M.L.F.	22	2	I
	2 a)	25-100	15-60	30-75	4		M.M.L.F.	22	2	II
1980	2 b)	60-120	20-80	30-30	4		M.M.L.F.	22	2	I
	1	60-120	20-80	35-55	4		P.P. 1	17	2	II
	2 b)	15-60	15-45	25-55	4		M.M.L.F.	22	2	III
	1 b)	20-50	0-45	20-35	4		M.M.L.F.	22	2	IV
1981	1 c)	75-105	40-70	45-75	4		M.M.L.F.	22	2	I
	1 c)	40-70	30-45	35-50	4		M.M.L.F.	22	2	II

- a) Además, se estudiaron dos fuentes de fertilización (S.A+S.S.-U+ST), variedades (criollo-H-30), Control de plagas (CON-SIN), tres oportunidades de aplicación (X-Y-Z), y arreglo topológico (2,2-3,2)
- b) Además, se estudiaron dos variedades (criollo-chalqueño), control de plagas (CON-SIN), oportunidad de aplicación (X-Y), métodos de fertilización (banda y mateado), y despunte (CON-SIN).
- c) Además, se estudiaron dos variedades (criollo-chalqueño), oportunidad de aplicación (X-Y), fuentes de fertilización (S.A.+S.S.-UREA+18-46), y herbicida (CON-SIN).

## V.- RESULTADOS Y DISCUSION.

Levantamiento Fisiográfico de la región de influencia del Plan Tecamachalco.

Para la realización del Levantamiento Fisiográfico se utilizaron como unidades de clasificación y cartográficas a la faceta y al sistema terrestre, definiendo tres sistemas terrestres y treinta y cinco facetas.

Para facilitar la presentación y discusión de los resultados se dividen en cuatro partes:

- 1.- Delimitación de Sistemas Terrestres.
- 2.- Memoria del Levantamiento Fisiográfico.
- 3.- Usos del Levantamiento Fisiográfico.
- 4.- Valoración de los enfoques metodológicos.

### 1.- Delimitación de Sistemas Terrestres.

1.1 Sistemas Terrestres obtenidos con el método de fotointerpretación con fotografías aéreas.

Una vez que se recopiló el material cartográfico, se ordenaron las fotografías aéreas para elaborar un mosaico aerofotográfico, con el objeto de obtener el área de estudio de una forma compacta y uniforme. En este mosaico se delimitaron las unidades fisiográficas, mediante el enfoque paisajista y el área mínima cartografiable ( Ortíz y Cuanalo, 1978 ), partiendo del razonamiento deductivo. Para después hacer recorridos de campo con la finalidad de obtener un buen conocimiento sobre los rasgos típicos de la morfología del terreno, estableciendo correlaciones, a partir del trabajo de campo o información colectada, entre las características del terreno que nos interesan para su estudio ( Estos criterios están especificados en el apéndice ).

En la primera delimitación de unidades compuestas y en base a los criterios mencionados, se subdividió a la zona en cinco sistemas terrestres, posteriormente considerando la dificultad en la comprensión del paisaje local y las dificultades de lo grande de la escala del material aerofotográfico, además de la mala calidad, se realizó una segunda fotointerpretación seguida de recorridos más detenidos de campo para delimitar cuatro y finalmente tres unidades compuestas, resultando que a medida que se estudia, analiza y correlacionan las características del paisaje se disminuye o aumenta el número de unidades compuestas.

## 2.- Memoria del Levantamiento Fisiográfico.

La forma como se presenta la información sobre las unidades fisiográficas esta dividida en tres partes: 1) Descripción de los Sistemas Terrestres, 2) Un diagrama Idealizado de los Sistemas Terrestres y 3) Una descripción de las facetas que integran a cada sistema terrestre, y la representación de todas las unidades fisiográficas, ( figura número 4 )

### 2.1 Descripción de los Sistemas Terrestres.

Para la descripción de los sistemas terrestres se adoptaron convenciones sobre el clima, la geología, la vegetación, la hidrología, el suelo, el uso actual y la altitud, las cuales se presentan a continuación.

#### 2.1.1 Clave para la Descripción de Sistemas Terrestres.

Clima: Se establece de acuerdo a la precipitación media anual estimada en milímetros y temperatura media anual en grados centígrados.

DE INFLUENCIA DEL PLAN DE

TECAMACHALCO

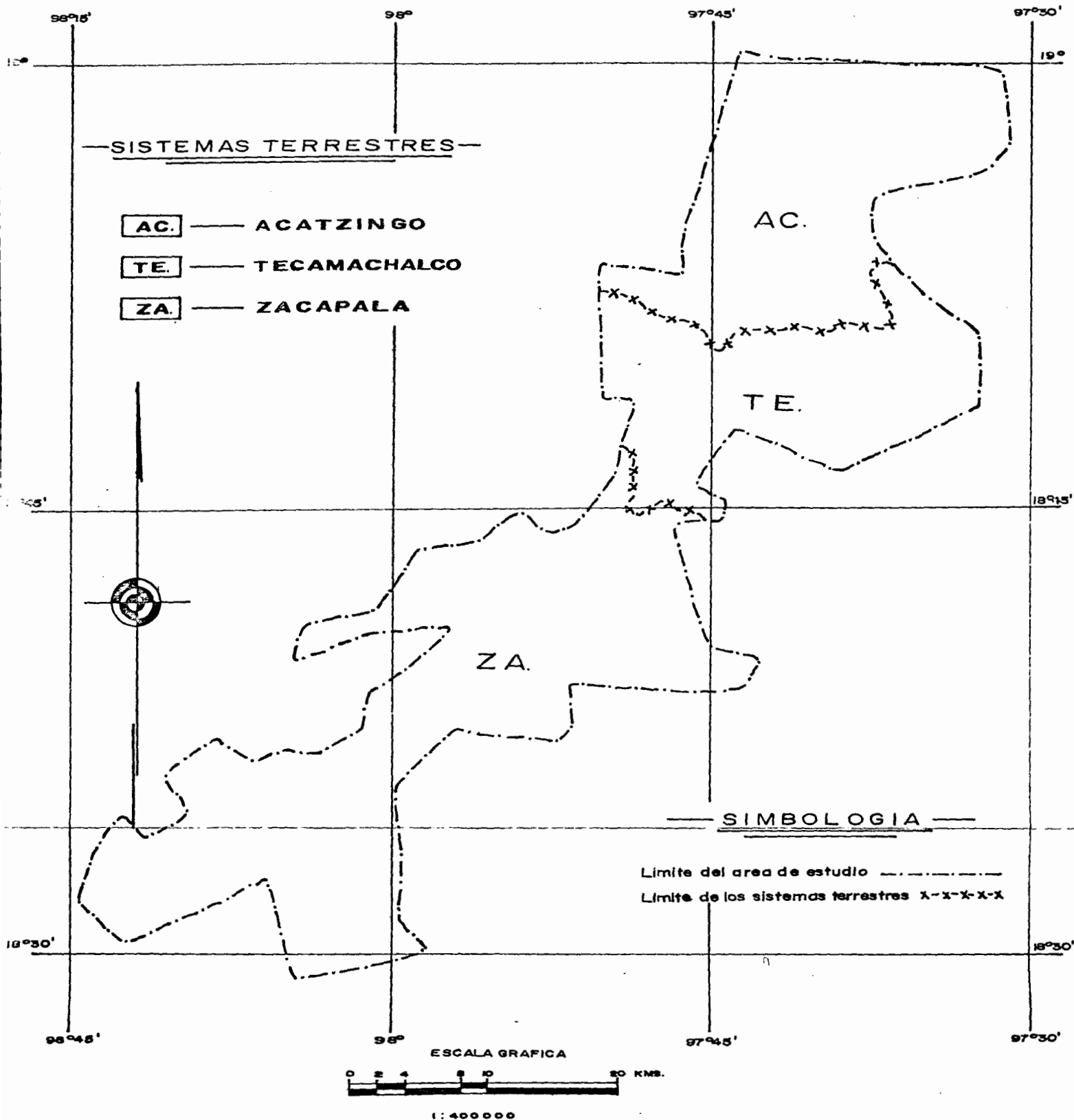


FIG. 4

**Roca:** Es descrita según su naturaleza (ígneas, metamórficas o sedimentarias), clase específica y tipo dominante. En los diagramas de los sistemas terrestres se simbolizan estos materiales en la base de la maqueta.

les indicando si son permanentes, transitorias o temporales.

**Suelos:** Se describen de acuerdo a su dominancia en términos de profundidad, textura, localización en base a geología, geomorfología y propiedades sobresalientes como salinidad y acidez.

