



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

**EL USO DEL SUELO AGRICOLA EN EL MUNICIPIO DE
ZACATELCO, ESTADO DE TLAXCALA.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN GEOGRAFIA
P R E S E N T A
GILDARDO TAPIA VAZQUEZ

MEXICO, D. F.

1984



**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE.

| | |
|-------------------|---|
| INTRODUCCION | 1 |
| METODO DE TRABAJO | 3 |

CAPITULO 1

DATOS GEOGRAFICOS DEL UNIVERSO DE TRABAJO.

| | |
|--------------------------------|----|
| 1.1.- Localización y Límites. | 5 |
| 1.2.- Topografía. | 7 |
| 1.3.- Geología. | 9 |
| 1.3.1.- Terciario. | 9 |
| 1.3.2.- Cuaternario. | 12 |
| 1.3.3.- Descripción Geológica. | 13 |
| 1.4.- Suelos. | 17 |
| 1.5.- Hidrología. | 26 |
| 1.6.- Climatología. | 29 |
| 1.6.1.- Régimen Térmico. | 30 |
| 1.6.2.- Precipitación. | 35 |
| 1.6.3.- Evaporación. | 38 |
| 1.6.4.- Índice de Aridez. | 45 |
| 1.6.5.- Definición Climática. | 48 |
| 1.7.- Asociaciones Vegetales. | 48 |
| 1.8.- Población. | 51 |

CAPITULO 2

TENENCIA DE LA TIERRA.

| | |
|---|----|
| 2.1.- Antecedentes. | 56 |
| 2.2.- La Tenencia de la Tierra en el Estado de Tlaxcala. | 61 |
| 2.3.- El Caso de Zacatelco. | 64 |

| | |
|---------------------|----|
| 2.4.- Limitaciones. | 66 |
|---------------------|----|

CAPITULO 3

CARACTERISTICAS DEL USO DEL SUELO.

| | |
|---|----|
| 3.1.- Aspectos Generales de los Principales Cultivos. | 69 |
| 3.1.1.- Epoca de Siembra. | 73 |
| 3.1.2.- Métodos de Riesgo. | 74 |
| 3.1.3.- Rotación de Cultivos. | 75 |
| 3.2.- La Actividad Pecuaria. | 76 |
| 3.2.1.- Aspectos del Uso Ganadero en el Suelo. | 78 |
| 3.3.- Uso Actual del Suelo Agrícola. | 79 |

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

| | |
|--|----|
| 4.1.- Conclusiones. | 83 |
| 4.2.- Recomendaciones Sobre el Uso Futuro del Suelo. | 85 |

| | |
|--------|----|
| ANEXO. | 91 |
|--------|----|

| | |
|-----------------------------|----|
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. | 95 |
|-----------------------------|----|

INTRODUCCION.

El conocimiento de los recursos existentes en cada unidad del territorio nacional, y el análisis de la forma en que se están utilizando, es de vital importancia para la planificación y desarrollo de las actividades agropecuarias y forestales, pues actualmente la expansión de los núcleos urbanos, y el establecimiento de nuevas zonas industriales, ha creado una fuerte competencia con las áreas rurales, resultando una absorción de superficies que tradicionalmente se habían dedicado a la agricultura; si se relaciona este hecho con la necesidad de alimentar a una población en constante crecimiento como la de nuestro país, se deduce la importancia de establecer los lineamientos que a nivel nacional, regional y local, permitan un aprovechamiento planificado del suelo y sus recursos, destacando para una utilización adecuada del espacio agrícola básicamente tres aspectos:

- 1).- Las necesidades de consumo
- 2).- La eficiencia máxima de la producción
- 3).- La conservación de los recursos naturales

A la absorción de las tierras agrícolas, se suma el problema que representa la organización agraria minifundista, que existe en gran parte del territorio mexicano, y que ejerce una influencia negativa en la productividad de nuestra agricultura.

De acuerdo a datos recientes (S.P.F., 1981), de las 406,092.3

hectáreas que integran el territorio de Tlaxcala, se dedican a la agricultura un total de 291,934.4 hectáreas (71.89%), de las que 15,222.7 (3.75%), son de riego y 276,711.7 hectáreas (68.14%) de temporal; la superficie con bosques es de 61,726.4 hectáreas (15.20%), los pastizales cubren 15,701.6 hectáreas (9.04%). La agricultura es la actividad más importante de la entidad y se desarrolla dentro de un marco poco favorable, debido a graves limitaciones físicas, climáticas y sociales, pues la erosión afecta vastas superficies y las lluvias son irregulares y mal distribuidas; por otra parte el Estado ha sido una zona con alta densidad de población desde los tiempos prehispánicos, y en las últimas dos décadas ha registrado un desarrollo industrial considerable, por lo que existe una gran presión demográfica sobre la tierra, y esta se encuentra sumamente fraccionada.

El objetivo central de este trabajo, es evaluar el uso del recurso suelo, de acuerdo a las características de su vocación natural, la organización agraria existente y la productividad, en el municipio de Zacatelco, Tlax. localizado en la región sur de la entidad, y cuya agricultura resiente los mismos problemas que afectan al Estado, (atomización de la tierra, presión demográfica, etc.). Del análisis efectuado, se desprende que en la actualidad no es posible afirmar que Zacatelco cuente con recursos aun inexplorados, pero sí que los que posee, aprovechados a su máximo potencial, con los tipos de utilización más convenientes y con las prácticas de conservación adecuadas, pueden hacer la diferen-

cia entre la agricultura de subsistencia actual, y otra de tipo intensivo con mejores perspectivas económicas para los productores.

METODO DE TRABAJO.

La elaboración del presente análisis, constó básicamente de dos etapas:

- 1).- Trabajo de gabinete
- 2).- Trabajo de campo

En la primera parte se hizo una revisión bibliográfica de estudios antecedentes, relacionados con el área analizada y que han sido publicados por instituciones privadas ó públicas; se obtuvo también la mayor parte del material estadístico, y el cartográfico, este último consistente en un juego de 4 fotografías aéreas y la carta topográfica "Puebla", clave E14-B43 con escala de 1:50,000, editadas por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional; el mapa base utilizado en este trabajo, fué construido con información de estos documentos. La interpretación de las aerofotografías, llevada a cabo en esta primera etapa, permitió localizar las áreas agrícolas, los eriales y la delimitación de la mancha urbana, además de proporcionar una visión general de la superficie municipal, previa al recorrido físico.

Durante la etapa de trabajo en campo, se integró el mapa de la estructura agraria actual (figura no. 10), con información

proporcionada por las autoridades ejidales; y se efectuó un reconocimiento físico del municipio, recabando una serie de datos relativos a la actividad pecuaria y la producción agrícola (mostrados en la tabla no. 11), algunos con encuestas entre los productores y otros mediante observación directa; gran parte de esta información se anotó directamente sobre las aerofotografías, y posteriormente fué transferida al mapa de uso del suelo, (figura no. 11).

El recorrido físico permitió conocer a fondo, la situación real del sector agropecuario de Zacatelco y los diversos problemas que afronta, por lo que las recomendaciones que se hacen en la última parte de este estudio, son acordes a la realidad y están encaminadas a lograr un uso más eficiente y productivo del suelo, que se traduzca en condiciones de vida más favorables para los agricultores.

CAPITULO 1

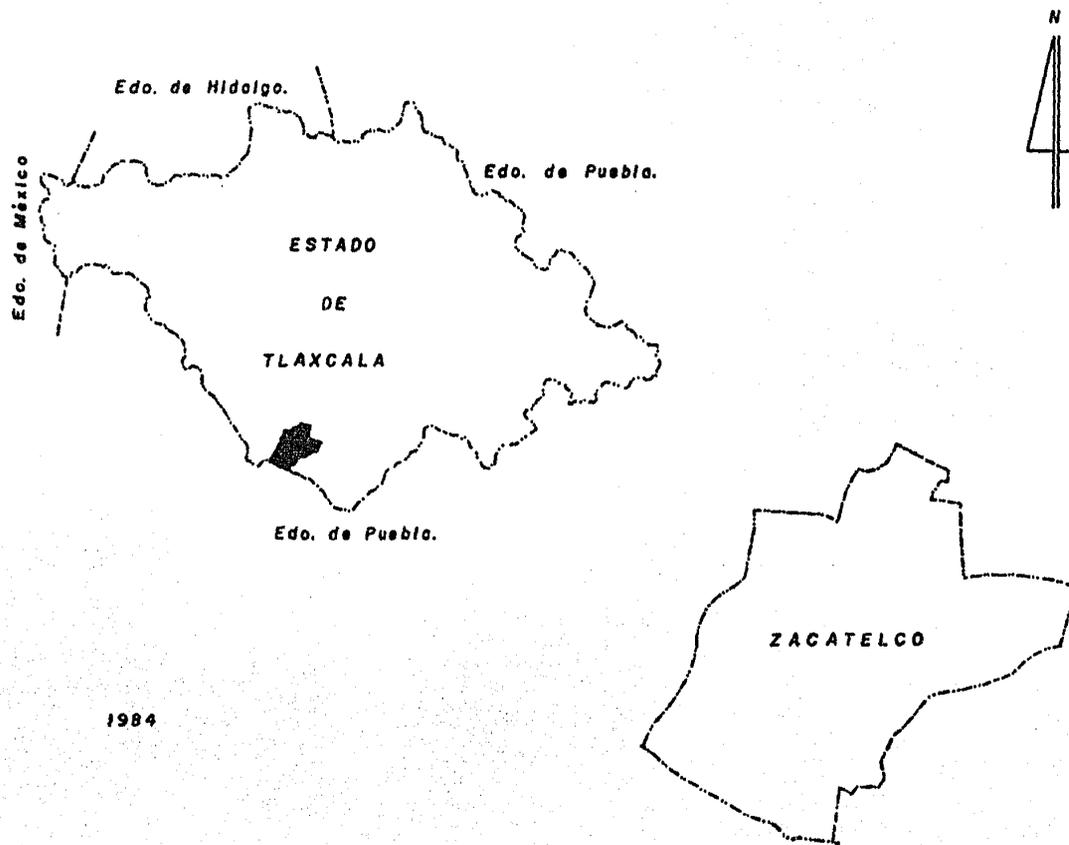
DATOS GEOGRAFICOS DEL UNIVERSO DE TRABAJO.

1.1.- LOCALIZACION Y LIMITES.

El municipio de Zacatelco, se localiza en la parte sur del Estado de Tlaxcala, entre los paralelos $19^{\circ} 09'$ y $19^{\circ} 04'$, de latitud norte; y los meridianos $98^{\circ} 12'$ y $98^{\circ} 18'$, al oeste del meridiano de Greenwich, (figura no. 1); toda la región sur del Estado, pertenece a la cuenca de Puebla-Tlaxcala, un valle que comprende las llanuras limitadas en el norte por las elevaciones del Bloque de Tlaxcala, hacia el sur por la Cordillera Tentzo y la Sierra de Amozoc, al oeste por la Sierra Nevada y en el este por la Malinche; ésta gran llanura tiene una extensión aproximada de $1,850.0 \text{ km.}^2$, y la mayor parte corresponde al Estado de Puebla.

Políticamente, Zacatelco tiene límites con los municipios siguientes: al norte con Tepeyanco, al noreste con el municipio de Miguel Hidalgo, al este con Xicohténcatl, al sur con Xicohtzingo, al oeste con los municipios de Tetlatlahuca y Nativitas, y al sureste con el río Atoyac, límite entre los Estados de Tlaxcala y Puebla. Tiene una extensión de 30.3 km.^2 , equivalentes al 0.77% de la superficie estatal y ocupa por su tamaño, el lugar

Figura No.- 1 Localización.



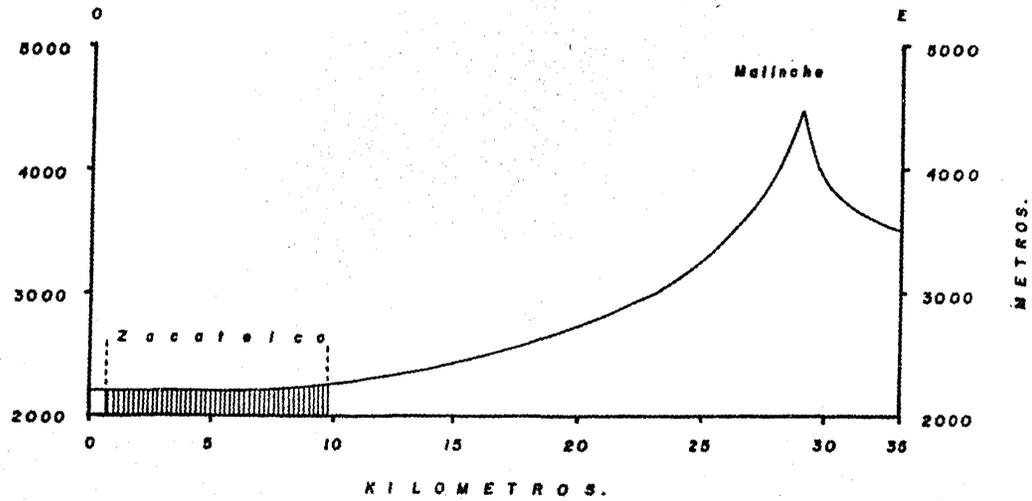
número 22, entre los 44 municipios que integran el Estado. Este formado por tres localidades, Santa Inés Zacatelco, que es la cabecera municipal y los poblados de Santa Catarina Ayometla y San Lorenzo Axocomenitla.

Según datos del X Censo General de Población y Vivienda de 1980, el número de habitantes es de 27,162, correspondiente a una densidad de 896.4 personas por km.²

1.2.- TOPOGRAFIA.

Zacatelco, esta ubicado en la vertiente occidental de la Malinche, volcán caracterizado por tener laderas ampliamente extendidas, que abarcan un radio de 30 kilómetros y pendientes poco pronunciadas; enmarcado así, el territorio de Zacatelco se constituye por terrenos planos que conforman una llanura, no tiene accidentes importantes y la superficie, invariablemente plana, solo es interrumpida por la existencia de corrientes intermitentes de agua, que descienden del mismo volcán y que han desgastado el terreno, hasta algunos metros de profundidad. Como se puede observar en el perfil topográfico (figura no. 2), la altitud media del municipio es de 2,200 m.s.n.m., existiendo cierta diferencia entre las regiones este y oeste; los terrenos del este tienen una altitud ligeramente mayor, debido a que siguiendo esta dirección, la altura aumenta gradualmente, hasta alcanzar la cima del volcán. La pendiente media, es menor de 2° y de igual forma

Figura No. 2.- Perfil topográfico.



Dibujo: Gildardo Tapia Vázquez.

que la altitud, esta inclinación es algo más pronunciada en el este.

En términos generales, se considera que la configuración topográfica de Zacatelco, caracterizada por ser una llanura, con altitud media de 2,200 m.s.n.m. y pendientes menores a 2° , facilita la construcción de obras como caminos, carreteras, pavimentado de calles, drenaje y otros servicios que requiere la población; así como la infraestructura necesaria para intensificar la agricultura y el empleo de maquinaria en las labores del campo.

1.3.- GEOLOGIA.