**Uso Actual de la Tierra:** Se describen las condiciones generales, indicando si es ganadero forestal o agrícola, para el uso ganadero se especifica si es extensivo o intensivo y el tipo de ganado. Para el uso agrícola se indica si es de temporal o de riego.

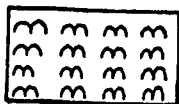
**Altitud:** Esta dada en metros y se indica la elevación máxima sobre el nivel del mar.

### 2.1.2 Símbolos Geológicos.

En la figura número 5, se presentan los símbolos y el significado del material geológico que se usa en los diagramas idealizados de los sistemas terrestres.

## 2.2 Diagrama Idealizado.

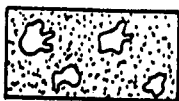
CLAVE DE LOS SIMBOLOS UTILIZADOS EN LOS  
BLOQUES DIAGRAMATICOS DE LOS  
SISTEMAS TERRESTRES



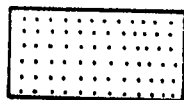
DEPOSITOS ALLUVIALES



CALIZA



DEPOSITOS COLUVIALES



ARENISCA



ARCILLA



CONGLOMERADOS

Para dar una idea general sobre la variación del paisaje, cada sistema terrestre es representado por un diagrama de bloque (maqueta) sobre el cual se indica las facetas que lo integran y en su base se simbolizan los materiales geológicos, como se señaló anteriormente. En un mapa esquemático se muestra la ubicación del sistema terrestre en cuestión.

### 2.3 Descripción de Facetas.

En la descripción de facetas que constituyen en cada sistema terrestre, se consideran los siguientes puntos;

**Número:** Cada faceta que integra a un sistema terrestre es identificado por medio de un número arábigo.

**Forma:** Se denomina la posición que ocupa cada faceta en el paisaje y se indica la variación en pendiente expresada en por ciento.

**Suelos:** Se describen de acuerdo a su profundidad, textura, su formación y naturaleza.

**Cubierta Vegetal:** Se mencionan cultivos, vegetación natural y especie principal.

#### 2.3.1 Convenciones Sobre Suelos.

Para la descripción de los suelos tanto en las facetas como en los sistemas terrestres se tomaron dos acuerdos, uno sobre la profundidad y el otro sobre la textura superficial.

**Tipos de Profundidad del Suelo.**

**Profundos:** Si el espesor combinado del suelo



superficial y del subsuelo es de más de 90 centímetros de profundidad.

**Moderadamente Profundos:** Si la presencia de un estrato limitante o restrictivo ocurre entre los 50 - 90 centímetros del suelo superficial.

**Delgado:** Si la presencia de un estrato limitante o restrictivo ocurre entre los 30 a 50 centímetros.

**Someros:** Si el espesor de un estrato limitante se halla entre 10 y 30 centímetros.

**Esquelético:** Cuando el espesor del suelo es menor de 10 centímetros.

#### Tipos de Textura del Suelo Superficial.

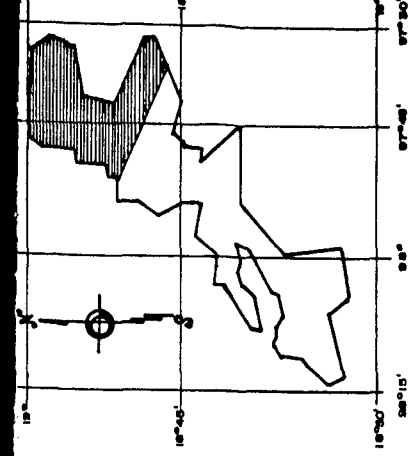
**Media:** Una mezcla favorable de arena, limo y arcilla, ni demasiado fina ni demasiado gruesa ( migajones o francos ).

**Gruesa:** Textura superficial más bien arenosa, no retiene bien la humedad y está sujeta a cambios rápidos de temperatura.

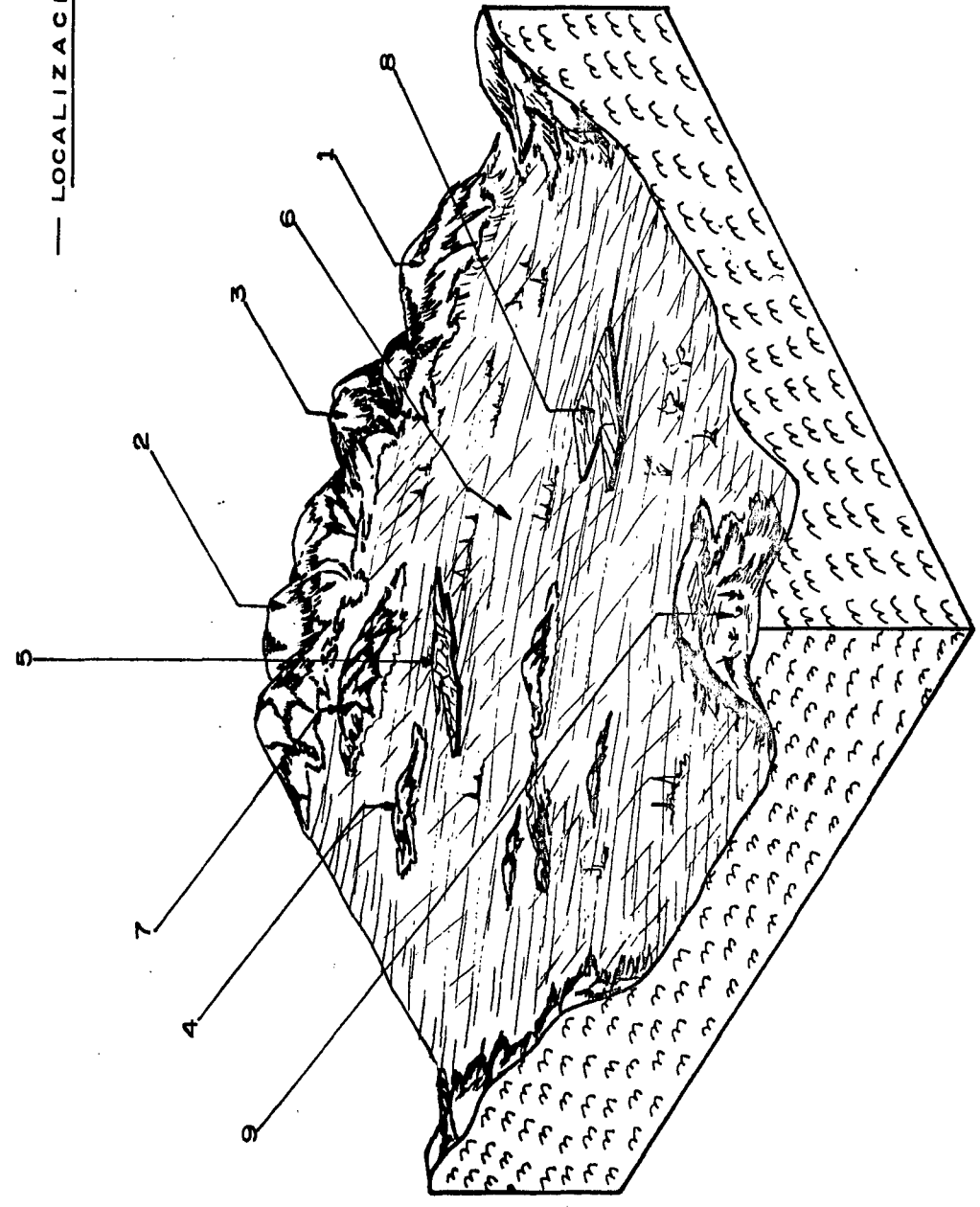
**Fina:** Una textura superficial muy arcillosa que hace al suelo muy adherente y plástico. A menudo retiene mucha humedad que impide trabajarse, y cuando seco se vuelve muy duro y terroso.

#### 2.4.1 Sistema Terrestre " Acatzingo ".

- Clima:** Precipitación pluvial de 704 mm., - con régimen de lluvias en Verano y temperatura media anual de 17.03°C.
- Geología:** Depósitos aluviales en la parte superior alternando con estratos calizos del cretácico inferior.
- Pisaje:** Planicie, con pendiente menor del 3%.
- Hidrología:** Arroyos de corrientes temporales -- que desembocan en el Río Atoyac.
- Suelos:** De textura media, profundos.
- Vegetación:** Bosque de pino - encino muy perturbado y frutales ( manzano, durazno, capulín y nopal tunero ), y bosque-perennifolio y matorral bajo.
- Uso Actual:** Ganadería extensiva, principalmente de ovinos y caprinos.
- Altitud:** De 2,100 a 2,600 metros sobre el -- nivel del mar.



— LOCALIZACION —



Bloque diagramático del sistema

terrestre Acatzingo

(TE-1)



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

CUADRO No. 7

FACETA NUMERO	F O R M A	S U E L O S	GUBIERTA VEGETAL
1	Cerros de altura media con pendiente de 15 a 30%.	Suelos someros (15 cm.) con texturas medias, -- pedregosos y erosionados, sobre roca caliza.	Vegetación xerofita muy alterada y cultivos de maíz y trigo.
2	Cerro de altura media, con pendiente de 10 - 20%.	Suelos profundos (mayor de 90 cm.), con texturas medias sobre deposiciones volcánicas de ceniza.	Bosque de pino-encino - muy alterado y cultivos anuales.
3	Meseta ligeramente convexa con pendiente de 6 - 8%.	Suelos someros (menos - 15 cm.) con texturas -- medias, pedregosos y -- erosionados, sobre roca caliza.	Matorrales muy alterados y cultivos anuales.
4	Planicie ligeramente ondulada, con pendiente de --- 0 - 3%.	Suelos profundos (mayor 90 cm.) con texturas -- medias, sobre depósitos aluviales recientes.	Bosque de liquidambar--pirul muy alterados, -- cultivo de trigo y maíz.
5	Planicie ligeramente ondulada con pendiente de ---- 0 - 3%.	Suelos profundos (mayor 90 cm.) con texturas -- medias, sobre depósitos aluviales recientes.	Cultivos de maíz, frijol y frutales ( durazno, manzano, capulín y nopal tunero).
6	Cerro con declive pronunciado, con pendiente de -- 6 - 10%.	Suelos someros (20 cm.) con texturas medias sobre rocas calizas.	Bosque de pino-encino - muy alterado.

FACETA  
NUMERO

F O R M A

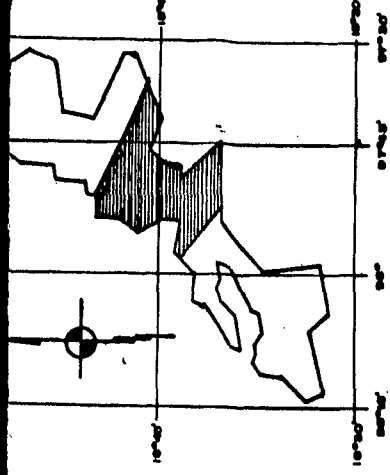
S U E L O S

CUBIERTA VEGETAL

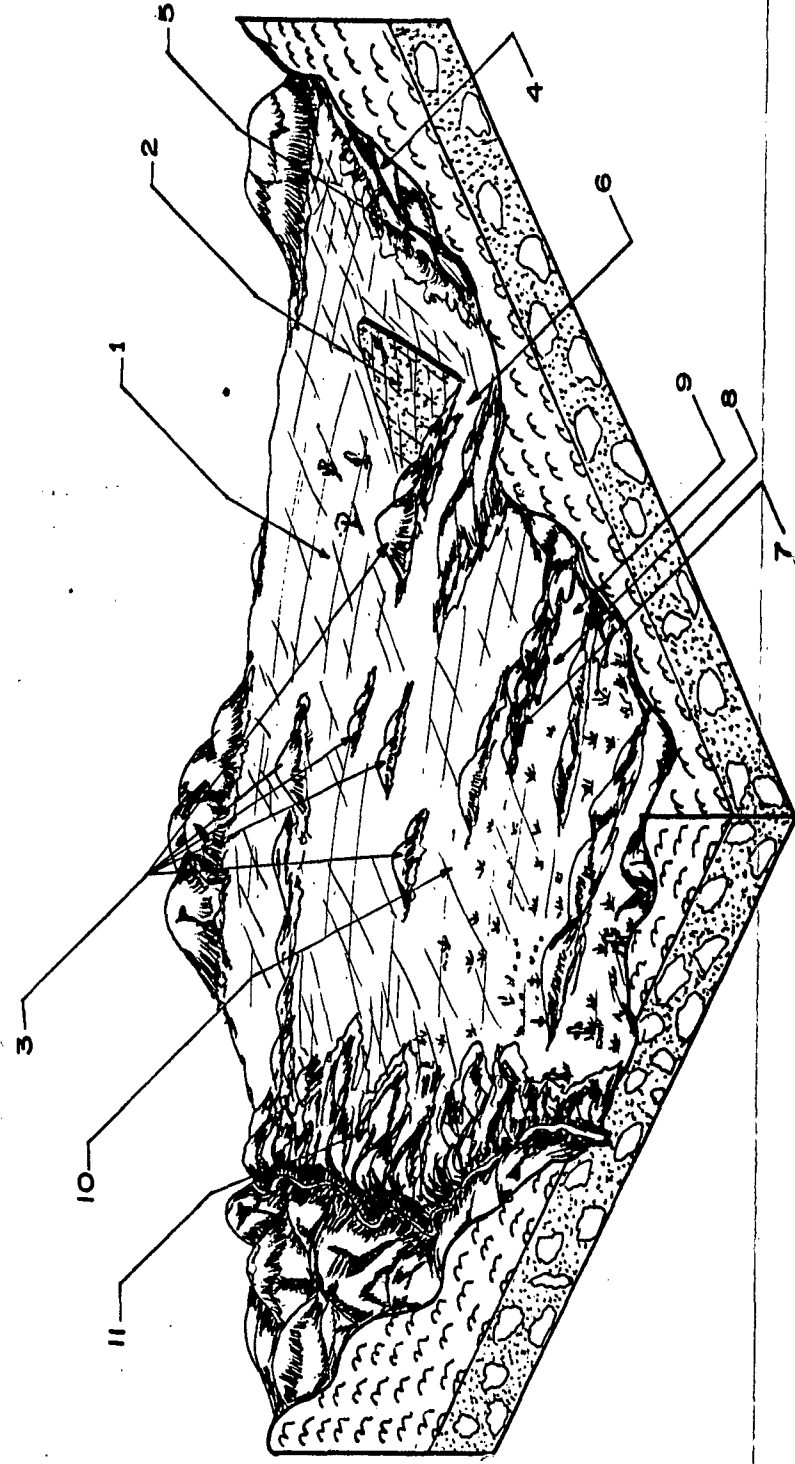
- |   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 7 | Planicie ligeramente-<br>ondulada, con pendien-<br>te de 0 - 3%.      | Suelos profundos (90 cm.)<br>con texturas medias sobre<br>depósitos aluviales re-<br>cientos.                            | Cultivos de maíz, fri-<br>jol, tomate, chile y -<br>hortalizas (zanahoria<br>col, etc. ). |
| 8 | Meseta con declive --<br>pronunciado, con pen-<br>diente de 15 a 30%. | Suelos esqueléticos ( 10-<br>cm.) con texturas medias,<br>pedregosos y erosionados,<br>sobre roca caliza.                | Vegetación Xerofita --<br>( maguey, cazahuate y<br>izote ).                               |
| 9 | Planicie ligeramente-<br>ondulada con pendien-<br>te del 3%           | Suelos esqueléticos ( 10-<br>cm.) con texturas medias,<br>pedregosos y erosionados,<br>sobre roca caliza y luti-<br>tas. | Ninguna.  |

#### 2.4.2 Sistema Terrestre " Tecamachalco ".

- Clima:** Precipitación pluvial de 502 mm., con régimen de lluvias irregulares en Verano y temperatura media anual de 18°C.
- Geología:** Depósitos aluviales en la parte superior, alternando estratos calizos del cretácico inferior.
- Paisaje:** Planicie; con pendiente topográfica menor o igual a 3 por ciento.
- Hidrología:** Arroyos con corrientes temporales y permanentes, cuyas aguas desembocan en el río Atoyac.
- Suelos:** Suelos de textura media, profundos.
- Vegetación:** Cultivos anuales.
- Uso Actual:** Agricultura de temporal y de riego, así como, ganadería de pastoreo, principalmente ovinos y caprinos.
- Altitud:** De 2,000 a 2,200 metros sobre el nivel del mar.