La Geología de la cuenca de Puebla-Tlaxcala, esta ligada a la Sierra Volcánica Transversal, que en una zona de fracturas atraviese nuestro país, a la altura del paralelo 19° norte; esta zona comenzó a formarse en el Terciario Superior, su actividad fue decisiva para el desarrollo geológico, que presenta actualmente este valle, y concretamente tuvo su aparición durante el Mioceno Inferior, continuando hasta épocas recientes.

1.3.1.- TERCIARIO.

Las formaciones de rocas volcánicas que existen y cuya edad, se puede ubicar en el Mioceno Inferior, son antiguas corrientes de lava y depósitos de material piroclástico, que afloran en di-

versos puntos de Puebla y Tlaxcala, algunos derrames lávicos, están muy desgastados y es difícil reconocer las formas volcánicas; estas unidades se localizan, fuera de la región analizada, por lo que no aparecen en el mapa correspondiente, (figura no. 3).

La Sierra Nevada y la Malinche.

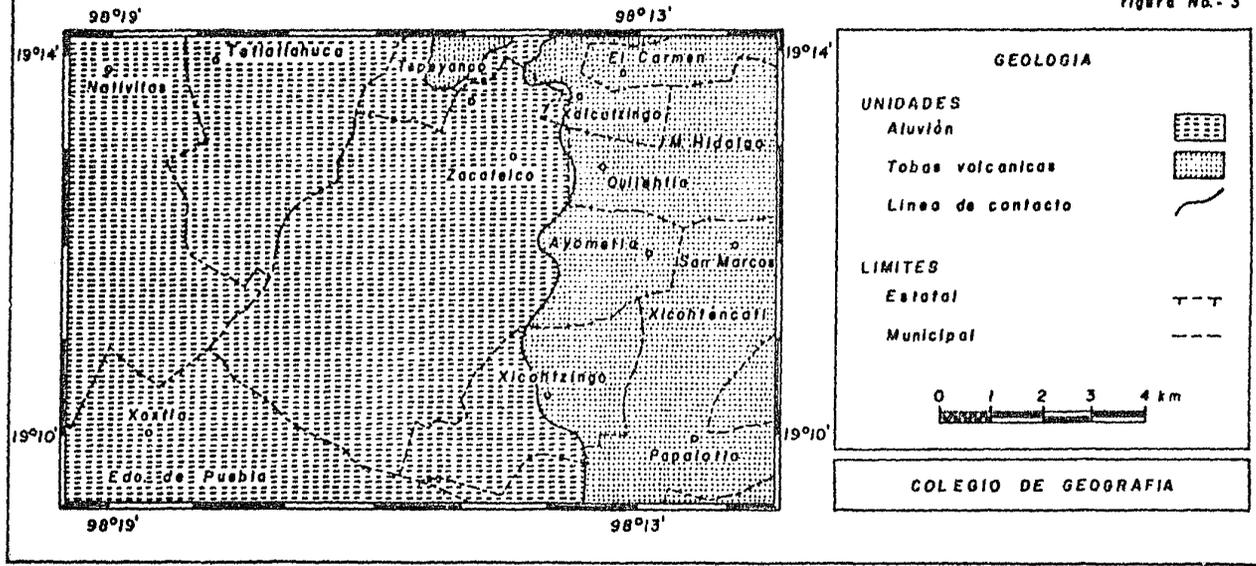
La aparición de los grandes volcanes, de la Sierra Nevada y la Malinche, es posterior a las formaciones anteriores; los volcanes de la Sierra Nevada, se desarrollaron sobre calizas del Cretácico, sus edificios fueron construidos, por emisiones de lava de composición diversa, el Popocatepetl se caracteriza por sus rocas andesíticas de hiperstena; el Iztaccihuatl expulso andesitas de hornblenda e hiperstena.

La Malinche, es un volcán más antiguo que los de la Sierra Nevada, también está edificado sobre calizas cretácicas, su núcleo principal, se compone por andesitas de hornblenda. La actividad de estos volcanes, comenzó a finales del Mioceno, continuando en el Plioceno y aun hasta el Cuaternario.

Sedimentos Lacustres de Tlaxcala.

Simultánea a la aparición de rocas volcánicas sólidas, es la presencia de rocas volcánicas piroclásticas; arenas, cenizas y tobas, fueron depositadas de una manera alternada, dando origen a la formación de los sedimentos lacustres de Tlaxcala, presentes en los valles de los ríos y en los escalones, bajo tobas y capas de lava del Cuaternario, en las partes planas se encuentra, bajo los depósitos aluviales recientes. En general, esta unidad se

Figura No.- 3



forma de material piroclástico, producto del vulcanismo, que afectó la región desde el Terciario Superior (Mioceno). Posiblemente, la sedimentación tuvo lugar en antiguos lagos de agua salobre; su edad pliocénica solo es supuesta, partiendo de la posición estratigráfica.

1.3.2.- CUATERNARIO.

Rocas Volcánicas, Derrames de Lava.

Durante el Cuaternario (Pleistoceno), la actividad volcánica, iniciada en el Terciario Superior se intensificó, prueba de ello, es la existencia de numerosas estructuras volcánicas menores, constituidas por derrames de lava; se encuentran ampliamente distribuidas, en toda la superficie de la cuenca de Puebla-Tlaxcala. Las corrientes de lava, constan principalmente de andesitas y dacitas, variando la composición mineralógica; así existen, andesitas de hornblenda y olivínicas, y dacitas con mineral típico de augita, producto de magmas originados, a diversas profundidades del manto ó la corteza terrestre, y que experimentaron un desarrollo diferente al subir.

Tobas Volcánicas, Piroclásticos.

La intensificación de la actividad volcánica, durante el Cuaternario, también fué notable por un aumento, en las erupciones de material piroclástico, expulsado por los volcanes de la Sierra Nevada y la Malinche, compuesto principalmente de arenas y ceniza;

estos sedimentos, han formado una capa que generalmente ha sido redepositada, por la acción del agua ó del viento, y una vez consolidados, constituyen las tobas volcánicas. Las capas que existen, en las faldas de la Malinche, contienen invariablemente, de 90 a 95% de hornblenda, mineral típico de este volcán. La distribución de las tobas, es muy amplia en toda la cuenca.

Aluvión.

El aluvión, constituye la formación más joven que existe, en la cuenca de Puebla-Tlaxcala, es un suelo formado por material derivado de los procesos de intemperismo, que actúan sobre las rocas volcánicas, sólidas e incoherentes, preexistentes en los edificios volcánicos; posteriormente, es acarreado por las corrientes superficiales de agua y depositado, en las partes más bajas de la cuenca, básicamente se trata de partículas sueltas, como la arena y gravas, su composición mineralógica, es similar a la de las rocas que lo originaron. El aluvión es importante, porque las arenas y gravas de que se compone, no están consolidadas, su estructura es granular y tiene gran porosidad; su importancia radica, en que estos factores favorecen la infiltración y el almacenamiento subterráneo de agua. Esta unidad es de edad reciente (Pleistoceno-Holoceno).

1.3.3.- DESCRIPCIÓN GEOLOGICA.

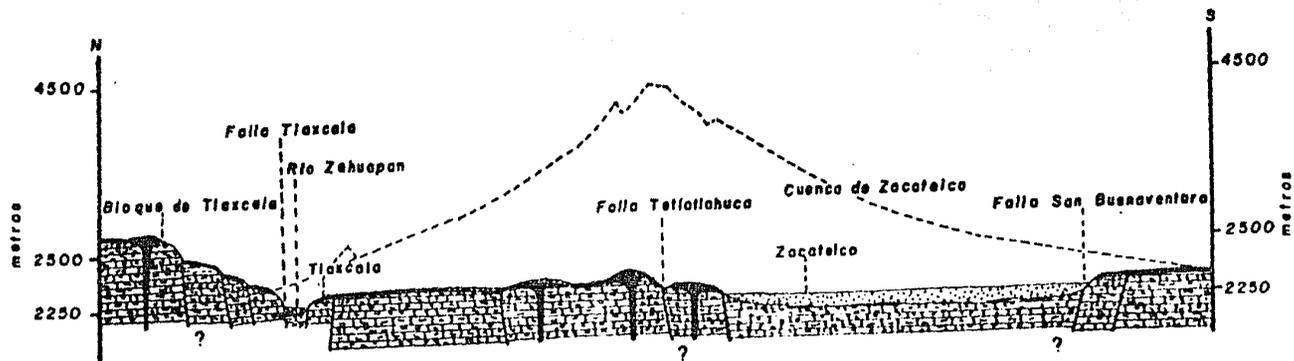
La aparición de la Malinche, durante el Terciario Superior

(Mioceno), fué de particular importancia para el municipio de Zacatelco, pues esencialmente es de los materiales expulsados por este volcán, de donde derivaron las formaciones de su Geología actual. El perfil estratigráfico de la figura no. 4, muestra una visión objetiva de estas unidades, como se pueda observar, el estrato de mayor edad, es el de los sedimentos lacustres de Tlaxcala, formado por la descomposición de las rocas volcánicas más antiguas (Mioceno Inferior), y de la propia Malinche, en la fase inicial de su actividad. La sedimentación tuvo lugar, en los antiguos lagos, que existieron en esta región; partiéndo de su posición estratigráfica, la edad pliocénica, solo es supuesta.

De edad más reciente, son las rocas volcánicas del Cuaternario, localizadas en las inmediaciones de la falla de Santa Isabel Tetlatlahuca, y en el Bloque de Tlaxcala; estas rocas son los derrames de lava, que formaron pequeños edificios volcánicos, los magmas se abrieron paso, através de los sedimentos lacustres de Tlaxcala. Estas corrientes de lava, están constituidas por andesitas olivínicas principalmente, a diferencia de las andesitas de la Malinche, que son de hornblenda. Se supone, que el magma se originó a diferentes profundidades, de la corteza ó el manto, y experimento un desarrollo diferente, manifestado en las variaciones, de la composición mineralógica.

Sobre los sedimentos lacustres de Tlaxcala y las rocas volcánicas del Cuaternario, se encuentra la unidad de materiales piroclásticos, compuesta de arenas y cenizas volcánicas, emitidas

Figura No. 4.- Perfil a través de Zacatelco.



-  **Aluvión (Pleistoceno y Reciente).**
-  **Tebas Volcánicas, Piroclásticos. (Cuaternario).**
-  **Rocas Volcánicas, Derrames de Lava. (Cuaternario).**
-  **Sedimentos Lacustres de Tlaxcala. (Plioceno).**

Fuente: A. von Erffa y W. Hilger.

Dibujo: Gildardo Tapia Vázquez.

por los volcanes de la Sierra Nevada y la Malinche, durante el Cuaternario. Esta formación, se localiza en el este de Zacatelco, en los alrededores de Santa Catarina Ayometla y también cubre los derrames de lava, localizados en las elevaciones inmediatas a la falla de Santa Isabel Tetlatlahuca y en el Bloque de Tlaxcala; y en el sur, en las cercanías de la falla de San Buenaventura, se encuentra sobre la unidad de los sedimentos lacustres de Tlaxcala.

La formación más reciente es el aluvi6n, constituida por gravas y arenas, derivadas del intemperismo y acarreadas por las corrientes de agua, de las partes altas de la Malinche, y dep6sitas en la zona norte, sur, oeste y central del municipio; esta unidad se sitúa directamente, sobre los sedimentos lacustres de Tlaxcala, que forman el subsuelo de Zacatelco, la capa de material piroclástico, que debería encontrarse, entre los sedimentos lacustres de Tlaxcala y el aluvi6n, no existe porque seguramente fué mezclada con el material aluvial y al perder sus propiedades, desapareció. La edad del aluvi6n es muy reciente, (Pleistoceno-Holoceno).

En el mapa de la figura no. 3, queda reproducida la Geología superficial de Zacatelco, el aluvi6n ocupa aproximadamente, el 90% de la extensión municipal, se localiza en las partes norte, sur, oeste y central del municipio; y fuera de los límites de este, continua por los municipios vecinos, Tepexanco, Tetlatlahuca y Nativitas, en el sur se prolonga por Xicohtzingo y el Estado de Puebla.

La formación de tobas y cenizas volcánicas, se encuentra al este del municipio, en los alrededores de Santa Catarina Ayometla; prosigue hacia los municipios colindantes, situados en las faldas de la Malinche.

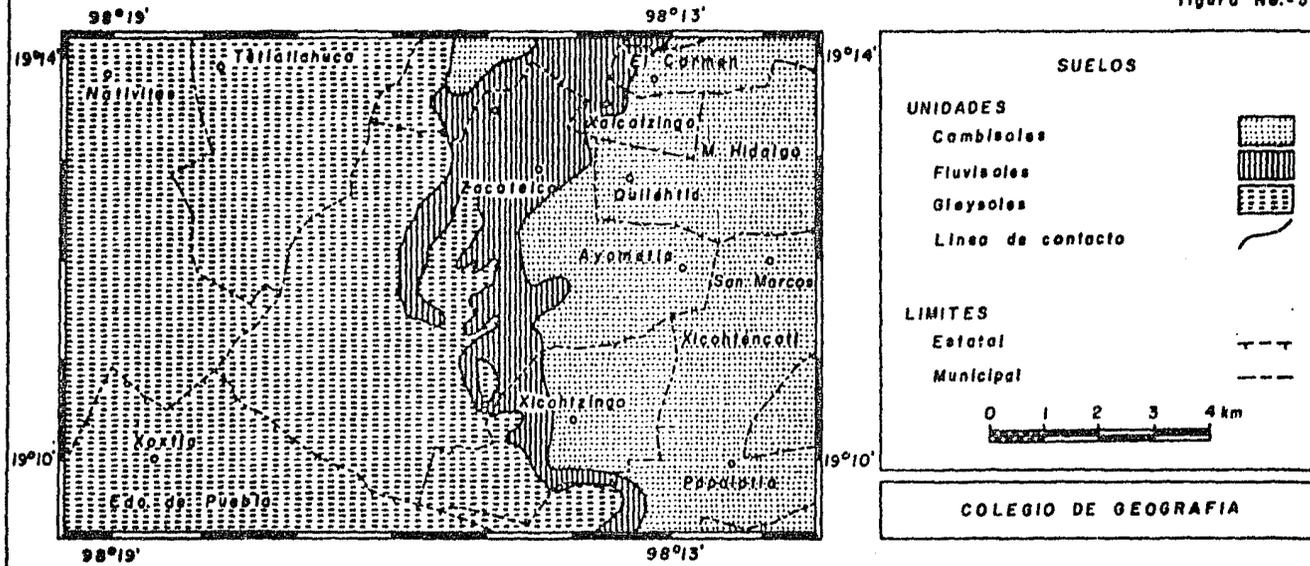
1.4.- SUELOS.

Los suelos de Zacatelco, se deben principalmente a la constitución litológica y al clima regional, su desarrollo ha tenido lugar en material volcánico, de aspecto físico diferente, pero homogéneo en la composición mineralógica, con predominio de hornblendas. Este material fué proporcionado, por los volcanes de la Sierra Nevada y la Malinche, cuya actividad principió a fines del Mioceno.

La Geología superficial del municipio, esta integrada por dos unidades; la de tobas y rocas piroclásticas, expulsadas en erupciones violentas, se localiza en el este de Zacatelco; en el norte, centro, sur y oeste, se encuentra material de aluvión, sedimentado recientemente y originado por el desgaste, de rocas volcánicas sólidas e incoherentes. Debido a la Geología y al clima imperante, no existe gran diversidad edáfica; la temperatura anual es de 16°C , y el promedio de lluvias de 800 mm.