—LOCALIZACIÓN—



Bloque diagramático del sistema  
terrestre Tecamachalco  
(TE-2)

CUADRO No. 8

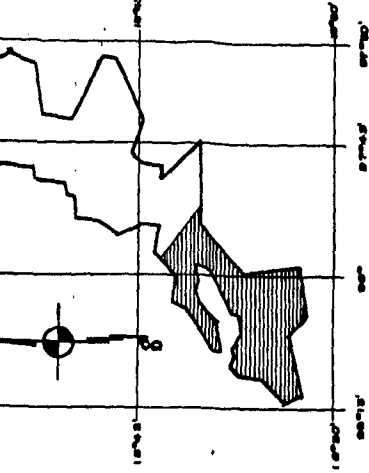
FACETA NUMERO	F O R M A	S U E L O S	CUBIERTA VEGETAL
1	Planicie ligeramente ondulada, con pendiente menor o igual 3%.	Profundos (mayor 90 cm.) cuya coloración fluctua entre café claro a obscuro con textura media.	Cultivos como alfalfa -- maiz, frijol, haba, avena tomate y hortalizas.
2	Planicie ligeramente ondulada, con pendiente menor del 3%.	Profundos de color café claro con texturas gruesas.	Cultivos anuales.
3	Colinas con declive pronunciado, con pendiente mayor o igual 20%.	Esqueléticos, con afloramientos de estratos rocosos, en más del 90% de su área.	Algunos árboles de Huizache, mezquite y matorral bajo disperso no identificado.
4	Cerro con alturas medias, con pendiente mayor o igual al 20%.	Esqueléticos, con afloramientos de estratos calizos, en más del 95% de su área.	Matorral bajo disperso no identificado.
5	Declive ligeramente pronunciado, con pendiente mayor o igual al 6%.	Someros, con afloramientos calizos, en más del 40% de su área, color café claro.	Cultivos anuales y árboles de mezquite, huizache y cacahuate.
6	Declive ligeramente pronunciado con pendiente menor o igual al 3%.	Someros y profundos, cuyo color es café claro o grisáceo.	Cultivos anuales y árboles dispersos de mezquite y huizaches.



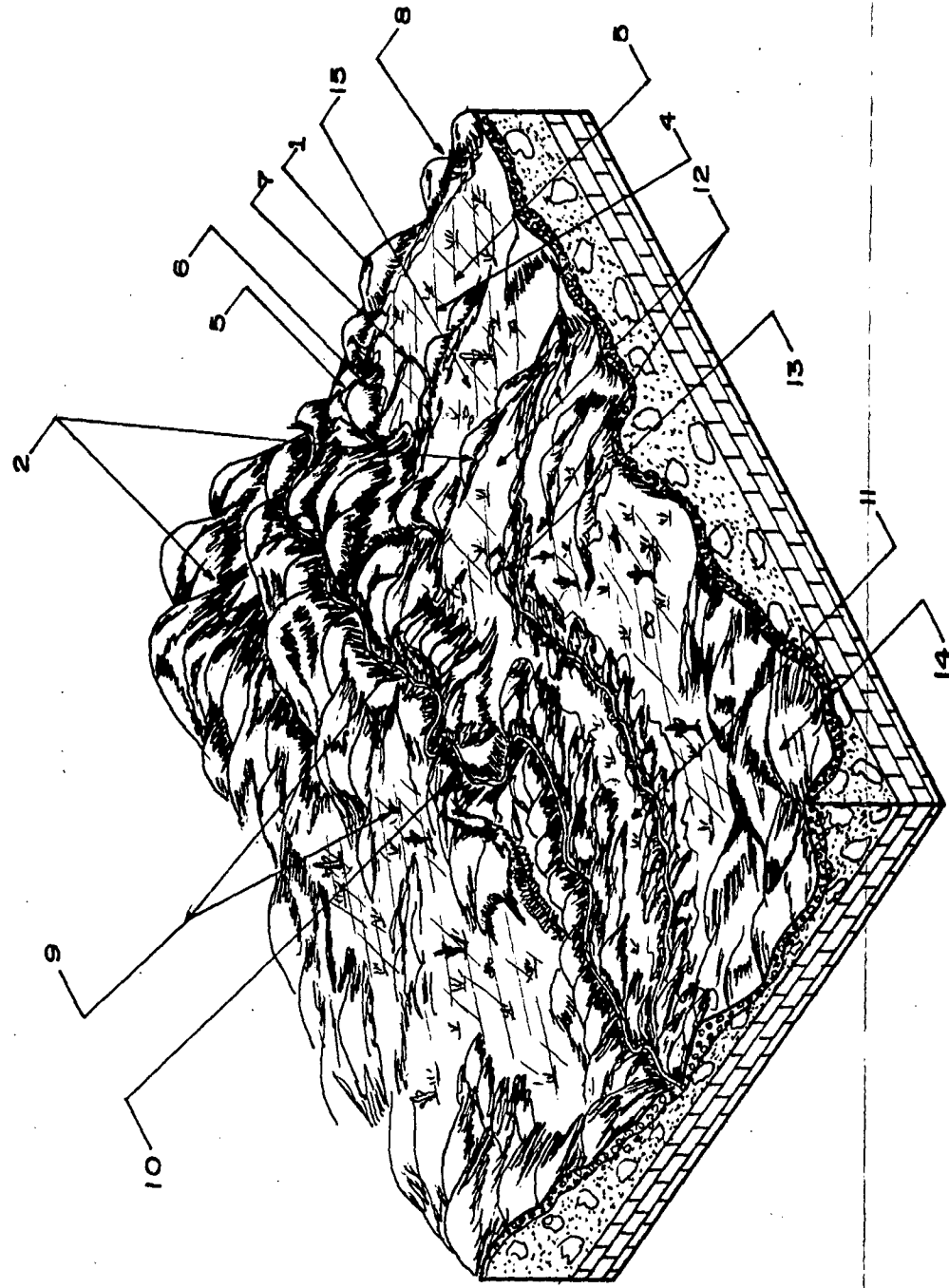
FACETA NUMERO	F O R M A	S U E L O S	CUBIERTA VEGETAL
7	Cerro con altura media, con pendiente mayor o igual al 20%.	Esqueléticos, con afloramientos de estratos calizos.	Matorral bajo disperso no identificado.
8	Declive ligeramente pronunciado, con pendiente mayor o igual al 10%.	Esqueléticos con afloramientos de estratos rocosos (tepetate).	Cultivos anuales (maíz y frijol), y matorral bajo no identificado.
9	Planicie ligeramente -- ondulada, con pendiente mayor o igual al 6%.	Someros que sobreyacen en material calcáreo.	Cultivos anuales, y árboles como, mezquite, huizache, izote y cazahuate.
10	Planicie ligeramente ondulada con pendiente mayor o igual al 6%.	Esqueléticos, con afloramientos de estratos calizos (tepetates).	Árboles de mezquite y huizaches.
11	Planicie ligeramente -- ondulada, con pendiente mayor del 6%.	Esqueléticos y someros con afloramientos de estratos calizos (tepetates).	Cultivos anuales y árboles como mezquite, huizache y maguey, así como matorral no identificado.

### 2.4.3 Sistema Terrestre " Zacapala ".

- Clima:** Precipitación pluvial de 304 mm., con lluvias irregulares y regulares en el Verano, y temperatura media anual de 22°C.
- Geología:** Depósitos aluviales y coluviales en la parte superior, alternando con estratos calizos ( tepetates ) del cretácico superior.
- Paisaje:** Valle que presenta la Cordillera del Tentzo y la Cuenca del Río Atoyac, así como, planicies y lomeríos en ambas márgenes aguas abajo del antedicho Río.
- Hidrología:** Cuenca del Río Atoyac y sus respectivos tributarios, con corrientes de agua todo el año.
- Suelos:** Esqueléticos y someros, con afloramientos rocosos ( tepetate ) y alto contenido de piedras calizas en la parte superficial.
- Vegetación:** Árboles de mezquite, izote, cazahuate guaje y matorral no identificado.
- Uso Actual:** Ganadería para explotación extensiva, principalmente de ovinos y caprinos.
- Altitud:** De 1,400 a 2,000 metros sobre el nivel del mar.