En la formación de tobas volcánicas, se han desarrollado Cambisoles y en el terreno de aluvión reciente, Fluvisoles y Gleysoles, (figura no. 5). Además de la homogeneidad en el mate-

Figura No.-5



rial de origen, estos suelos tienen semejanzas en otros aspectos; generalmente el color en seco, es pardo grisáceo y gris muy oscuro en húmedo, esta tonalidad clara, es característica de suelos compuestos por minerales que han tenido pocos cambios químicos. La textura es de migajón arenoso, son suelos ligeros, aunque la cantidad de arenas, arcillas y limos, es variable en cada unidad; los Fluvisoles y Gleysoles, tienen un buen porcentaje de espacio poroso y gran capacidad de absorción de agua, su estructura se compone de terrones pequeños, que no se unen entre sí, las pérdidas de nutrientes por lixiviación, son importantes. Los Cambisoles muestran cierta diferencia, su textura es de migajón arcillo-arenoso, las concentraciones de arcilla son hasta de 50%, sobre todo en los horizontes superiores, no obstante siguen siendo suelos ligeros, su estructura se forma de poliedros pequeños, los agregados son delgados y fácilmente atacados por la erosión.

El pH de estas unidades, varía entre 6 y 7, las diferencias no son muy acentuadas dentro de un perfil; el agua capilar es la que define el pH de cada unidad, debido a las sustancias que contiene en disolución y por su tiempo de permanencia en los suelos, interviene directamente en los fenómenos físico-químicos, que estos experimentan. El pH del suelo es importante, porque su valor determina el grado de absorción de agua, y la disponibilidad de nutrientes asimilables, que las plantas requieren para su desarrollo; de esta forma una alta concentración de sales, como el cloruro y el sulfato de sodio, se puede traducir en una inter-

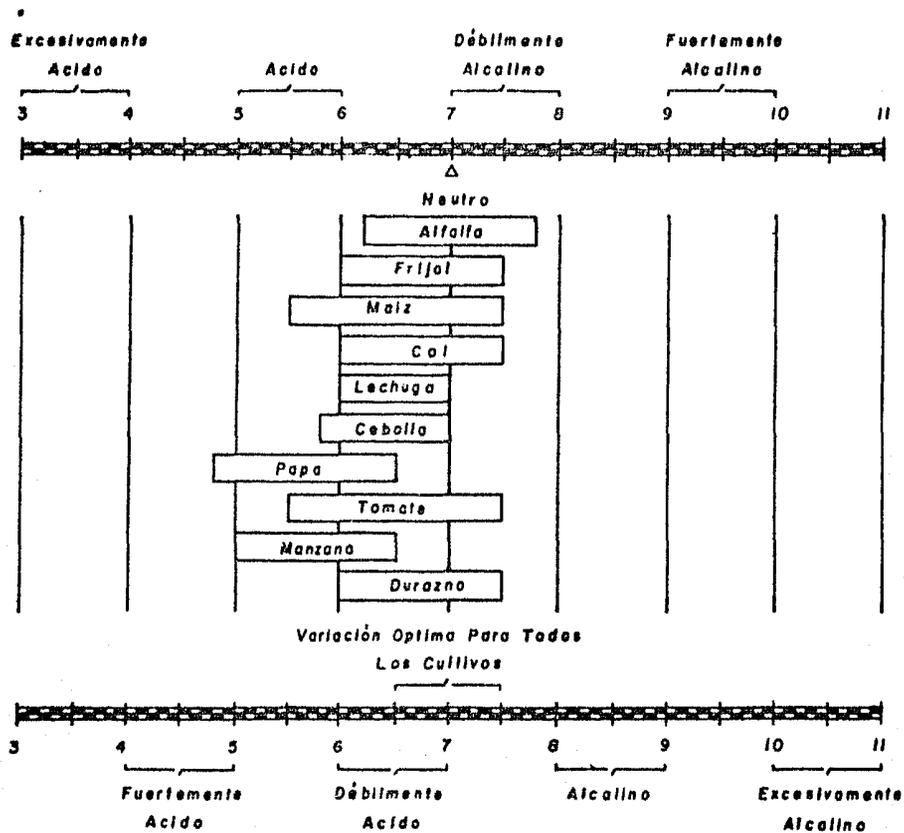
ferencia, con la absorción de agua, a causa del desarrollo de una presión osmótica más alta en la solución del suelo, que la existente en las células de la raíz. La disponibilidad de nutrientes también varía; de acuerdo con el valor de pH, algunos son insolubles e inaprovechables para los vegetales, así el potasio es altamente asimilable en suelos alcalinos; el hierro, el manganeso y el aluminio, son más disponibles en suelos ácidos, y el cobre y el zinc son insolubles, tanto en suelos ácidos como alcalinos; se considera que un buen grado de disponibilidad de nutrientes, se encuentra cercano a un pH de 6.5.

Con respecto a la preferencia, de las plantas por un pH determinado, no todas tienen el mismo comportamiento, algunas se desarrollan bien, cuando el valor de la reacción es inferior al punto neutro, otras crecen mejor con un pH de 7.0 y también las hay, que prefieren reacciones alcalinas; la mayor parte de los cultivos de campo y las hortalizas, prefieren un pH de 6.0, ó ligeramente superior, (tabla no. 1).

Cuando un suelo presenta problemas de acidez ó alcalinidad, es necesario, hacer una selección de plantas, que se desarrollen satisfactoriamente en el pH existente ó alterarlo, para satisfacer las necesidades de otras especies vegetales, (ver anexo).

La prueba para medir el valor de la conductividad eléctrica en los suelos, es útil para detectar la posible existencia, de problemas relacionados con la concentración de sales; el valor que se obtuvo, fué menor a 2 mmhom/cm, es bajo e indica que problemas

Tabla No.1.- Límites óptimos de pH, para algunos cultivos.



de este tipo no existen, sobre todo en las unidades de Cambisoles y Fluvisoles. En los Gleysoles, sorprende el hecho de haber conseguido el mismo valor, no obstante las aflorascencias de sal, observadas con frecuencia sobre el terreno, las concentraciones son bajas; este fenómeno está asociado con el nivel freático del agua, cercano a la superficie y las concentraciones de sal aproximadas a 300 p.p.m., que esta contiene; el ascenso capilar del agua y la evaporación, conducen a la acumulación de sales que se observa sobre todo, al final de la temporada de sequía.

A pesar de las concentraciones de sal en los Gleysoles, este problema aún no reviste importancia; es cierto que durante el transcurso de la temporada seca, el agua capilar llega a la superficie y es evaporada, aumentando la acumulación de sales, pero con las lluvias de verano, estas sales son lixiviadas en gran parte.

Como se ha visto anteriormente, los suelos de Zacatelco tienen semejanzas, pero también poseen propiedades individuales, que distinguen a cada unidad:

Los Cambisoles se caracterizan por tener horizontes superiores con altas concentraciones de arcilla, esta fracción del suelo se encuentra en constante translocación a los horizontes inferiores, pero en ellos la riqueza es menor, la velocidad de formación de las arcillas, es superior al transporte. La concentración arcillosa en los horizontes superficiales, impide la formación de una estructura estable, el fenómeno de expansión-contracción,

experimentado por las arcillas al absorber humedad y secarse respectivamente, evita la formación de agregados estables, resultando una estructura de poliedros pequeños con agregados delgados, fácilmente atacados por la acción del agua, la gravedad ó el viento. Los horizontes inferiores, con menor contenido de arcillas, tienen una estructura de bloques gruesos, no experimentan el fenómeno de expansión y contracción, los agregados están fuertemente cohesionados y por su magnitud, solo pueden ser disgregados grano por grano. Cuando los horizontes superiores muy susceptibles a la erosión son desgastados, dejan al descubierto la estructura de bloques gruesos, de los horizontes inferiores, que al secarse aumentan su consistencia mecánica, proporcionada por el sílice, y oponen gran resistencia a la erosión, de ellos se origina el tepetate.

Las arcillas de los horizontes superiores, son causantes de otro problema: al deshidratarse, hacen que los Cambisoles, se tornen duros y dificulten las operaciones de labranza, pero la existencia sobre ellos, de un sedimento de origen eólico y formación reciente (Holoceno), cambia estas condiciones, su presencia tiene efectos favorables para la agricultura; en la temporada seca, su textura de hasta 70% de arenas, impide pérdidas de agua por evaporación y en el verano, incluso bajo lluvias intensas, favorece la infiltración, la escurrantía superficial es escasa y los suelos absorben agua, evitando el endurecimiento y facilitando las operaciones de labranza; los Cambisoles se constituyen así,

en un valioso depósito de agua y elementos nutritivos, y a causa de sus propiedades estructurales favorables, pueden ser atravesados con facilidad por las raíces. La sedimentación de esta capa, ha sido influida por las corrientes de aire, que se forman en los días calurosos y por las masas de aire, procedentes de latitudes polares.

La delimitación entre Fluvisoles y Gleysoles, desarrollados en el aluvión, se hizo de acuerdo a la profundidad del nivel freático del agua, son dos unidades jóvenes, su evolución ha sido continuamente interrumpida, pues aun en la actualidad existe sedimentación de material, por lo que su desarrollo no es muy intenso. Los Fluvisoles muestran cierto enriquecimiento de humus, pero solo una parte de esta materia orgánica se ha formado in situ, otra cantidad se encontraba ya en el material sedimentado, como resultado de una formación de suelo, realizada en otro lugar. La unidad de los Gleysoles, se caracteriza por tener un horizonte cuyas propiedades, se deben a un exceso de agua, la diferencia con los Fluvisoles, es que en los primeros, el nivel freático del agua ó bien la existencia de un "horizonte gléyico", eventualmente desarrollado, se sitúan a menos de un metro bajo la superficie, en contraste, en los Fluvisoles, el nivel del agua se encuentra, a una profundidad mayor. Los Gleysoles se han desarrollado en una región, que anteriormente fué cubierta por lagunas y pantanos, así lo indica el alto nivel freático que existe, y por que aun actualmente, las partes más bajas, se encuentran periódicamente

dicamente bajo el agua.

Las dos unidades, son aprovechables en agricultura y el cultivo con riego puede incrementarse, pues en cualquier parte del municipio, existe agua a disposición y puede ser fácilmente extraída.

Los análisis químicos efectuados en los suelos de Zecatelco, indican que el porcentaje de materia orgánica es bajo, generalmente los Fluvisoles y Gleysoles, no llegan a 2% y la unidad de Cambisoles, tiene un valor menor a 1%. Esta deficiencia de materia orgánica, se refleja en una baja cantidad de nitrógeno disponible para las plantas, pues una propiedad de esta materia, es su contenido de nitrógeno, dependiente de la abundancia ó escasez de la misma; la importancia del nitrógeno, como constituyente de cualquier célula viva, vegetal ó animal es evidente, en los vegetales se encuentra en las partes jóvenes, es abundante en las hojas y les proporciona su color verde acentuado; en las semillas incrementa el tamaño y su porcentaje de proteínas, también forma parte de la molécula de clorofila. La deficiencia de materia orgánica, en los suelos del municipio, hace necesario incorporar nitrógeno, en forma de abonos orgánicos para mantener un buen nivel, pero en tierras bajo cultivo, es virtualmente imposible y altamente costoso mantenerlo, debido a la escasez y pérdidas que anualmente se tienen; la conservación de un nivel adecuado, sería incosteable aunque se tuvieran buenas cosechas, resulta más conveniente efectuar adiciones frecuentes, de peque-

Mas cantidades de materiales orgánicos frescos, una forma de hacerlo, es cultivando plantas que sirvan para ser enterradas como abono verde, este método es benéfico, para suelos arenosos con escasez de materia orgánica, como los de Zacatelco, el efecto principal de los cultivos de este tipo, es aumentar el suministro de nitrógeno, en lugar de proveer un aumento significativo, del contenido de materia orgánica del suelo.

1.5.- HIDROLOGIA.

La existencia de corrientes superficiales, ó bien almacenamientos subterráneos de agua, son imprescindibles para la existencia del ser humano, y elemento fundamental de su desarrollo; en cualquier región, la cantidad de recursos hídricos es finita y es necesario, establecer lineamientos y la infraestructura adecuados, para un uso que permita obtener, los mayores beneficios económicos y sociales.

Aguas Superficiales.

El sistema hidrológico superficial, más importante para Zacatelco, es el que forman los ríos Atoyac y Zahuapan; el primero nace en los deshielos de la vertiente oriental, de la Sierra Nevada a 3,400 m.s.n.m., en territorio de Puebla; entra al Estado de Tlaxcala, por el sur del municipio de Lardizábal y siguiéndolo una dirección sureste, cruza el municipio de Nativitas, en Zacatelco, sirve de límite entre los Estados de Tlaxcala y Puebla.

La cuenca de este río, abarca una superficie de 539.17 km.², en el Estado de Tlaxcala. El río Zahuapan, se origina en la Sierra de Tlaxco, al norte de la entidad, recorre la región central drenando los municipios de Apizaco, Santa Ana Chiautempan y Tlaxcala, en el sur cruza Tetlatlahuca, Nativitas y Zacatelco, sus aguas se unen a las del río Atoyac, a unos 10 kilómetros al norte de la ciudad de Puebla. Su cuenca comprende una superficie de 1,676.2 km.², es la corriente más importante dentro de Tlaxcala. Antes de su punto de confluencia, los dos ríos reciben las aguas de sus afluentes y varios arroyos; ambos pertenecen a la cuenca del río Balsas.

En Zacatelco, se unen al río Zahuapan, varias corrientes de carácter efímero, que se originan en las partes elevadas de la Malinche, destacan las barrancas de Briones, Mextlal, Seca, de Guardia y la barranca Tecuanatla, son cauces que permanecen secos durante la mayor parte del año, pero en el verano al llegar las lluvias, su caudal y poder erosivo aumentan considerablemente, algunas veces la capacidad de estos lechos, es rebasada por el volumen de agua acarreado y se desbordan, causando inundaciones y descargas de sedimentos sobre los terrenos agrícolas, destruyendo los cultivos, principalmente en el sur del municipio.

La mala calidad de las aguas de los ríos Atoyac y Zahuapan, las hace poco recomendables para el riego de cultivos, pues constituyen el desagüe de zonas industriales; por una parte, el río Atoyac, recibe los residuos de una serie de fábricas, instaladas

en la región de San Martín Texmelucan y por otro, el río Zahuapán es el único cuerpo receptor, de las descargas generadas, en las factorías del corredor industrial de Apizaco, y el municipio de Santa Ana Chiautempan; la presencia de sustancias químicas en el agua de estos ríos, se manifiesta en la turbidez y el color negro rojizo que presentan. Los residuos industriales, constituyen la fuente principal de contaminación, pero no son la única; también contribuyen los desechos de las ciudades y pueblos, que vierten en los ríos sus drenajes y basura.

Almacenamientos.

En un intento por racionalizar el uso y distribución de las aguas superficiales, en Zacatelco se han realizado algunas obras, consistentes en canales y zanjas de riego, alimentados por trece pozos, situados en diferentes lugares, y una pequeña presa con capacidad para 600,000 m.³, que beneficia una superficie de 75 hectáreas. Los pozos han sido perforados por la S.A.R.H., tienen un caudal medio de 60 l.p.s. y una profundidad de 170 metros. La presa capta el agua de la zona de manantiales de Acomulco, se localiza en el centro del municipio.