—LOCALIZACION—



Bloque diagramático del sistema

terrestre Zacapala

(TE-3)



CUADRO No. 9

FACETA NUMERO	F O R M A	S U E L O S	CUBIERTA VEGETAL
1	Lomas con declive pronun- ciado, con pendiente ma- yor del 15%.	Esqueléticos y someros con texturas limoarcie- lloarenosos, pedregos- sos, erosionados y so- bre roca caliza.	Cultivos anuales y vege- taci3n nativa como: caza- huate, mezquite, izote, organo y huizache.
2	Cordillera con declive - escarpado, y pendiente - mayor 30%.	Esqueléticos con textu- ras medias, pedregos3s y erosionados.	Arboles de mezquite, --- izote, cazahuate, organo y matorral no identifica- do.
3	Planicie ligeramente on- dulada, con pendiente -- mayor o igual al 3%.	Delgados, con texturas medias.	Cultivos anuales y 3rbo- les como mezquite y hui- zache.
4	Barranca con declive --- escarpado y pendiente -- mayor del 10%.	Esquelético, con tex- turas medias.	Matorral no identificado.
5	Talud escarpado, con pen- diente mayor del 30%.	Esqueléticos, con tex- turas media y alto --- grado de erosi3n.	Matorral no identificado.
6	Meseta ligeramente con- vexa, con pendiente me- nor del 3 al 20%.	Profundos y esquel3ti- cos, con textura media y color caf3 oscuro.	Cultivos como alfalfa y - maíz y una maza compacta de 3rboles y matorral no identificado.
7	Cauce con planicie lige- ramente ondulado.	Profundos, con textura medias.	Cultivos anuales (maíz, -- alfalfa y frijol). Adem3s 3rboles como sauces, pi- rul y mezquite.

FACETA NUMERO	F O R M A	S U E L O S	CUBIERTA VEGETAL
8	Colinas, con pendiente mayor del 30%.	Someros, con texturas medias, de color café claro.	Arboles, como mezquite, ca- zahuate, organo y izote. - Además estrato de matorral no identificado.
9	Planicie, con pendien- te mayor o igual al -- 6%.	Esqueléticos y some-- ros, con texturas li- moarcilloarenosas ( LAS ). Con afloración de tepetates en un -- 60%.	Cultivos anuales con algunos agaves y guajes en las ori- llas.
10	Barranca, con talud -- muy escabroso cuya pen- diente es menor o igual al 10%.	Someros y profundos - con texturas medias, - con alforamiento de - tepetate en un 80%.	Cultivos como: maíz, tomate, frijol y además matorral no identificado.
11	Cause, con declive muy escabroso, cuya pendien- te es mayor o igual -- 10%.	Someros y Esqueléticos que sobreyacen en --- estratos calizos.	Matorral no identificado.
12	Planicie con pendiente menor o igual al 6%.	Someros con testuras medias, color negro, además, un alto grado de pedregosidad super- ficial.	Cultivos anuales y matorral no identificado.
13	Declive ligeramente -- pronunciado, con pen-- diente menor del 6%.	Someros y esqueléticos color café obscuro y afloración de tepeta-- ta.	Matorral no identificado.
14	Serie de lomas con pen- diente que oscilan en- tre 10 y 20%.	Esqueléticos y someros con pedregosidad super- ficial.	Matorral no Identificado.

FACETA  
NUMERO

F O R M A

S U E L O S

CUBIERTA VEGETAL

FACETA NUMERO	F O R M A	S U E L O S	CUBIERTA VEGETAL
15	Declive pronunciado - con pendiente mayor o igual al 8%.	Esqueléticos, con aflora ción de tepetate.	Matorral no identificado.

### 3.- Usos del Levantamiento Fisiográfico en la Zona de -- Estudio.

La información que presenta el Levantamiento Fisiográfico, pueden darsele usos muy variados. De esta manera, se contribuye indudablemente a jerarquizar problemas y las posibilidades que tienen las diferentes áreas y así establecer -- prioridades para su uso, o para la solución de sus problemas.

De acuerdo a los objetivos del trabajo, el Levantamiento Fisiográfico es una herramienta que se adapta a diferentes condiciones de estudio, y aún más, brinda la posibilidad de enriquecerlo constantemente con información adicional una vez realizado en una zona específica. En base a lo anterior el Levantamiento Fisiográfico puede ser usado como un -- marco de referencia geográfica, o como archivo de información en diferentes aspectos agrícolas en forma útil y económica, -- ( Ortiz y Cuanalo, 1978 ), ya que los parámetros agronómicos están ampliamente relacionados con la fisiografía, el manejo previo del terreno, la morfología del suelo, la fertilidad -- nativa del mismo, la precipitación pluvial y de alguna manera el aspecto social.

#### 3.1 El Levantamiento Fisiográfico en las Recomendaciones de Productividad de Suelos.

Actualmente se usa el Levantamiento Fisiográfico en la regionalización del ambiente con la finalidad de generar recomendaciones de producción de cultivos a partir de los ensayos de productividad, buscando las relaciones entre las -- unidades fisiográficas y las variables de sitio ( del ambiente en general ), con la producción de cultivos. En base a -- esto, se logra una zonificación de manera integral en áreas -- en las que la interacción de los elementos del medio ambiente físico con el biótico se manifiestan de manera tal, que den -- como resultado fórmulas de producción específica para un cultivo dado en cada área, tomando como referencia la informa---

## ción del Levantamiento Fisiográfico.

Ejemplificado éste uso del Levantamiento Fisiográfico como archivo de información, a continuación se ilustran en un cuadro los resultados obtenidos por experimentos de productividad en el área del Plan Tecamachalco, durante el período 1979 a 1981. Para el cultivo del maíz en respuesta a la fertilización nitrogenada, fosfórica y a la densidad de población en la parte Norte del Plan ( Sistema Terrestre-Acatzingo ). Cuadro número 7.

Del cuadro anterior se deducen en forma simple y rápida las facetas, uso actual y posición fisiográfica en relación a los sitios en donde se ha realizado investigación agrícola, así como las recomendaciones generadas. El ejemplo constituye una manera de ordenar, e ilustrar la información proporcionada por el Levantamiento Fisiográfico para un solo sistema terrestre, con una finalidad común; por otra parte, se trata de proporcionar una idea de como se procedería al hacer el arreglo de la información para los tres sistemas terrestres identificados en la zona estudiada.

### 4.- Valoración de los enfoques metodológicos.

Con las dosis óptimas económicas del cuadro número 11, se procedió a comparar las fórmulas de recomendación tanto para nitrógeno, fósforo y densidad de población; con cada uno de los enfoque metodológicos considerados en el presente trabajo, los cuales se presentan a continuación.

#### 4.1 Agrupación Indiscriminada.

Este es uno de los enfoques más sencillos, ya que solamente se promediaron las dosis óptimas de los trece experimentos de campo, con lo cual se obtuvo una dosis óptima económica que fue la recomendación general para la zona de estudio.



FACETAS - LOCALIZACION FISIOGRAFICA - USO ACTUAL - INVESTIGACION  
Y RECOMENDACIONES GENERADAS PARA MAIZ EN EL SISTEMA TERRESTRE --  
ACATZINGO ( TE-1 ), CON UNA SUPERFICIE 40,060 HA.

MAPA No. 10

FACETA NUMERO	LOCALIZACION FISIOGRAFICA	USO ACTUAL	INVESTIGACION REALIZADA			DOSIS OPTIMA ECONOMICA Y DENSIDAD DE POBLACION RECOMENDADA
			AGRICOLA	FORESTAL	GANADERA	
1	Cerros de altura media con pendiente de 15 a 30%.	Pastoreo	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
2	Cerros de altura media con pendiente de 10 a 20%.	Forestal y Agrícola	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
3	Meseta ligeramente con vena con pendiente de 6 a 8%.	Agrícola	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
4	Planicie ligeramente ondulada con pendiente de 0 a 3%.	Agrícola	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
5	Planicie ligeramente ondulada con pendiente de 0 a 3%.	Agrícola	Nueve trabajos experimentales, sobre el cultivo del maíz, en el periodo (1979-1981) para respuesta a fertilización nitrogenada fosfórica y a la densidad de población, con semilla criolla.	Ninguna	Ninguna	100-60-00 con 65 mil plantas/ha. para maíz criollo.
6	Cerro con declive pronunciado, con pendiente de 6 a 10%.	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
7	Planicie ligeramente ondulada, con pendiente de 0 a 3%.	Agrícola	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna

FACETA NUMERO	LOCALIZACION FISIOGRAFICA	USO ACTUAL	DOSIS OPTIMA -- ECONOMICA Y DEN- SIDAD DE POBLA- CION RECOMENDADA			
			AGRICOLA	FORESTAL	GANADERA	
8	Meseta con declive pronunciado, con pendiente de 15 a 20%.	Pastoreo	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
9	Planicie ligeramente ondulada con pendiente del 3%.	Pastoreo	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna

La recomendación general fué de 65 Kgs/ha., de nitrógeno, 45 Kgs/ha., de fósforo y 50 mil plantas/ha., con una desviación estandar de la discrepancia ( DED ), de --- 17.5 Kgs/ha., de nitrógeno dato que da una idea de lo impreciso con que se está recomendando este producto; en lo que respecta a fósforo, este valor fué de 9.13 Kgs/ha., y para densidad de población de 15.5 miles de plantas por hectárea Excepto para la densidad de población, estos valores fueron los mayores de los tres métodos evaluados, ( observar cuadro número 11 ).