Aguas Subterráneas.

Las unidades geológicas que constituyen el territorio de Zacatelco, están formadas por suelos aluviales y tobas no consolidados, presentan un grado favorable de permeabilidad y espacio de poros, que propician la infiltración y el almacenamiento subterráneo de agua, este hecho asociado a la topografía virtual-

mente plana del municipio, permite que de la cantidad de agua precipitada anualmente, se infiltre una lámina estimada en 160 mm., además de recibir un abastecimiento adicional de aguas subterráneas, procedentes de las faldas de la Malinche, formando un acuífero de dimensiones considerables.

El flujo del agua del subsuelo, es lento y no experimenta las variaciones estacionales, a que esta sometida el agua superficial; la lentitud de su movimiento, facilita la explotación durante períodos de tiempo prolongados, en Zacatelco se utiliza principalmente para riego, uso doméstico y abrevadero. Su contenido de 300 mg./l. de sólidos, principalmente bicarbonatos y calcio, la clasifica como agua dulce, de buena calidad y apropiada para todo uso. Se puede afirmar que en este municipio, las reservas subterráneas son abundantes, así lo comprueba la existencia de los 13 pozos, en explotación y dos zonas de manantiales, conocidas como Acomulco y Ateotzintla; además el nivel freático del agua, se encuentra a menos de un metro de profundidad, y solo experimenta un ligero descenso, a fines de la época de sequía. Se considera que el agua del subsuelo en esta región, es un recurso aun subexplotado.

1.6.- CLIMATOLOGIA.

Zacatelco, se caracteriza por tener un clima templado subhúmedo, con lluvias de verano, y en la misma forma que el resto

del territorio tlaxcalteca, es influido por el relieve, la continentalidad y la acción antrópica.

Puesto que el municipio, no cuenta con una estación termopluviométrica, fué necesario utilizar los datos proporcionados, por las estaciones localizadas en las ciudades de Puebla y Tlaxcala, que por su período de registro (40 y 35 años respectivamente), reflejan las condiciones climáticas reales de la región.

Se decidió no utilizar datos de estaciones más cercanas, por considerar que su tiempo de registro (5 a 7 años), es insuficiente para hacer una evaluación del clima.

Zacatelco se localiza dentro de la cuenca de Puebla-Tlaxcala, separado aproximadamente por 15 kilómetros de la ciudad de Puebla, y por la misma distancia de Tlaxcala, debido a esta cercanía es difícil que existan variaciones significativas, además el valle presenta homogeneidad climática, por lo que se puede afirmar con certeza, que las condiciones prevalecientes en Zacatelco, son muy semejantes a las que se observan, en las estaciones antes mencionadas.

1.6.1.- REGIMEN TERMICO.

Para definir las condiciones térmicas de Zacatelco, es necesario analizar los datos mensuales, de las estaciones de Puebla y Tlaxcala (tabla no. 2).

La estación de la ciudad de Puebla, se localiza a 2,209 m.s.

Tabla No. 2
 Temperaturas Medias Mensuales De Las Estaciones
 De Puebla y Tlaxcala.

| Estación | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | P |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Puebla | 13.9 | 15.5 | 18.0 | 19.4 | 19.5 | 18.8 | 17.9 | 18.3 | 17.6 | 17.0 | 15.7 | 14.1 | 17.1 |
| Tlaxcala | 13.6 | 14.9 | 16.9 | 18.0 | 18.1 | 17.5 | 16.7 | 16.8 | 16.6 | 16.3 | 15.0 | 14.0 | 16.2 |

Tabla No. 3
 Promedio De Temperaturas, Máxima (M) y Mínima (m),
 De Puebla y Tlaxcala.

| Estación | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| Puebla | 21.6 | 22.8 | 24.8 | 25.8 | 25.5 | 23.8 | 23.0 | 23.6 | 22.5 | 22.8 | 22.3 | 21.5 (M) |
| | 6.3 | 7.8 | 10.3 | 11.8 | 12.7 | 12.9 | 12.1 | 12.2 | 12.0 | 10.4 | 8.4 | 7.6 (m) |
| Tlaxcala | 19.7 | 21.0 | 23.1 | 23.9 | 23.6 | 22.3 | 21.1 | 21.8 | 20.9 | 21.0 | 20.5 | 19.7 (M) |
| | 4.7 | 5.9 | 7.8 | 9.5 | 11.3 | 12.0 | 11.4 | 11.2 | 11.4 | 9.6 | 7.2 | 7.3 (m) |

n.m., y la de Tlaxcala a 2,552; la diferencia del promedio anual, es de 1°C .

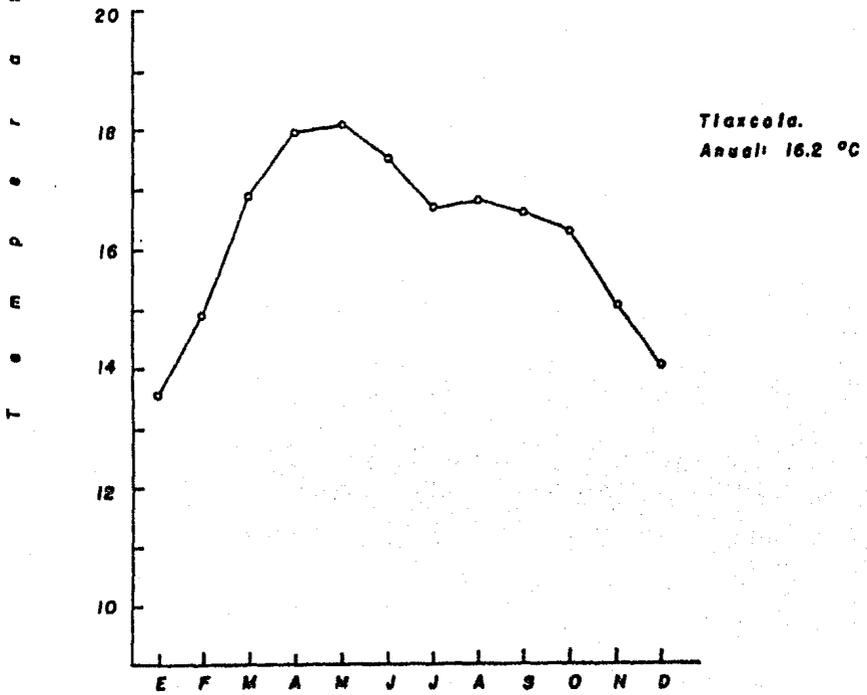
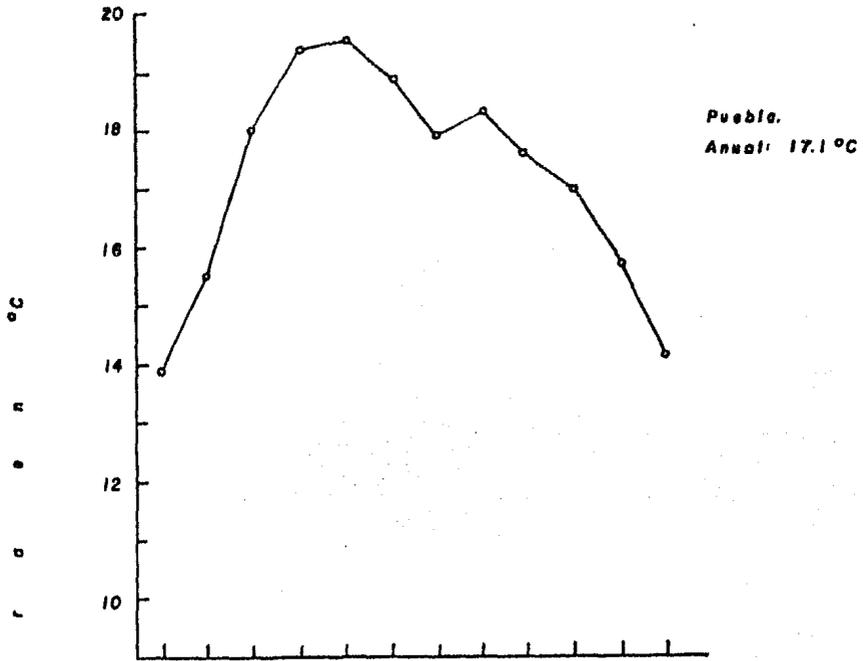
En general la temperatura media anual de Zacatelco, es de 16°C , la misma que impera en el valle de Puebla-Tlaxcala, el mes de enero es el más frío, con un promedio de 14°C ; la temporada más cálida es en abril ó mayo, con medias de 18 a 19°C ., y la temperatura máxima extrema en estos meses, alcanza de 30 a 32°C , con la llegada de las lluvias y aumento de la nubosidad, este valor desciende. La temperatura mínima extrema se registra en el mes de enero, cuando el termómetro baja hasta 1 ó 2°C .

En abril y mayo los meses más cálidos, se alcanza una temperatura máxima promedio de 26 a 28°C , y en julio plena temporada de lluvias, este máximo baja a 24°C . Enero registra una máxima promedio de 22 a 24°C , y un promedio mínimo de 6 a 8°C ; en abril y mayo los meses más calurosos, la media mínima es de 10 ó 12°C .

Las temperaturas de mayor importancia, en el crecimiento de las especies vegetales, son la media mínima (m), del mes más frío y la media máxima (M), del mes más cálido, es entre estos dos valores, donde se desarrolle la vida vegetal; la amplitud térmica de Puebla es de 19.3°C . y la de Tlaxcala de 19.2°C , (tabla no.3). Zacatelco por la cercanía a estas estaciones, no debe tener gran diferencia.

El análisis de la marcha anual de la temperatura (figura no. 6), indica que enero es el mes que registra, las temperaturas más bajas, y en los meses siguientes el valor aumenta gradualmen-

Figura No. 6.- Temperatura Media Mensual.



te, hasta alcanzar un máximo en abril ó mayo, en este mes generalmente caen las primeras lluvias del año, provocando un descenso en la temperatura, esta tendencia prosigue durante junio y julio; en agosto se efectúa un ligero ascenso y posteriormente, la temperatura continua disminuyendo, en los meses otoñales y de invierno.

Por el efecto nocivo que ejercen sobre los cultivos, es necesario mencionar el número de heladas, que anualmente afectan a esta región sur del Estado de Tlaxcala, el fenómeno se presenta en noches despejadas y con calma, en las que la superficie terrestre y las capas de aire cercanas a ella, pierden calor por irradiación; a medida que el aire se enfría adquiere mayor densidad y se desliza hacia las partes más bajas donde se estanca, y su temperatura sigue disminuyendo al entrar en contacto con los suelos de valles y depresiones. El daño a las plantas es causado cuando la temperatura del aire que las rodea, es igual ó inferior a 0°C y provoca la congelación de la savia, causando la muerte de algunos órganos vegetativos como las hojas y el tallo, en ocasiones la acción del frío es tan intensa y prolongada que el resultado es la muerte total de la planta.

Las heladas que con mayor frecuencia producen importantes perjuicios en los cultivos son las tardías y las tempranas; las heladas tardías se registran una vez terminado el invierno, al principio ó en plenitud de la primavera, y en forma inversa las heladas que se producen antes de la estación invernal, es decir

a mediados ó fines de otoño son las llamadas heladas tempranas; el daño causado sobre una determinada variedad agrícola, varía de acuerdo a la intensidad de la helada, y al momento del ciclo vegetativo en el que la planta se encuentre. En Zacatelco el número de heladas fluctúa entre 20 y 40 por año, en ocasiones las primeras se dan en los últimos días de septiembre, y los meses de mayor incidencia son noviembre, diciembre, enero y febrero.

1.6.2.- PRECIPITACION.

Analizando los datos de las estaciones de Puebla y Tlaxcala (tabla no. 4), se observa que la estación de lluvias en Zacatelco es el verano, y el promedio anual de precipitación es de 800 mm. Generalmente las lluvias comienzan en mayo y terminan en octubre; junio, julio, agosto y septiembre, son los meses más lluviosos, en ellos se concentra más del 70% de la precipitación total anual (tabla no. 5).

Zacatelco presenta dos máximos de lluvias, uno en junio y otro en septiembre; los meses en que la cantidad de precipitación es menor son diciembre, enero, febrero y marzo, el porcentaje invernal de lluvias no supera el 5% (figura no. 7). El número de días lluviosos es de 100 aproximadamente, y los días con precipitación inapreciable son 30. La época de sequía es larga, significa 8 meses en los que la humedad escasea, creando condiciones propicias para la erosión eólica.

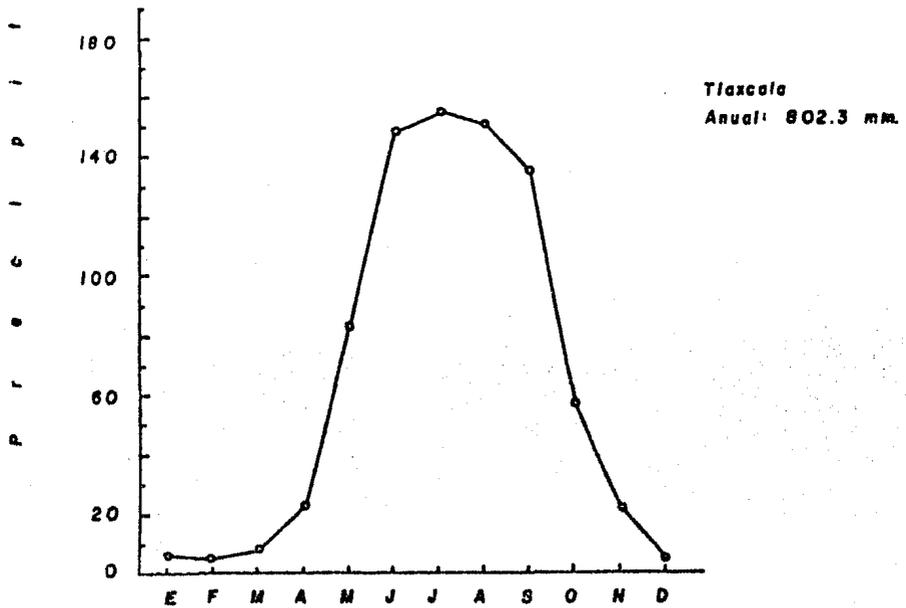
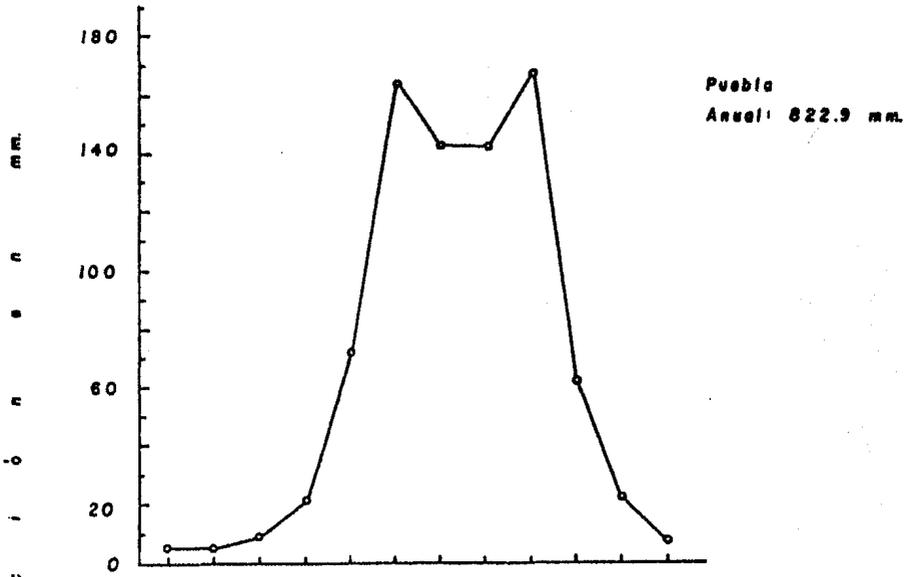
Tabla No.- 4
 Promedio Mensual de la Precipitación (mm.)
 Puebla y Tlaxcala.

| Estación | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Anual |
|----------|-----|-----|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|-------|
| Puebla | 6.0 | 5.6 | 6.7 | 21.8 | 72.2 | 164.1 | 143.0 | 143.4 | 167.3 | 62.2 | 20.9 | 7.7 | 822.9 |
| Tlaxcala | 6.6 | 5.0 | 8.1 | 23.0 | 83.0 | 149.2 | 155.6 | 150.7 | 135.5 | 67.5 | 22.9 | 5.9 | 802.3 |

Tabla No.- 5
 Porcentaje De Precipitación en los Meses
 Mas Lluviosos.

| Estación | Total de Precipitación en Los 4 meses mas lluviosos | % Del total anual |
|----------|--|-------------------|
| Puebla | 617.8 | 75.07 % |
| Tlaxcala | 591.0 | 73.6 % |

Figura No- 7, Precipitación Media Mensual.



Un fenómeno que se presenta en la temporada lluviosa, es el granizo, con un mínimo de 2 y máximo de 3 días el año, este fenómeno, no guarda un patrón de comportamiento definido y esta asociado con las lluvias, se ha observado que su máxima incidencia, se presenta en los meses de julio y agosto.

1.6.3.- EVAPORACION.

El ciclo hidrológico tiene en la evaporación, el agente más importante mediante el cual, el agua que generalmente procede de la atmósfera regresa a ella; en una región determinada este fenómeno consume la mayor parte de agua, comparado con el escurrimiento y la infiltración. La evaporación se lleva a cabo en los lugares donde el agua ó la humedad, quedan expuestos a la atmósfera. De acuerdo al método de estimación se definen dos tipos de evaporación, la potencial y la real; la primera se mide con los evaporímetros ó tanques de evaporación, son aparatos que proporcionan medidas efectuadas, sobre un volumen constante de agua, correspondientes a una superficie idealizada, que tendría que estar siempre saturada de agua, este método no refleja la realidad, de hecho lo que evalúa es el poder evaporante de la atmósfera. La evaporación real es cuantificada mediante fórmulas, que relacionan la evaporación que se produce en los cuerpos de agua libre, a partir de la humedad contenida en el suelo, y la que es transpirada por las plantas, através de sus funciones biológicas; no

existe un aparato adecuado para medirla pero los datos así obtenidos, se aproximan a la realidad. En general la evaporación tiene una relación muy íntima con la altitud, la precipitación y la temperatura, pues estos factores condicionan los incrementos y disminuciones, en la cantidad de agua evaporada a lo largo de un año.

Evaporación Potencial.

Para determinar las condiciones de evaporación potencial y real, imperantes en Zacatelco, fué necesario auxiliarse de los datos, de las estaciones localizadas en las ciudades de Puebla y Tlaxcala (tabla no. 6), pues como se ha mencionado con anterioridad, en este municipio no existe una estación que registre los datos necesarios.

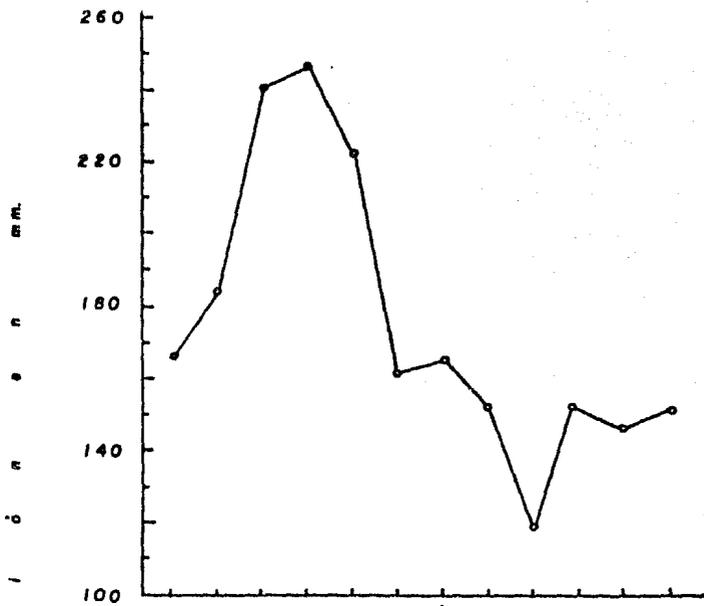
Zacatelco, como se observa en la tabla no. 6, registra un valor bajo de evaporación durante los meses de invierno; a medida que la temperatura aumenta también se incrementa la evaporación potencial, alcanzando un máximo en los meses de marzo, abril ó mayo (figura no. 8), al primero, el mes más seco del año, y abril ó mayo los más calurosos.

A fines de mayo con la llegada de las primeras lluvias, la evaporación potencial experimenta una baja sensible, al disminuir el poder evaporante de la atmósfera, a consecuencia del aumento de humedad causado por la precipitación, y es en septiembre, cuando la evaporación alcanza su valor más bajo durante la estación lluviosa; en octubre asciende, para disminuir otra vez en noviem-

Tabla No.- 6
 Promedio Mensual de la Evaporación
 Potencial.

| Estación | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Anual |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Puebla | 166.6 | 187.0 | 241.4 | 247.4 | 222.4 | 162.0 | 154.0 | 153.2 | 119.5 | 152.8 | 147.2 | 150.6 | 2114.1 |
| Tlaxcala | 138.9 | 160.4 | 219.5 | 214.4 | 202.8 | 167.6 | 155.3 | 152.3 | 139.6 | 152.8 | 138.8 | 129.4 | 1972.3 |

Figura No. 8.- Evaporación Potencial.



bre y diciembre.

La evaporación potencial en el área de Puebla, es ligeramente superior a 2,000 mm. y en Tlaxcala de alrededor de 1,900 mm., tal vez esta diferencia sea resultado de que Puebla recibe una insolación mayor (figura no. 9), que Tlaxcala; además debe influir la diferencia de altitud, menor en Puebla que en Tlaxcala. En el municipio de Zacatelco el valor de evaporación potencial, debe estar comprendido, entre 1,900 y 2,000 mm. La evaporación potencial no debe ser comparada con la precipitación, pues esta última es real y la primera potencial, y en latitudes como la de Zacatelco, la evaporación así definida resulta mayor que la altura anual de las lluvias.

Evaporación Real.

La evaporación real, comprende la suma de la evaporación generada en los cuerpos de agua, en la humedad del suelo y por la transpiración de las plantas; no es posible medirla con aparatos, para cuantificar su valor es necesario recurrir a fórmulas empíricas, que relacionan los valores de precipitación y temperatura característicos de un lugar. Una fórmula de uso muy común es la propuesta por Turc:

$$E = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Figura No. 9.- Insolación Mensual.

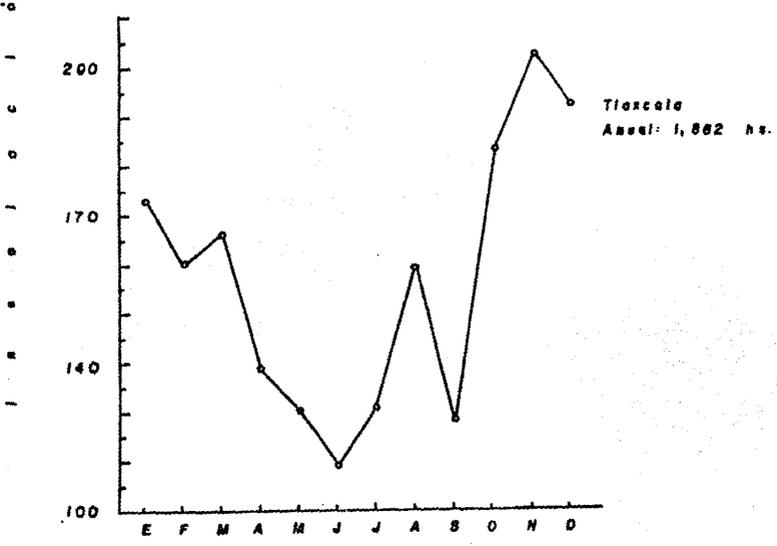
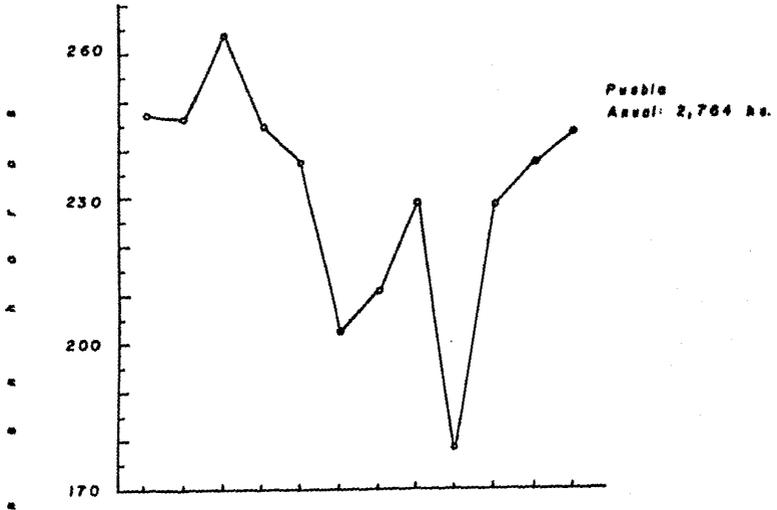
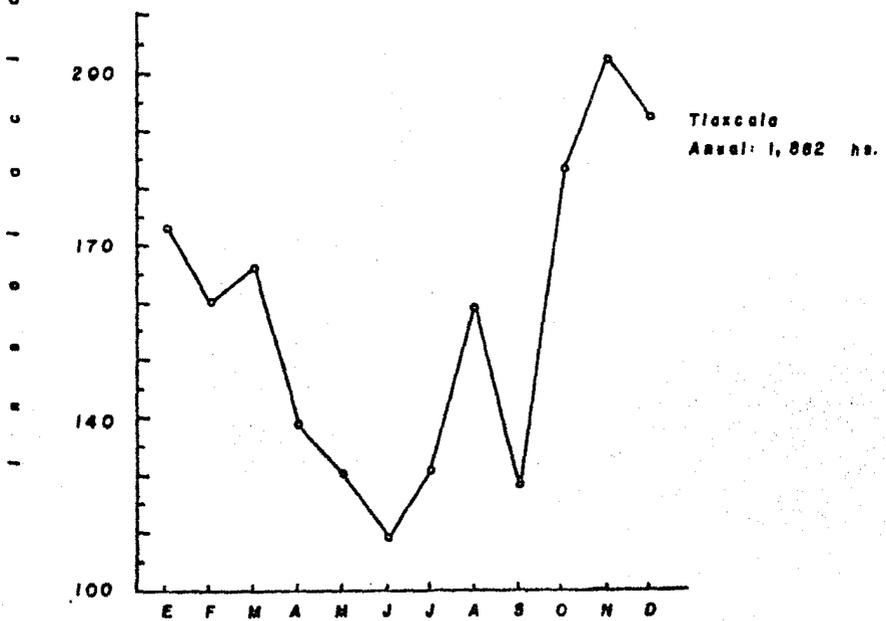
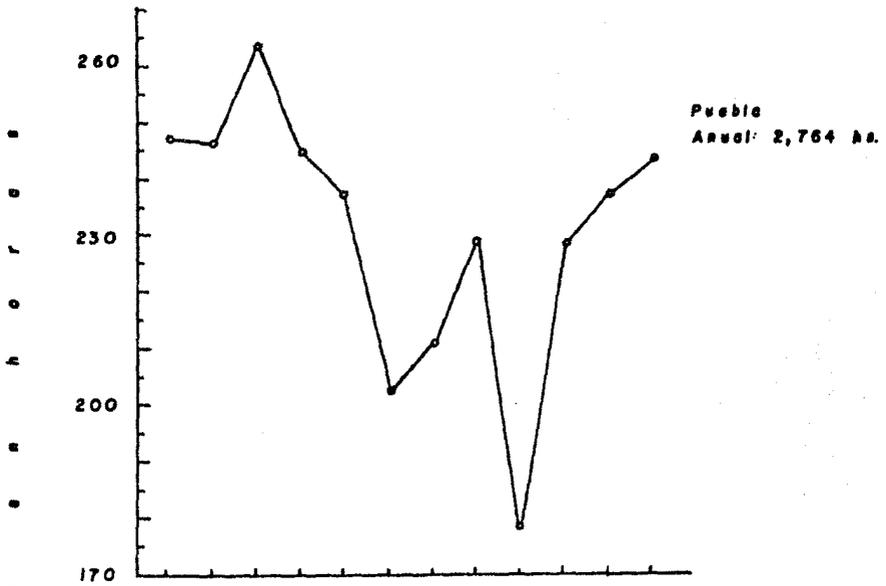


Figura No. 9.- Insolación Mensual.



Donde: $L = 300 + 25t + 0.05t^3$

E = evaporación real en mm.

P = precipitación anual en mm.

t = temperatura media anual en °C.

L = variable de acuerdo con el valor de t .

Tomando en cuenta que la precipitación media de la cuenca de Puebla-Tlaxcala, es de 800 mm. y la temperatura media anual de 16°C; el valor de la evaporación real fué calculado con estos datos:

$$P = 800 \text{ mm.}$$

$$t = 16^\circ\text{C.}$$

$$L = 904.8$$

$$E = \frac{800}{1.29} = 620.1 \text{ mm.}$$

$$1.29$$

El fenómeno así estimado involucra valores medios de temperatura y precipitación, elementos ligados a la evaporación; por una parte la capacidad de evaporación atmosférica, depende de la temperatura, y la precipitación suministra el agua necesaria, de tal forma que si se relaciona cualquiera de ellos con la evaporación, queda implícito el otro.

El dato que se obtuvo despejando los valores en la fórmula de Turc, es de 620.1 mm. de evaporación real, representativo para Zacatelco y toda la cuenca de Puebla-Tlaxcala.

La variación anual de la evaporación real, también es condicionada por la temperatura y la precipitación, el valor máximo es

alcanzado en marzo ó mayo, por la sequedad del ambiente y las altas temperaturas; con la llegada de las lluvias, la evaporación experimenta un descenso, alcanzando en septiembre el valor más bajo de la época lluviosa, el aumento de la humedad ambiental que trae la precipitación, provoca un descenso en el poder evaporante de la atmósfera; en octubre aumenta otra vez, y desciende en noviembre y diciembre.