#### 4.2 Agrupación de Agrosistemas para Criterio Agronómico.

En lo que se refiere a la agrupación por procedimiento agronómico, en el cuadro número once, se nota que solo en el caso de la densidad de población, la desviación estandar de la discrepancia fué de 13.4 miles de plantas por hectárea valor mayor de los tres métodos probados.

#### 4.3 Agrupación Mediante el Levantamiento Fisiográfico.

En el proceso de generación de recomendaciones el levantamiento fisiográfico y más particularmente el mapa de sistemas terrestres, se usa como criterio de estratificación o de agrupación de experimentos. Es decir, los experimentos son ubicados dentro del sistema terrestre a que pertenecen, y se promedian sus datos para obtener la recomendación por sistema.

En el cuadro número once, al analizar este procedimiento se observa que la desviación estandar de la discrepancia ( DED ), para los casos del fertilizante nitrogenado y fosfórico, son iguales tanto para el enfoque por --- criterio agronómico, como para el procedimiento de sistemas terrestres; de la misma manera para la densidad de pobla---

ción, la DED., es de 15.5 miles de plantas/ha., dato homólogo al arrojado por el procedimiento por agrupación indiscriminada.

DISCREPANCIAS ENTRE LOS PARAMETROS AGRONOMICOS  
OBSERVADOS Y CALCULADOS A PARTIR DE LOS TRES -  
METODOS DE DIAGNOSTICO UTILIZADOS PARA ESTRATI  
FICAR.

CUADRO No. 11

NUMERO DEL METODO	METODO DE DIAGNOSTICO	NITROGENO		FOSFORO		D. POBLACION	
		DM*	DED**	DM.	DED.	DM.	DED.
		Kgs/ha.		Kgs/ha.		Kgs/ha.	
1	Agrupación Indiscriminada	-16.25	17.5	-2.5	9.13	-11.25	15.5
2	Agrupación por Criterio - Agronómico.	-3.75	7.5	0	4.09	-3.75	18.4
3	Agrupación Mediante el -- Levantamiento Fisiográfico	-3.75	7.5	0	4.09	-3.75	15.5

\* Significa desviación media .

\*\* Significa desviación estandar de la discrepancia.

## VI.- RESUMEN.

Este trabajo fué realizado, en los Valles Altos del Estado de Puebla. Esta región se encuentra en la parte Norte y -- centro del área de influencia del Distrito Agropecuario de -- Temporal Número cinco. Orográficamente este Distrito se localiza entre los paralelos  $18^{\circ} - 15'$  y  $19^{\circ} - 00'$  de latitud-Norte y los meridianos  $97^{\circ} - 30'$  y  $98^{\circ} - 15'$  de longitud - Oeste del meridiano de Greenwich.

Se dispuso de la información generada por trece experi-- mentos sobre dosis de nitrógeno, fósforo y densidad de pobla-- ción. Estos ensayos se llevaron a cabo durante los años 1979, 1980 y 1981.

El objetivo planteado fué hacer el Levantamiento Fisio-- gráfico y compararlo con dos procedimientos metodológicos, -- para la generación de fórmulas de recomendación, en la produc-- ción del cultivo de maíz. Esto es con la finalidad de identi-- ficar el enfoque con que se logre el mayor grado de preci-- sión.

Las hipótesis planteadas para lograr este objetivo, fue-- ron las siguientes:

- 1.- Entre los tres enfoques metodológicos en estudio, se encuentra alguno con mayor precisión que los demás.
- 2.- El enfoque metodológico para la generación de tecnología agrícola de producción de cosechas con la me-- nor precisión, es la recomendación general.
- 3.- Los agrosistemas de la región de influencia del Plan Tecamachalco presentan mayor variación, comparati-- vamente con los sistemas terrestres del Levantamien-- to Fisiográfico.

De los trece ensayos de campo, fueron seleccionados ---

cuatro de ellos para hacer la evaluación, el resto ( nueve - ensayos ) fueron utilizados para desarrollar cada uno de los enfoques metodológicos.

Los enfoques metodológicos que se consideraron en este trabajo fueron los siguientes:

1.- Agrupación Indiscriminada.

Este método de generar recomendaciones, consiste en calcular un valor promedio de las dosis óptimas económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de población de los trece ensayos de campo. La recomendación obtenida fue 65 Kgs/ha., de nitrógeno; 45 Kgs/ha., de fósforo y 50 mil plantas/ha., de densidad de población.

2.- Agrupación de Agrosistemas con Criterio Agronomico.

De acuerdo a este procedimiento fueron definidos cuatro agrosistemas en el área de influencia del Plan Tecamachalco. Los agrosistemas definidos son los siguientes:

1) Suelos profundos, con texturas medias y precipitación pluvial media anual de 704 mm.

2) Suelos profundos, con texturas medias y precipitación pluvial media anual de 585 mm.

3) Suelos profundos y someros con texturas medias y precipitación pluvial media anual de 434 mm.

3.- Agrupación de Agrosistemas por Medio del Levantamiento Fisiográfico.

Para llevar a cabo este enfoque metodológico, se dispuso de la información obtenida del estudio fisiográfico, el cual arrojó tres sistemas terrestres

De los tres sistemas terrestres delimitados por el-

levantamiento fisiográfico, fueron considerados solamente dos de ellos, el requisito que cumplieron estos sistemas terrestres para ser seleccionados, fué de -- que deberian de contener por lo menos un experimento de los cuatro dejados para la evaluación, además de -- uno o más experimentos de los nueve restantes.

En los sistemas terrestres seleccionados, se procedio a promediar las dosis óptimas de los experimentos localizados en ellos. El valor promedio obtenido de --- esta forma, se considero como la recomendación para -- el sistema terrestre en cuestión.

- 4.- Suelos Esqueléticos y Someros con Afloramiento de --- Tepetate, cuya precipitación pluvial media anual es -- de 304 mm.

En este enfoque se calcularon las dosis óptimas económicas para cada uno de estos agrosistemas. Para el -- agrosistema I, la recomendación fué de 90 Kgs/ha., de nitrógeno, 55 Kgs/ha., de fósforo y 65 mil plantas -- por hectárea.

La recomendación para el agrosistema II, fué de 65 -- Kgs/ha., de nitrógeno, 40 Kgs/ha., de fósforo y 50 mil plantas por hectárea. de la misma manera para el agrosistema número III, la recomendación fué de 30 y 25 Kgs/ha., de nitrógeno y fósforo, con una densidad de población de 35 mil plantas por hectárea.

Así mismo la recomendación para el agrosistema número IV, fué de 30 y 30 Kgs/ha., de nitrógeno y fósforo -- respectivamente, con 25 mil plantas por hectárea.



## VII.- CONCLUSIONES.

Como se puede apreciar en este trabajo, el Levantamiento Fisiográfico sirve como un marco de referencia geográfica para coleccionar, archivar y ubicar estratégicamente los sitios experimentales, dentro de las unidades fisiográficas, en los programas de producción agrícola en áreas de temporal, así como las áreas donde se debe de implementar las recomendaciones de producción agrícola. También se puede utilizar el levantamiento fisiográfico y más particularmente el mapa de sistemas terrestres, para estratificar el medio ecológico y agrupar los experimentos que pertenecen a cada sistema terrestre y de esta manera, obtener la recomendación de una forma específica para cada una de las unidades fisiográficas.

De acuerdo a las hipótesis planteadas en este trabajo se pueden dar las siguientes conclusiones:

- 1.- Con respecto a la primera hipótesis, en donde se plantea que existen diferencias detectables en cuanto a niveles de precisión en el diseño de tecnología de producción para maíz de temporal, entre los enfoques metodológicos que se probaron. Esta hipótesis no se rechaza, ya que fue posible detectar los enfoques con los cuales se logra la mayor y menor precisión.
- 2.- En lo referente a la segunda hipótesis la cual dice El menor nivel de precisión se logra con el método de agrupación indiscriminada, en cambio con el método de sistemas terrestres se alcanza la mayor precisión. La conclusión es que esta hipótesis no se rechaza, ya que efectivamente con el enfoque de agrupación indiscriminada se consiguió el menor grado de precisión. Y el método de sistemas terrestres resulto ser el de mayor precisión para fertilizante nitrogenado y fosfórico. Ya que para la densidad de

población, los métodos de agrupación indiscriminada y agrupación con ayuda del levantamiento fisiográfico, resultaron ser los de mayor precisión.