Del total de agua que anualmente se precipita sobre Zacatelco, se pierde aproximadamente el 80%, esto significa que de los $24.24 \times 10^6 \text{ m}^3$, que llueven cada año, son evaporados $16.968 \times 10^6 \text{ m}^3$; son perdidos por escurrimiento $2.424 \times 10^6 \text{ m}^3$. La infiltración que contribuye a la recarga de los mantos subterráneos, es del 20% equivalente a $4.848 \times 10^6 \text{ m}^3$.

1.6.4.- INDICE DE ARIDEZ.

Los efectos dañinos que las altas temperaturas tienen sobre la vegetación, son menores que los causados por las temperaturas bajas; sin embargo cuando se combinan con una escasez de humedad ambiental, su efecto es desastroso; el viento cálido y seco, que actúa en una región bajo estas condiciones, incrementa la transpiración, provocando la deshidratación en los vegetales. Las variantes favorables ó desfavorables para la vida vegetal, entre la relación climática temperatura-humedad ambiental, son las que imprimen a una región el índice de aridez característico. Exis-

ten varias fórmulas para calcular el índice de áridez de un lugar, una de ellas ampliamente aceptada en investigaciones climatológicas, es la propuesta por el botánico francés Emberger:

$$Q = \frac{100P}{(T_M - T_m)^2}$$

Donde: Q = índice de áridez de Emberger.

P = precipitación anual en mm.

T_M = temperatura máxima media, del mes más caluroso.

T_m = temperatura mínima media, del mes más frío.

En esta fórmula se relacionan valores medios de temperatura máxima y mínima diaria, con la precipitación anual total, de tal forma que muestra las condiciones climáticas, que caracterizan el grado de áridez, en ella el valor de "Q", varía en forma inversa a la áridez de un lugar; no obstante presenta ciertas desventajas, cuando se aplica se detectan casos como el que dos lugares climáticamente diferentes, por ejemplo uno árido y otro semiárido, tengan el mismo índice de áridez. Para corregir este inconveniente, los investigadores Stretta y Mosiño, proponen la siguiente modificación:

$$I = \frac{T_m + 45}{Q}$$

Donde: I = índice de áridex modificado.

T_m = temperatura mínima media.

Q = índice de áridex original.

45 = constante

El índice calculado de esta manera aumenta conforme a la áridex del lugar, de tal modo que sus valores más elevados, se encuentran en las zonas áridas y semiáridas, y los más bajos en las costas húmedas.

El sistema utilizado para evaluar el grado de áridex existente en Zacatelco, fué el de Emberger modificado por Stretta y Mosiño, los datos fueron extraídos de las estaciones de Puebla y Tlaxcala (tabla no. 3), encontrándose los valores siguientes:

| | "Q" | "I" |
|----------|-------|------|
| Puebla | 220.9 | 22.9 |
| Tlaxcala | 217.6 | 22.8 |

De acuerdo a los rangos establecidos (ver anexo), los valores de "I" corresponden, a un grado de áridex "húmedo" y de hecho la diferencia entre las dos regiones no existe.

El área de Zacatelco presenta condiciones térmicas y pluviométricas, semejantes a las de las estaciones mencionadas, por lo que su grado de áridex no difiere, clasificándose en la misma condición de "húmedo"; esto significa que por lo menos desde el punto de vista, de la relación temperatura-húmedad ambiental, con la vida vegetal a lo largo del año, en la región de Zacatelco, las condiciones son favorables para los cultivos, sin tener en

cuenta otros fenómenos dañinos como las heladas ó el granizo.

1.6.5.- DEFINICION CLIMATICA.

Tipo: $Cw_1(w)big$

De acuerdo al sistema de clasificación climático de Koepen modificado, Zacatelco presenta un clima templado, de humedad media entre los climas templados subhúmedos (800 mm. anuales), la estación lluviosa es el verano, y registra un porcentaje invernal de lluvias, menor a 5%. La temperatura media anual es inferior a $22^{\circ}C$ ($16^{\circ}C$), y la del mes más frío menor a $18^{\circ}C$ ($14^{\circ}C$); la oscilación térmica no es muy acentuada, la diferencia entre los meses, más cálido y más frío respectivamente, no supere los $5^{\circ}C$. El mes más caluroso se presenta antes del solsticio de verano.

1.7.- ASOCIACIONES VEGETALES.

En el valle de Puebla-Tlaxcala el proceso de alteración del paisaje geográfico, fué iniciado hace 4,000 años (Lauer, 1979), en esta época la población hasta entonces nómada dejó de serlo, e introdujo el cultivo de especies alimenticias como el maíz, desencadenando la destrucción de la vegetación natural y pérdida de suelos, en un proceso que no ha sido detenido, hasta nuestros días.

El bosque existente en la actualidad muestra las huellas de la acción del hombre, que através de la apertura de zonas arboladas al cultivo, desarrollo de pastoreo, incendios y tala inmoderada, ha transformado extensas superficies; a pesar de esta destrucción, todavía es posible observar restos de la vegetación natural original, en las partes elevadas de los volcanes de la Sierra Nevada y la Malinche, hecho que hace posible establecer la conexión de estas especies, con las que seguramente existieron en la llanura que conforma el valle.

Relacionada con la altitud la vegetación actual, se distribuye de la siguiente manera:

A una altura de 4,800 metros, se encuentra el límite inferior de las nieves perpetuas, una zona con ausencia de vegetación.

De 4,800 a 4,300, se desarrollan gramíneas como *Festuca livida* y *Arenaria bryoides*; y de 4,000 a 4,300 metros, se localizan las especies *Festuca* y *Calamagrostis tolucensis*.

Entre 4,100 y 3,200 metros, se distribuye el bosque de *Pinus hartwegii*, intercalado en las partes bajas con *Abies religiosa*, y en las altas con la variedad de enebro *Juniperus monticola*.

De 3,200 y hasta 2,700 metros, se localiza el bosque de coníferas de alta montaña formado por *Abies religiosa*, *Pinus montezumae*, *Pinus taocote*, *Pinus pseudoarbuscula* y *Pinus ayacahuite*; acompañados por *Quercus laurina* y *Alnus firmifolia*. En esta región predomina la especie *Abies religiosa*.

Por abajo de 2,700 metros y aproximadamente hasta 2,300 me-

tros, crecen dos tipos de bosque mixto, diferenciados por el grado de humedad en que se desarrollan:

a).- Bosque de pinos y encinos semihúmedo, con la presencia de *Pinus montezumae*, *Pinus teocote* y *Pinus pseudostrobus*, mezclados con especies de *Quercus laurina* y *Quercus afinis*.

b).- Bosque de pinos y encinos semiárido, compuesto por *Pinus oaxacana*, *Pinus rudis*, *Pinus combroides* y encinos deciduos.

Por la existencia de las especies de pinos y encinos, descritas anteriormente, es lógico pensar que debieron ser individuos de estas especies, los que alguna vez poblaron el valle. Los resultados de análisis realizados sobre sedimentos polínicos, extraídos de la laguna de Acuitlapilco, a 5 kilómetros al norte de Zacatelco y del cráter Tlalocua, situado a 3,100 metros de altitud, en la vertiente occidental de la Malinche, comprueban esta suposición; es evidente que la llanura fué en otra época y aun hasta tiempos de la conquista española, un bosque formado por *Pinus hartwegii*, *Abies religiosa* y diversas especies de encinos, que constituían el género dominante; el lugar que este bosque primitivo tenía, fué ocupado por cultivos y la vegetación actual de la cuenca, -al mismo caso de Zacatelco- es secundaria, originada por aquella alteración, y se compone de fresnos (*Fraxinus* spp.), huejotes (*Salix* spp.) y ailites (*Alnus* spp.), que se distribuyen a lo largo de las corrientes superficiales de agua, y sobre las líneas divisorias de propiedades particulares; probablemente la introducción de estas especies, ha sido influida por

el hombre.

1.8.- POBLACION.

La fecha exacta de la fundación de Santa Inés Zacatelco, cabecera del municipio, se desconoce; la primer acta asentada en el libro número 1 de bautizos de la parroquia, tiene fecha del día 7 de mayo de 1646; sin embargo hasta mediados del siglo XVII, la población de Zacatelco dependía espiritualmente del convento de Tepeyanco fundado en 1529, los religiosos residentes atendían además de sus tareas espirituales, asuntos civiles de los pueblos bajo su jurisdicción, contándo para ello con libros en los que llevaban registro de bautizos, matrimonios y defunciones. La iglesia de Zacatelco fué elevada a la categoría de curato en el año de 1646, comenzando a partir de esta fecha a elaborar sus propios libros; los registros que hasta entonces se habían llevado en Tepeyanco, no fueron tránscritos a la nueva sede religiosa, perdiéndose con ellos la fecha de la fundación.

Por un censo eclesiástico efectuado en 1724, se sabe que la población de Zacatelco, era en esa época de 6,700 habitantes, los padrones de tributarios de aquel tiempo, proporcionen otras cifras pero no son datos muy confiables.

El primer censo general de población realizado en México tuvo lugar en 1900, y desde este año se ha seguido llevando a cabo, con una periodicidad de 10 años, las cifras obtenidas através de

ellos son reales. En la tabla no. 7, se muestra el número de habitantes registrados en Zacatelco, de 1930 a 1980.

Tabla No. 7

La Población de Zacatelco, según los
Censos de 1930 a 1980.

| 1930 | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 11,632 | 12,253 | 12,213 | 15,315 | 19,492 | 27,162 |

Es visible que el crecimiento de la población entre 1930 y 1950, fué mínimo, incluso en relación a 1940, el censo de 1950 registró una disminución en el número de habitantes; la causa de esta anomalía fué un aumento en la población migrante. A fines de la década de los 50's, se inició en la cuenca de Puebla-Tlaxcala el desarrollo de una zona industrial moderna, convertida en el presente en una de las más importantes del país.

El corredor tlaxcalteca que principia en Panzacola, pasa por Xicohtzingo, Zacatelco, Tlaxcala y se prolonga hasta Apizaco; y en Puebla la región, Puebla-San Martín Texmelucan, han generado fuentes alternativas de empleo, así la oportunidad de conseguir un trabajo diferente a la agricultura, ha retenido a la población, reflejándose en un aumento progresivo en el número de habitantes de 1960 a 1980.

De acuerdo al criterio aplicado en México, para clasificar a un núcleo de población como urbano, es necesario que este cuen-

te con un mínimo de 2,500 habitantes; actualmente las tres localidades que forman el municipio cumplen este requisito, pero la realidad es que únicamente la cabecera municipal, puede considerarse como población urbana, aunque sus habitantes tengan, igual que los de Santa Catarina Ayometla y San Lorenzo Axocomanitla, características de una vida semirural. Se estima que para el año 2,000, Zacatelco contará con una población de 43,645 habitantes, (calculada con una tasa de 2.4%, de crecimiento anual). La densidad de población es de 896.4 personas por km.²

Población Económicamente Activa.

En 1974 existen en Tlaxcala 119 fábricas, y de ese año a 1980 se construyeron 167 más, para hacer un total de 286, con una inversión estimada en 19,474 millones de pesos; el personal empleado se elevó de 8,928 en 1974 a 31,928 personas ocupadas en la industria en 1980.

En Zacatelco el sector industrial ha desplazado a la agricultura, como fuente principal de empleo para la población activa en la economía; todavía en 1960, este sector ocupaba únicamente a 1,273 personas (tabla no. 8), mientras que en el agropecuario trabajaban 2,677; el dominio de las actividades del campo era marcado, pero en las dos últimas décadas el acelerado desarrollo industrial, de la cuenca de Puebla-Tlaxcala, ha cambiado estas condiciones; Zacatelco forma parte del corredor industrial, más importante del Estado de Tlaxcala y además su cercanía a la zona fabril, de Puebla-San Martín Texmelucan, favorece la posibilidad,

Tabla No.- 8
Zacatelco.- Población Económicamente Activa
1960 a 1980.

| Año | Agricultura y Ganadería. | | I n d u s t r i a s | | | Comercio | Transporte | Servicios | Insuficientemente Especificado. | Total |
|------|-----------------------------|----------------|---------------------|--------------|---|----------|------------|-----------|------------------------------------|-------|
| | Extractiva | Transformación | Construcción | Electricidad | | | | | | |
| 1960 | 2,677 | 3 | 1,208 | 61 | 1 | 294 | 64 | 174 | 3 | 4,485 |
| 1970 | 1,582 | 0 | 1,709 | 46 | 6 | 264 | 122 | 306 | 329 | 4,372 |
| 1980 | 1,771 | - | 2,545 | - | - | 564 | 302 | 633 | 2,143 | 8,119 |
| %* | 21.8 | | 33.3 | | | 6.9 | 3.7 | 7.7 | 26.3 | 100% |

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO
 SECRETARÍA DE ECONOMÍA



*Porcentaje para 1980.

de que sus habitantes se ocupen en las industrias establecidas, pues la demanda de mano de obra es constante. En 1980 la población del municipio, empleada en la industria es de 2,706 individuos y en la agricultura trabajan 1,771, con lo que la economía municipal, ha dejado de sustentarse en las actividades primarias. Por otro lado el número de personas activas en los sectores de comercio, transporte y servicios, también se ha incrementado.

Un resumen de la ocupación de fuerza de trabajo por rama de actividad, muestra que la industria absorbe el 33.3%, la agricultura y ganadería 21.8%, el comercio 6.9%, transporte 3.7%, servicios 7.7%, y un porcentaje de 26.6% de la población activa, tiene empleo pero no especifica con claridad en que consiste, (X Censo General de Población y Vivienda, 1980).

CAPITULO 2

TENENCIA DE LA TIERRA.

2.1.- ANTECEDENTES.

El panorama actual de la tenencia de la tierra en nuestro país, es resultado de un largo proceso, iniciado en la etapa anterior a la conquista, experimentando en su evolución numerosas transformaciones, reflejadas en el grado de eficiencia alcanzado en diversas épocas, en el aprovechamiento del suelo, por lo que constituye un aspecto de gran importancia.

Antes de la conquista el procedimiento para repartir las tierras era sencillo, se iniciaba con la llegada de un grupo indígena a algún lugar determinado, y mediante la simple ocupación de las tierras, estas se dividían en varios callpuli ó barrios y se entregaban a las familias; los terrenos no se podían enajenar y únicamente se heredaban de padres a hijos en sucesión legítima. La posesión era anulada si un vecino cambiaba su residencia a otro barrio, ó si dejaba de trabajar durante tres años seguidos, previa advertencia.

A otras tierras se les llamaba tecpantlalli, eran las superficies de las que el rey se apoderaba en las provincias conquis-

tadas, y reservaba para sí ó entregaba a nobles y colaboradores, sin que esta posesión implicara el sentido de propiedad privada, pues se podía perder si la familia del usufructuario se extinguía ó en caso de contrariar al monarca.

Para sufragar los gastos del culto, los teocalli tenían señaladas sus tierras; y otras superficies conocidas como michimalli, eran destinadas para el mantenimiento del ejército en tiempos de guerra; estos terrenos se situaban cerca de los callpuli, y los vecinos tenían la obligación de cultivarlos.

Esta distribución aseguraba la subsistencia del mayor número de familias, y los cambios de posesionario no eran frecuentes; los desheredados quedaban fuera del poco movimiento que se operaba en esa sociedad, existiendo tres categorías de trabajadores del campo: los aparceros, los mayeques y los macehuales, de diferente condición económica; de los tres, era el aparcerero el que se encontraba en mejor situación, no tenía derecho sobre la tierra, pero participaba de la producción y era libre; en cambio el mayeque siendo posesionario no tenía libertad, sobre él se alzaba el vencedor que reclamaba parte de la producción, y debía contribuir además, al sostenimiento del cacicazgo vencido al que pertenecía. Finalmente el macehual dueño únicamente de su fuerza de trabajo, vivía de su labor en las tierras de los grandes propietarios, a cambio de un modesto jornal.

Al finalizar la conquista, el régimen de propiedad indígena fué destruido, la nueva estructura se inició con el reparto de la

tierra más fértil, sin embargo -al menos teóricamente-, los españoles respetaron los terrenos de los callpuli y los centros de población.

En los primeros años de la colonia, de la gente que llegó al nuevo mundo, pocos eran los que estaban dispuestos a cultivar la tierra con sus propias manos; el trabajo era imprescindible para mantener la colonia, y los españoles concluyeron que la relación correcta entre ellos y los indígenas, era la de señor a siervo, surgiendo de aquí la encomienda, en la que en teoría, la corona encomendaba cierto número de indígenas a un español, con derecho a exigirles tributo, y a cambio el encomendero se comprometía a impartirles instrucción religiosa y protegerlos; en realidad la encomienda consistió en un reparto de indios para el trabajo obligatorio, en las tierras de que habían sido despojados y en las minas.

La conquista espiritual, consolidó el dominio español sobre los habitantes del nuevo mundo, y propició el acaparamiento de tierras por parte de las ordenes eclesiásticas; las primeras propiedades que obtuvo el clero, fueron obsequios que hizo la corona para edificar iglesias y conventos, y posteriormente su riqueza aumentó con los donativos de algunos españoles; pero la fuente principal de concentración de tierras, fué el sistema de préstamos realizado con los propietarios de haciendas, y que estos garantizaban con sus títulos de propiedad; así a fines del siglo XVIII, la iglesia monopolizaba una enorme riqueza, que no se

vendía, gran parte de los terrenos no eran cultivados y no pagaban impuestos.

Al mismo tiempo los particulares también incrementaban sus propiedades, sobre todo los conquistadores, la corona otorgaba mercedes, dándose de preferencia a quienes habían servido en la guerra; las asignaciones eran con frecuencia de gran magnitud y pertenecían a 2 clases, la peonía y la caballería; la primera constaba de una superficie cercana a 50 hectáreas y la segunda de 300 (González de Cossío, 1981). La merced como institución al lado de la encomienda, formó el origen del derecho de propiedad.

El resultado fué dos siglos después de la conquista, la amortización en manos del clero y los particulares, de la mayor parte de la propiedad territorial; eran tan grandes las posesiones, que existía un desconocimiento absoluto de la tenencia de la tierra. En 1754, con la finalidad de regularizar esta situación, la corona española dictó algunas normas, originando las composiciones, consistentes en la medición y demarcación de las propiedades, y la corrección de los títulos; el procedimiento empleado propició la corrupción y derivó en la expedición de títulos, que otorgaban la posesión sobre terrenos que nadie sabía con certeza a quién pertenecían, y aun las tierras encomendadas patrimonio de los indígenas, fueron absorbidas. De esta acumulación de tierras iniciada con la merced real, de las compras fraudulentas en perjuicio de los indígenas y de las composiciones surgió la hacienda.

La Guerra de Independencia, en sus once años de duración, no modificó en realidad la estructura latifundista existente; de la época colonial sobrevivió el régimen de propiedad, en el que siguió destacando la riqueza de la iglesia y los españoles criollos, aun cuando las comunidades indígenas recuperaron alguna parte de sus terrenos.

En 1856 Benito Juárez emitió las Leyes de Reforma, nacionalizando los bienes del clero; las grandes superficies que habían estado en poder de la iglesia se pusieron en venta, resultando de ello una nueva concentración de la tierra, esta vez por parte de los hacendados más poderosos, pues eran los únicos que podían pagarlas.

En 1875, se promulgo la Ley General de Colonización, cuyo objetivo era facilitar la inmigración de extranjeros, y también surgieron las Compañías Deslindadoras, empresas particulares de colonización, que en el porfiriato formaron grandes latifundios, comparables con los que había poseído la iglesia. En esta situación se conservaría el campo, durante los 30 años que se mantuvo en el poder Porfirio Díaz, y aun el principio de la lucha revolucionaria de 1910; estimándose que en ese año, la población del país era de 15,200 000 habitantes y que 830 hacendados eran dueños del 97% de las tierras; 2% de ellas era propiedad de 500,000 personas y únicamente el 1% de la superficie, pertenecía a las comunidades. Habrían de pasar todavía algunos años, para que mediante la Ley del 6 de enero de 1915, Don Venustiano Cerranza

reintegrara a los pueblos indígenas, las tierras de que habían sido despojados, sentando así la base de la Reforma Agraria.

2.2.- LA TENENCIA DE LA TIERRA EN EL ESTADO DE TLAXCALA.

En el Estado de Tlaxcala existían en 1712, 87 haciendas y 58 ranchos (Gonzales Sánchez, 1969), de cuya superficie al ser intervenida por la Reforma Agraria, surgió la distribución actual de las tierras. El Censo Agropecuario de 1970, captó información de un total de 45,614 unidades de producción, clasificadas de acuerdo a su tamaño en tres grandes divisiones: unidades de producción privada mayores de 5 hectáreas; unidades de producción privada de 5 hectáreas ó menores, y los ejidos y comunidades agrarias, ocupando una superficie de 366,703.3 hectáreas, de las que 131,073.4 no son laborables, (tabla no. 9). De la cantidad total de unidades censadas, 45,423 son terrenos de propiedad privada, y 191 de ellas corresponden a predios ejidales y de propiedad comunal (184 ejidales y 7 de propiedad comunal).

De las 45,423 unidades con régimen de propiedad privada, que ocupan 179,134.0 hectáreas, aproximadamente el 44.11% de la extensión censada; 41,187 tienen una superficie de 5 hectáreas ó menor y se extienden sobre 41,477.9 hectáreas, correspondientes al 10.21% del total; de los restantes 3,936 predios, 456 fueron censados sin especificar la superficie; 1,256 son unidades no laborables, divididas en 61,589.4 hectáreas, y 2,224 se distribuyen

Tabla No.- 9
Tlaxcala.- Unidades de producción, por grupos de superficie de labor.

| Grupos de superficie has. | Total | | Laborable | | Propiedad | | Superficie has. | | Ejidales y C. | | Superficie has. | |
|---------------------------|---------|-----------|-----------|-------|-----------|-------|-----------------|-------|---------------|-------|-----------------|-------|
| | predios | has. | has. | % | predios | % | de labor | % | predios | % | de labor | % |
| Tlaxcala | 45,614 | 366,703.3 | 235,629.9 | 58.02 | 43,711 | 95.82 | 117,544.6 | 28.94 | 191 | 0.41 | 118,085.3 | 29.07 |
| hasta 1.0 | - | - | 13,442.7 | 3.31 | 28,902 | 63.35 | 13,442.7 | 3.31 | - | - | - | - |
| 1.1 a 5.0 | - | - | 28,035.2 | 6.90 | 12,285 | 26.93 | 28,035.2 | 6.90 | - | - | - | - |
| 5.1 a 10.0 | - | - | 9,485.9 | 2.33 | 1,316 | 2.88 | 9,485.9 | 2.33 | - | - | - | - |
| 10.1 a 25.0 | - | - | 8,727.7 | 2.14 | 547 | 1.19 | 8,708.3 | 2.14 | 1 | 0.002 | 19.4 | 0.004 |
| 25.1 a 50.0 | - | - | 10,929.2 | 2.69 | 287 | 0.62 | 10,463.3 | 2.57 | 12 | 0.028 | 465.9 | 0.11 |
| 50.1 a 100.0 | - | - | 16,952.0 | 4.17 | 209 | 0.45 | 15,409.2 | 3.79 | 20 | 0.042 | 1,542.8 | 0.37 |
| 100.1 a 200.0 | - | - | 23,507.8 | 5.78 | 128 | 0.28 | 18,903.1 | 4.65 | 31 | 0.066 | 4,604.7 | 1.13 |
| 200.1 a 400.0 | - | - | 24,419.2 | 6.01 | 32 | 0.07 | 8,963.0 | 2.20 | 54 | 0.11 | 18,456.2 | 3.80 |
| 400.1 y más | - | - | 100,130.2 | 24.65 | 5 | 0.01 | 4,134.0 | 1.01 | 73 | 0.18 | 95,996.3 | 23.63 |
| no laborables | 1,256 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

fuentes.- Censo Agropecuario, 1970.

Tlaxcala.- 406,092.3 hectáreas
Censadas 1970.- 366,703.3 90.30 %

Superficie laborable = 235,629.9 has. 58.02 %
" no laborable = 131,073.4 " 32.27 %
Otras 39,389.0 " 9.69 %

Propiedad privada = 179,134.0 44.11 %
Laborable 117,544.6 28.94 %
No laborable 61,589.4 15.16 %

Ejidales y Comdas. = 187,869.3 46.18 %
Laborable 118,085.3 29.07 %
No laborable 69,484.0 17.11 %

en una extensión de 76,066.8 hectáreas, siendo estos los terrenos mayores de 5 hectáreas y comprenden el 18.69%, de la superficie total.

El censo no capto el número de parcelas, en que se dividen los 191 predios ejidales y comunales para el trabajo individual; únicamente se cuenta con el dato de que a nivel nacional, existen 668,162 ejidatarios con una dotación menor de 5 hectáreas, incluyendo en esta cifra, únicamente a los ejidatarios que cuentan con tierras de labor. En Tlaxcala, uno de los Estados más poblados de la República Mexicana, en relación al número de habitantes, con su extensión territorial (142 habitantes por km.² en 1980), ha existido tradicionalmente una fuerte presión sobre el suelo; los predios ejidales y comunales, ocupan una superficie de 187,569.3 hectáreas, equivalentes al 46.18% del total y de estas únicamente son laborables 118,085.3, hecho que hace difícil, que los ejidatarios tengan una dotación individual de tierra útil, superior a 5 hectáreas.

Es notable en esta distribución, que de las 45,614 unidades de producción registradas, 41,187 ó sea más del 90% de ellas, son de propiedad privada y tienen una extensión de 5 hectáreas ó menor, ocupando únicamente un porcentaje de 10.21% de la superficie total, equivalente a 41,477.9 hectáreas; y sumando estas, a las 187,569.3 de los ejidos, totalizan 229,047.2 hectáreas, en las que se distribuyen todas las parcelas privadas y ejidales, que son de 5 hectáreas ó menores y unidas comprenden el 56.39%

de la superficie estatal; el tamaño de estas parcelas declina aun más, si se toma en cuenta que de la superficie ejidal, únicamente son laborables 118,085.3 hectáreas.

2.3.- EL CASO DE ZACATELCO.

De acuerdo a los datos recopilados por el Censo Agropecuario de 1970, de las 3,030.3 hectáreas que integran la superficie de Zacatelco, se dedican a la agricultura un total de 2,687.6, y de ellas únicamente son laborables 2,572.8 hectáreas; esta espacio agrícola se divide en 1,433 unidades de producción, 1,431 son de propiedad privada y 2 ejidales (tabla no. 10); existe un gran número de parcelas reducidas, siguiéndo en este aspecto, la tónica dominante en el Estado de Tlaxcala.

Las 1,431 unidades de producción privada, ocupan una superficie de 1,116.0 hectáreas, de las que 6.3 no son laborables; de acuerdo a su dimensión, estas unidades se dividen en tres grupos, que se encuentran en la siguiente situación: al primer grupo pertenecen 1,181 predios, son aquellos que tienen una extensión de 1 hectárea ó menor; en el segundo se encuentran 232 unidades, cuentan con una superficie que va de 1.1 a 5.0 hectáreas, 2 no son laborables; juntos el primer y segundo grupos, significan el 98.5% del total de predios y se distribuyen en 1,010.3 hectáreas. En el tercer grupo, se clasifican las unidades mayores de 5.0 hectáreas, siendo únicamente 14 predios, que se extienden sobre

Tabla No. 10
Zacateco.- Unidades de producción, por grupos de superficie de labor.

| Grupos de superficie has. | Total | | Laborable | | Propiedad | | Superficie has. | | Ejidos y C. | | Superficie has. | |
|---------------------------|---------|---------|-----------|-------|-----------|-------|-----------------|-------|-------------|------|-----------------|-------|
| | predios | has. | has. | % | predios | % | de labor | % | predios | % | de labor | % |
| Zacateco | 1,433 | 2,687.6 | 2,572.8 | 84.91 | 1,425 | 99.44 | 1,109.7 | 36.62 | 2 | 0.13 | 1,463.1 | 48.28 |
| hasta 1.0 | - | - | 523.3 | 17.27 | 1,181 | 82.41 | 523.3 | 17.26 | - | - | - | - |
| 1.1 a 5.0 | - | - | 487.0 | 16.07 | 230 | 16.04 | 487.0 | 16.07 | - | - | - | - |
| 5.1 a 10.0 | - | - | 84.4 | 2.78 | 13 | 0.90 | 84.4 | 2.78 | - | - | - | - |
| 10.1 a 25.0 | - | - | 15.0 | 0.49 | 1 | 0.06 | 15.0 | 0.49 | - | - | - | - |
| 25.1 a 50.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 50.1 a 100.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 100.1 a 200.0 | - | - | 130.8 | 4.31 | - | - | - | - | 1 | 0.06 | 130.8 | 4.31 |
| 200.1 a 400.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 400.1 y más | - | - | 1332.3 | 43.97 | - | - | - | - | 1 | 0.06 | 1,332.3 | 43.97 |
| no laborables | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

fuentes.- Censo Agropecuario, 1970.

Zacateco.- 3,030.0 hectáreas.
Censadas, 1970.- 2,687.6 = 88.69%

Superficie laborable.- 2,572.8 has. 84.91%
" no laborable.- 114.8 " 3.78%
Otras 342.4 " 11.30%

Propiedad privada = 1,116.0 has. 36.83%
Laborable 1,109.7 " 36.62%
No laborable 6.3 " 0.20%

Ejidos 1,571.6 has. 51.86%
Laborables 1,463.1 " 48.28%
No laborables 108.5 " 3.58%

100.1 hectáreas, de ellas 0.7 no son laborables y comprenden el 3.27% de la superficie municipal.