Además se puede concluir; que los tres enfoques metodológicos probados, se pueden ordenar de mayor a menor grado de precisión, quedando de la siguiente manera: en primer lugar el método de sistemas terrestres; le sigue en orden descendiente, la agrupación con criterio agronómico, y por último el enfoque de agrupación indiscriminada.

- 3.- En relación a la tercera hipótesis, en la cual se plantea que la variación en productividad de los agrosistemas en el área de influencia del Plan Tacamachalco, es mayor que la que presentan los sistemas terrestres. Esta hipótesis no se rechaza, debido a que los sistemas terrestres presentan menor variabilidad ecológica comparativamente con los sistemas de producción. En este enfoque metodológico se da una recomendación general para un área determinada en donde existen variaciones fuertes tanto de clima, suelo, así como de manejo de los cultivos.

Por otra parte el enfoque de sistemas terrestres estratifica los factores de la producción (modificables e inmodificables), para una área determinada, con el objeto de dar al agricultor una recomendación específica para cada condición.

### VIII.- RECOMENDACIONES.

Finalmente, quiero hacer notar las siguientes recomendaciones:

El objetivo de este trabajo es eminentemente de utilidad práctica. Ya que el Levantamiento Fisiográfico da un apoyo eficiente y exacto para realizar muchos propósitos específicos. Entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- a) La planeación de la investigación agrícola y la aplicación o difusión de la tecnología generada.
- b) La determinación de la distribución potencial y la adaptabilidad de especies agrícolas, acordes a las condiciones ecológicas prevalecientes en el área de estudio.
- c) también quiero recalcar que con el levantamiento fisiográfico no se van a resolver todos los problemas del campo, este es un trabajo de investigación que por si solo no ayuda en mucho su utilidad se basa, cuando el usuario lo emplea como un archivo de información dinámica o como un marco de referencia geográfico para la obtención de datos con propósitos específicos.
- d) Es muy importante que los resultados del Levantamiento fisiográfico, se divulgen a los técnicos agrícolas, ya que, al observar los diagramas, la localización de los sistemas terrestres y facetas, se les presenta un marco de referencia uniforme, coadyuvando esto a jerarquizar y organizar los trabajos que requieren mayores esfuerzos.
- e) De acuerdo a los resultados obtenidos en los enfoques metodológicos, se arguye que se esta sobrees-

timando la densidad de población. Hasta quince mil plantas por hectárea. Debido a esto se recomienda para el sistema terrestre Acatzingo (TE-1) la fórmula 100 - 60 - 50; para el sistema terrestre --- Tecamachalco (TE-2) la 60-40-30 y para sistema -- terrestre Zacapala (TE-3), cultivos para condiciones desérticas y semidesérticas.

## IX.- BIBLIOGRAFIA.

- Aguirre, P.F.C. ( 1977 ). Evaluación del Levantamiento Fisiográficos de los Valles Centrales de Oaxaca, en un programa de productividad de cultivos. Tesis W.-C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Beckett, H. P. H. T. R. Webster ( 1965 ). A classification system foterrain. Mexe. Report No. 872 Christchurch, Hamshire, England.
- Cerda R. N. ( 1976 ). El Levantamiento Fisiográfico del área de influencia del Plan Zacapoaxtla. Comparación de tres métodos para la delimitación de sistemas terrestres y organización de la información con diferentes propósitos. E.N.A. Chapingo, México.
- Diakite, L. 1978. Evaluación del área de influencia del Plan Chiautla, Estado de Puebla. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Flores Díaz A. 1974. Los suelos de la República Mexicana Instituto Nacional de Antropología e Historia (S.E. P.) México 7 D.F.
- Fuentes A.L. 1972. Regiones naturales del Estado de Puebla. Instituto de geografía Universidad Nacional Autónoma de México.
- León, A.R. ( 1972 ). El Levantamiento Fisiográfico como una alternativa para hacer recomendaciones regionales del uso de la tierra, Tesis Profesional, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- López, L.F. 1980. Generación de tecnología agrícola para maíz de temporal en la región Sur de Nayarit. Evaluación de cinco métodos de estratificación del ambiente, por varios criterios Tesis de M.C. Cole-

gio de Postgraduados, Chapingo, México.

Méndez, L.A. 1981. Evaluación de tierras para la producción de maíz y algodón en la porción centro de la Costa Chica de Oaxaca. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Miranda F. y Hernández, X.E. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. Serie de sobretiros número 1. E.N.A. Chapingo, México.

Meritano, A.J. ( 1975 ). Sensores remotos y fotointerpretación aplicada a geología y geomorfología. Escuela Nacional de Agricultura Chapingo, México.

Ortiz, S.C. y Cuanalo, de la C. H. ( 1978 ). Metodología del Levantamiento Fisiográfico. Un sistema de clasificación de tierras. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Ortiz, S.C. y Cuanalo de la C. H. ( 1977 ). Levantamiento fisiográfico del área de influencia de Chapingo ( para la cartografía de tierras erosionadas). Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Peña, O., Turrent F.A. y Cuanalo, de la C. H. ( 1975 ). Evaluación de un Levantamiento Fisiográfico cuando se utiliza como base para desarrollar recomendaciones sobre prácticas de producción de cultivos. Agrociencia número 19. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.

Peña, O.B. ( 1973 ). Evaluación del Levantamiento Fisiográfico de la región Sur - Oriental del Valle de México cuando se usa como base para desarrollar recomendaciones de productividad. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

- Ponce, H.R. ( 1978 ). Metodología para la definición de agrohabitats y generación de recomendaciones de producción en base a tecnología agrícola tradicional. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo México.
- Stewart, G.A. ( 1968 ). Supplement to soil classification system ( 7 th approximation ). U.S.D.A. Soil conservation service. Washiegten, D. C.
- S. R. Henry, 1969. Fotogeología aplicada. Editorial Universitaria de Buenos Aires, ( EUDEBA ).
- T.B. Servio, 1976. Introducción a la fotointerpretación en estudios del terreno y aplicaciones e investigaciones hidrológicas. CIAF. Volumen 3 número 1.
- Turrent F.A, 1979, uso de la matriz mixta para la optimización de cinco a ocho factores controlables de la producción. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Tornero C.M.A. 1983. Curso de investigación agrícola aplicado para egresados del C.S.A.E.G. Colegio de Postgraduados centro de enseñanza, investigación y capacitación para el desarrollo agrícola regional.
- Tamayo, J.L. Geografía general de la República Mexicana. ( Tomo 1, segunda edición 1962).
- Zuleta Leños, A.L. ( 1975 ). Evaluación del Levantamiento Pisiográfico como recurso en el diseño de fórmulas de producción para maíz de temporal en la zona Oriental del Estado de México.

## X.- APENDICES.

### 1.- Criterios de fotointerpretación, y fotocaracterísticas de las rocas sedimentarias.

#### 1.1 Fotointerpretación.

La interpretación se define como la acción y el efecto de interpretar, esto es, encontrar y explicar el significado de una cosa, o atribuir significado a una cosa.

La fotointerpretación o interpretación fotográfica se ha denominado de diferentes maneras. Para algunos es una ciencia, para otros un arte o una técnica. Benavides, 1976.

Goosen, 1968. Citado por Benavides, 1976. Define la fotointerpretación como el estudio de la imagen de los objetos fotografiados y la deducción de su significado.

Para Miller, 1961. Citado por el mismo investigador, dice que la interpretación fotogeológica consiste en el análisis y entendimiento de la geología de un área, con base en la información derivada de las fotografías aéreas.

Según el glosario de geología, señala Benavides, 1976. Que la fotointerpretación es la ciencia de identificar objetos en la imagen fotográfica y deducir el significado topográfico o la estructura geológica de las formas terrestres.

#### 1.2 Fases de Fotointerpretación.

Según Bennema y Gelens, 1969 citados por Benavides, 1976.

a) Detección, reconocimiento e identificación.

b) Análisis.

c) Clasificación.



Detección, reconocimiento e identificación. Constituye la fase inicial de la fotointerpretación y suele llamarse fotolectura por algunos autores. Se relacionan con la observación directa de objetos y rasgos visibles en las fotografías. Detección: es el mero descubrimiento de que algo " Esta allí ". Reconocimiento: por la forma, el tamaño y otras propiedades visibles, el interprete puede " ver " algo que le es familiar. Identificación: ocurre cuando el interprete es capaz de identificar el objeto o el rasgo como algo conocido por su nombre o término específico.

Los objetos culturales ( carreteras, casas y vías de ferrocarril ), pueden identificarse fácilmente. Pero es difícil identificar ciertos objetos sin tener un nivel de referencia especializado.

1.- Relieve: incluye los atributos de altitud, pendientes, quiebres de las pendientes. El análisis de este elemento puede producir una clasificación preliminar de las formas del terreno.

2.- Patrón de drenaje: incluye deliniación de los patrones de drenaje y el estudio de densidad y otros atributos. El patrón de drenaje sirve de estudio e identificación posteriores de litología, estructura geológica.

3.- Vegetación: incluye el análisis de tipos de vegetación y su relación con unidades geológicas y geomorfológicas. La presencia o ausencia de vegetación indicadora de una clase particular de materiales, de una clase de clima o de una condición particular. La vegetación refleja las condiciones del terreno. El patrón de vegetación refleja las condiciones de permeabilidad o drenaje de rocas y suelos o de fertilidad.

4.- Litología y estructura: las diferencias estructurales y litológicas pueden distinguirse por los buzamientos y rumbos de las capas, líneas de falla, procesos de volcanismo, erosión y deposición.

Las diferentes tonales de gris, de rugosidad drenaje, vegetación, sirve para distinguir los rasgos geológicos.

5.- Formas del terreno y proceso geomorfológicos: en esta fase se hace una síntesis y deducción de los resultados obtenidos en las cuatro fases precedentes. Puede considerarse como una reinterpretación de lo hecho, con el objeto de lograr la delimitación fotogeomorfológica completa. Los profesionales con experiencia y conocimientos pueden realizar la fase quinta de síntesis simultáneamente con las otras.

Mekel, 1970. Citado por Benavides, 1969. Señala que existen tres clases de factores para la fotointerpretación. Estos factores son:

- 1) Elementos " Pictóricos-Morfológicos" o características fotográficas, tono y textura y patrón producido por rocas, vegetación, cultivos y otros tipos de influencia humana.
- 2) Expresión morfológica: Patrón y densidad de drenaje y propiedades de la roca; actitud, estratificación, diaclasamiento y contactos.
- 3) Expresión de la cubierta: material superficial, vegetación, uso de la tierra.

Cuanalo y Ortiz, 1978. Indican que existen

tres métodos principales de fotointerpretación que se emplea en la clasificación de tierras, las cuales son:

- 1) Identificación Directa.
- 2) Interpretación asociativa.
- 3) Interpretación deductiva.

1) Identificación; en la identificación directa los objetos pueden observarse con suficiente detalle para permitir su reconocimiento. Los ejemplos más típicos son las carreteras, vías de ferrocarril, presas y cursos del drenaje natural.

2) Interpretación asociativa; la interpretación asociativa consiste en que el establecimiento de correlaciones, a partir del trabajo de campo o información colectada, entre las características visibles sobre la fotografía aérea y las características del terreno que nos interesa para su estudio.

3) Interpretación deductiva; muchas veces, a partir de características que son identificadas sobre las fotografías aéreas, se hacen deducciones acerca de la naturaleza de otras características que no pueden ser interpretadas directamente. Tal es el caso de la fotogeología, en donde a partir de la forma del paisaje y sus patrones de drenaje se interpreta la estructura geológica y la litológica.

## APENDICE NUMERO 2

### 2.1 Fotocaracterísticas de las principales rocas sedimentarias.

Por la estratificación, tonalidad y erosión diferencial, las rocas sedimentarias son relativamente más fáciles de identificar sobre fotografías aéreas que las rocas ígneas y metamórficas.

La estratificación es muchas veces reconocible en la parte obsecuente de Valles por las bandas paralelas, de vegetación que reflejan diferente composición de los estratos. Normalmente, sedimentitas de grano fino son de tono más oscuro que las de grano grueso. El drenaje es externo o superficial en sedimentitas relativamente impermeables, como lutitas; interno o subterráneo en material grueso, poco o no consolidados y en rocas calcáreas, particularmente en clima cálido y húmedo.

Las siguientes foto-características de los principales grupos sedimentarios se refieren, profundamente a rocas de composición homogénea, es preciso recordar sin embargo, que las sedimentitas son raramente de composición uniforme - Smith, 1943, citado por Henry, 1969.

Conglomerados: Suelen tener un drenaje espaciado, con cárcavas cortas, rectas, y con perfil en V; el tono es gris claro y la textura de erosión gruesa. Materiales conglomerádicos, constituyendo aluviones, conos, médanos, albardones, estos son fácilmente reconocibles por su relación estructural con otras formaciones y sus rasgos geomorfológicos. En general la red de drenaje es espaciada en materiales bien drenados mientras, que en materiales de poca permeabilidad están caracterizados por una red densa y una textura moteada.

Areniscas: Aunque la composición, color, estructura y granos de areniscas son muy variables y cambian de un área a otra, puede generalizarse y decir que en las areniscas de grano grueso, el drenaje es espaciado, a menudo angular por las diaclasas, con cárcavas cortas y con sección en V; la textura del drenaje se vuelve más densa y hay relativamente más vegetación en los paquetes de lutitas intercaladas. Areniscas --- cuarzo-foldespáticas son de tono gris claro, mientras que las arcosas presentan formas redondeadas, parecidas a la morfología de áreas granéticas. Areniscas rojas o con contenido bituminoso también aparecen con tono gris oscuro o negro y pueden a veces confundirse con filones, capas o colados, en caso de no encontrar rasgos volcánicos en estas últimas.

El factor clima es importante: Así, las areniscas en regiones áridas soportan poca vegetación en comparación con lutitas, mientras que en ambientes húmedos, las areniscas están caracterizadas por soportar una densa cubierta vegetal.

Lutitas, limolitas y arcilitas: Son generalmente las más comunes de las rocas sedimentarias y aparecen en la fotografía con un tono más oscuro debido al contenido de humedad y frecuente cubierta vegetal; también se caracterizan por una textura de erosión mucho más fina que la de las areniscas. Por lo común, el drenaje es externo y denso; las cárcavas son largas, con perfil en forma de U en el fondo y paredes inclinadas. En clima húmedo las paredes de las cárcavas son más suaves que en ambiente árido.

La morfología de lutitas, limolitas y arcilitas depende mayormente del ambiente climático. En regiones de clima --- húmedo, la morfología es más suave que en ambientes áridos, --- donde una morfología de mal país es característica. Por otra parte, capas horizontales con areniscas intercaladas forman cañones.

En terrenos de lutitas, limolitas y arcilitas hay ---

generalmente pocas evidencias claras de diaclasas o dislocaciones; sin embargo, en terrenos de areniscas y lutitas interstratificadas, la presencia de fallas y diaclasas puede determinarse con mayor facilidad.

Rocas calcáreas: Entre las rocas sedimentarias, las calizas, dolomitas, margas y otras rocas con contenido calcáreo, son las que se prestan menos a la identificación; el método a seguir aquí es, en muchos casos, por eliminación de otros grupos sedimentarios.

El tono gris claro, la textura lisa de aspecto aterciopelado, rasgos de solución y un drenaje de tipo interno, son las características más prominentes de rocas calcáreas, Gravenor, 1960. Citado por Henry, 1969.

A veces aparece una textura moteada debida a manchas grises oscuras que reflejan concentración de materiales arcillosos residuales. Sin embargo, el aspecto morfológico, el tono textura y drenaje depende mucho del ambiente climático. Así en regiones de considerable precipitación, las calizas soportan comparativamente menos vegetación. En ambiente árido forman a menudo paredes verticales y llanos chatos. En regiones tropicales, las rocas calcáreas, desarrollan en la mayoría de los casos una morfología de " Karst " muy abrupta, parecida a un paisaje de esponjas con densa cubierta de vegetación, Vandat, 1962. Citado por Henry, 1969.

Los rasgos de solución, a lo largo de las cárcavas o como cuencas pequeñas y poco profundas, distribuidas en superficies extensas, son fácilmente identificables y representan uno de los criterios más valiosos para diferenciar rocas calcáreas de rocas arenosas o arcillosas.

No es fácil identificar rocas calcáreas de composición intermedia, como las margas, por ejemplo; en ese caso, el drenaje es más parecido al de rocas arcillosas. En terre-

nos de dolomitas asociadas con calizas, las primeras estan --  
caracterizadas por una morfología en poco más dentada y abrupta,  
pero no hay criterios para distinguirlos enquivocamente de las  
últimas en las fotografías aéreas.