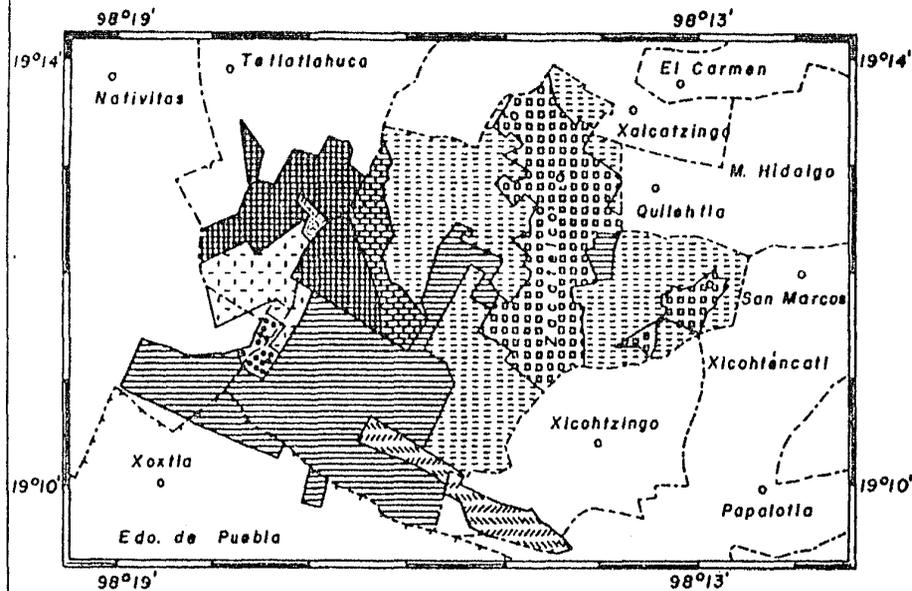
Con respecto a las 2 unidades ejidales, la situación no es mejor; la extensión total es de 1,571.6 hectáreas, el ejido de mayor superficie es el perteneciente a Santa Inés Zacatelco (figura no. 10), con una superficie de 1,400.0 hectáreas, de las que 67.7 no son laborables, el número de ejidatarios es de 1,078 y cada uno de ellos, tiene una dotación individual promedio de 1.25 hectáreas. Menor que el de Santa Inés, el ejido de San Lorenzo Axocomanitle, cuenta con 171.6 hectáreas y 40.8 de ellas no son laborables, tiene 148 ejidatarios con una parcela de 1.15 hectáreas cada uno.

Sobresale en esta estructura, la existencia de unidades de producción menores de 5 hectáreas, que entre privadas y ejidales, hacen un total de 2,587.5 hectáreas, equivalentes al 85.38% de la superficie agrícola total, y si a este hecho se agrega, que de las sobre pobladas 2,587,5 hectáreas, 114.1 de ellas no son laborables, la superficie media de que el agricultor dispone, se reduce aun más.

2.4.- LIMITACIONES.

Posiblemente sea aventurado definir al minifundio, como toda aquella propiedad agrícola, cuya superficie no exceda de 5 hectáreas, sin tener en cuenta otras características importantes

figura No.- 10



TENENCIA DE LA TIERRA.

Ejido de Aculahuac

" de Sta. Inés Z.

" de Sta. Isabel

" de San Lorenzo

" de Xicohtzingo

Ex-hacienda Sta. Agueda

" Los Reyes

Pequeña propiedad

Centros de población

Limite estatal

" municipal

0 1 2 3 4 km.

COLEGIO DE GEOGRAFIA

como son, el volumen y valor de la producción, el trabajo incorporado y el capital invertido; sin embargo se ha optado por ella, por ser la más comunmente aceptada y que además, se ajusta al objetivo seguido por este trabajo; partiendo de esa definición, se tiene que en Tlaxcala y Zacatelco, el 91.0 y 98.4% respectivamente, de los terrenos de propiedad privada y el total de los ejidales, se encuentran en esta situación, y sus propietarios, resienten las desventajas que van unidas a estas parcelas y que son -entre otras-, las siguientes:

- tierra insuficiente
- ingresos mínimos y bajo nivel de vida
- niveles técnicos primitivos
- dificultad en la obtención de créditos
- subempleo, migración, etc.

Estructurado así, el reparto actual de la tierra en Zacatelco, se caracteriza por la existencia de un gran número de pequeñas y sobrepobladas propiedades agrícolas, tanto ejidales como privadas, cuya superficie desde un principio inadecuada, disminuye aún más a causa de que deben sostener a más personas y por la subdivisión en el proceso de herencia. En este contexto, el campesino se ve obligado a buscar otra fuente de ingresos, ó definitivamente emigrar a la ciudad, en busca erróneamente, de mejores condiciones de vida.

CAPITULO 3

CARACTERISTICAS DEL USO DEL SUELO.

3.1.- ASPECTOS GENERALES DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS.

En Zacatalco predomina la agricultura de subsistencia, donde los cultivos frecuentemente son afectados por condiciones climatológicas adversas como las heladas, el granizo, sequías ó exceso de lluvias; a estos factores se suman las fuertes limitaciones que tienen los agricultores tanto de tierra como de capital, que los obliga a desarrollar una actividad paralela a los trabajos agrícolas, como obreros ó comerciantes en pequeño, que les permite complementar el ingreso familiar.

En los últimos tres años, (de 1982 al presente), la superficie irrigada se ha incrementado, pasando de 252.2 hectáreas en 1970, a 1634.9 en 1984, los terrenos de humedad residual suman 279.0 hectáreas y 658.8 son de temporal; el empleo de maquinaria para preparar las parcelas se ha generalizado, por lo menos en el rastreo y arado, las otras labores se realizan con tracción animal, la aplicación de fertilizantes químicos es común, y los agricultores reciben asistencia técnica por parte de la S.A.R.H.

Los cultivos más importantes, de acuerdo a la superficie cul-

tivada y valor de la producción, son el maíz, la alfalfa, el haba y el frijol; el total de hectáreas cultivadas en el municipio es de 2,572.8 (tabla no. 11).

De la superficie laborable, el maíz es sembrado en 2,490.5 hectáreas (96.8%), tanto en tierras de riego, como de humedad residual y temporal; en cultivo bajo riego y humedad residual, se obtiene un promedio de 2.5 toneladas de grano por hectárea, en temporal el rendimiento es de 1.5 toneladas; la inversión por hectárea es de \$15,000.0 a \$18,000.0, variando en función de la clase de terreno; la producción anual es de 5,579.5 toneladas, que a un precio de \$36.00 por kilogramo da un valor de \$200,862,000.0 (89.54%). Generalmente el maíz es destinado para el consumo familiar y no se vende; algunos agricultores lo utilizan como alimento para ganado porcino en pequeña escala, el rastrojo es conservado para forraje, la semilla utilizada es criolla y seleccionada de su propia cosecha. (El precio y valor total de todos los cultivos, esta referido al primer semestre de 1984).

La alfalfa verde tiene el segundo lugar en importancia, ocupa un total de 54.0 hectáreas (2.09%), la mayor parte de ellas en terrenos con riego y unas cuantas parcelas de algunos cientos de metros cuadrados, se distribuyen en las zonas de humedad residual y temporal; una hectárea rinde en promedio 8.0 toneladas cada sesenta días, que es la periodicidad con que se hacen los cortes, para la fertilización se emplea gran cantidad de abono natural; se realizan aproximadamente seis cortes por año, que

Tabla No.- II

Zacatecas.- Principales Cultivos y Valor de la Producción.

| Cultivos | Superficie cosechada Hec. | | | | | Rendimiento Kgs./ha. | | | Producción en kgs. | Precio medio ¢ | Valor de la producción ¢ | % |
|----------------|------------------------------|-------|---------|---------|----------|-------------------------|---------|----------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|-------|
| | total | % | riego | humedad | temporal | riego | humedad | temporal | | | | |
| Alfalfa verde | 84.0 | 2.09 | 84.0 | - | - | 48,000.0 | - | - | 2,592,000.0 | 8.00 | 20,736,000.0 | 9.24 |
| Frijol solo | 6.1 | 0.19 | - | - | 6.1 | - | - | 660.0 | 3,315.0 | 130.0 | 430,980.0 | 0.19 |
| Frijol interc. | 7.2 | 0.27 | - | - | 7.2 | - | - | 300.0 | 2,160.0 | 130.0 | 280,800.0 | 0.12 |
| Haba | 16.0 | 0.62 | 16.0 | - | - | 900.0 | - | - | 14,400.0 | 135.0 | 1,984,000.0 | 0.88 |
| Maíz | 2,490.5 | 96.8 | 1,564.9 | 279.0 | 646.5 | 2,500.0 | 2,500.0 | 1,500.0 | 5,579,500.0 | 56.0 | 200,862,000.0 | 89.64 |
| Total | 2,672.8 | 100.0 | 1,634.9 | 279.0 | 658.6 | - | - | - | - | - | 224,303,750.0 | 100.0 |

fuentes.- Encuesta de campo, 1984.

totalizan 48.0 toneladas por hectárea, y una producción de 2,592.0 toneladas, que a un precio de \$8.00 por kilogramo, da un valor de \$20,736,000.0 (9.24%), la mayor parte de la producción es consumida en Zacatelco, y se destina a la alimentación de ganado bovino, porcino y animales de trabajo, cierta cantidad es vendida a agricultores de otros municipios; es un cultivo muy productivo y con el riego, la superficie sembrada con alfalfa debe incrementarse; su permanencia sobre el terreno es de 4 ó 5 años.

La superficie cultivada con haba es de 16.0 hectáreas, se fertiliza con abono natural, por lo que la inversión es menor que en el maíz, es resistente al efecto de las heladas pero vulnerable a las plagas, y es necesario fumigar hasta tres veces, a partir de que empieza a florear; el rendimiento es de 900.0 kilogramos por hectárea y se cultiva únicamente en terrenos con riesgo ó humedad; en el ciclo de otoño-invierno pasado se cosecharon 14.4 toneladas, con un precio de \$135.0 el kilogramo y un valor total de 1,994,000.0; se comercializa ocasionalmente a nivel local.

Finalmente el frijol, que cada año se cultiva en menor escala, pues la presencia de plagas reduce hasta en un 30% la producción, se siembra intercalado con maíz ó solo; es muy sensible a las heladas tempranas y a la sequía, este año se sembraron 12.3 hectáreas, entre cultivo solo e intercalado y únicamente en tierras de temporal; el rendimiento por hectárea es de 650.0 kilo-

gramos y la cosecha de 5.475 toneladas, con un precio de \$130.0 el kilogramo y un valor total de \$711,750.0. La producción es consumida a nivel familiar y no se vende.

Los frutales, se siembran principalmente en las líneas divisorias de las parcelas, y no se les da cuidado alguno, existen perales, manzanos, duraznos, chabacanos y ciruelos; no tienen importancia económica.

3.1.1.- EPOCA DE SIEMBRA.

Una de las formas más eficientes de luchar contra las adversidades climáticas, que pueden afectar a los cultivos anuales de una región, es la de establecer con exactitud cual es la fecha óptima de siembra para la variedad elegida; se entiende por fecha óptima de siembra, aquella que brinda a la planta la menor suma de adversidades, desde la germinación hasta la cosecha, es decir el período de tiempo comprendido, entre las fases inicial y terminal del ciclo vegetativo, libre de fenómenos climáticos nocivos, como las heladas.

En Zacatelco el maíz y el frijol, son cultivados únicamente durante el ciclo agrícola de primavera-verano, pues su sensibilidad a las heladas restringe la estación de crecimiento; los dos cultivos son sembrados a partir de la segunda mitad del mes de marzo, y a más tardar a fines de abril, después de esta fecha no es recomendable hacerlo, pues se arriesga la producción, si

se presentan algunas heladas tempranas.

La alfalfa puede ser sembrada en cualquiera de los dos ciclos agrícolas, ya sea este el de primavera-verano ó bien otoño-invierno, aunque los agricultores prefieren hacerlo en marzo y abril, para aprovechar las lluvias.

El haba es cultivada únicamente en el ciclo de otoño-invierno, por su resistencia a las heladas, la siembra se inicia en el mes de octubre, una vez que la cosecha de maíz ha sido levantada, y se hace solo en terrenos con riego ó humedad residual; sin embargo la superficie aprovechada en este ciclo agrícola es reducida, aunque algunos campesinos siembran sbo, una planta forrajera, pero en escala menor aun que la del haba. La mayor parte de las tierras de riego y humedad residual, en las que se cultivo maíz y frijol durante el ciclo primavera-verano, se quedan sin trabajar hasta marzo del año siguiente.

3.1.2.- METODOS DE RIEGO.

La superficie con riego en Zacatalco, es de 1,634.9 hectáreas y el método para llevarlo a cabo, no es el mismo en las zonas irrigadas; en las partes norte, noroeste y este, se utiliza el agua extraída por bombeo, de los 13 pozos que ha perforado la S.A.R.H., para ser distribuida en los canales que la conducen a cada terreno, en estas areas el riego tiene un costo de \$120.0 por hora utilizada en regar cada parcela, (vigente en el primer

semestre de 1984). En el sur, oeste y suroeste del municipio, el sistema de irrigación funciona por gravedad y se realiza mediante pequeñas presas derivadoras, construidas en los ríos Atoyac, Zahuapan y en la zanja La Cadena, respectivamente; al cerrarse las compuertas de estos almacenamientos, el nivel del agua se eleva hasta que está, fluye libremente a los canales que la hacen llegar a cada terreno, en esta región el precio del servicio es de \$10.0 anuales por usuario, el costo es considerablemente menor, pues no existe consumo de energía eléctrica.

3.1.3.- ROTACION DE CULTIVOS.

La agricultura de Zacatelco se caracteriza por la práctica de monocultivo de maíz, en más del 95% de la superficie agrícola, situación que es influida por factores socioeconómicos, pues la condición minifundista de las parcelas, obliga a los agricultores a cultivar el maíz que les asegura, por lo menos una parte de los alimentos de consumo familiar, e impide la rotación de cultivos necesaria para conservar el suelo; los otros cultivos son leguminosas como la alfalfa, el haba y el frijol.

En el ciclo agrícola de primavera-verano, se siembra el maíz y el frijol, y el haba en el ciclo de otoño-invierno, una vez que la cosecha de los primeros ha sido levantada, pero el haba no se cultiva en gran escala, y la mayor parte de la tierra permanece sin producir hasta marzo del año siguiente; la alfalfa

con carácter de cultivo semipermanente, es sembrada en cualquiera de los dos ciclos. Sin embargo la alternancia de estos cultivos, no se hace de una manera ordenada y tampoco obedece a una técnica de rotación de cultivos, en la que se busque conservar la fertilidad del suelo, el objetivo es en el caso del haba, obtener un producto que complemente al maíz y frijol en la alimentación humana, y en la alfalfa el sostenimiento del ganado y los animales de trabajo.

3.2.- LA ACTIVIDAD PECUARIA.

Para analizar la evolución de la actividad ganadera en el municipio, fué necesario consultar datos correspondientes a los Censos Agrícolas de 1960 y 1970, respectivamente, pués debido a que los resultados del Censo Agropecuario de 1981, no han sido publicados, y es difícil conseguir cifras recientes y confiables, fué obligado recurrir a ellos; sin embargo para tener una idea de la situación actual que guarda este sector en Zacatelco, en la tabla no. 12 se muestra el desarrollo logrado por esta actividad, en el Estado de Tlaxcala entre 1960 y 1981, las cifras indican que se ha mantenido en una línea de crecimiento; tendencia a la que Zacatelco no debe ser ajeno.

De acuerdo a los datos (de 1960 y 1970) de la tabla no. 13, el balance de crecimiento es favorable para Zacatelco, sobre todo en los renglones de ganado bovino, porcino y lanar, en los que

Tabla No.- 12
Edo. de Tlaxcala.- Desarrollo ganadero, de 1960 a 1981.

| Año | Bovinos | Porcinos | Lanar | Caprino | Caballar | Mular | Asnal | Animales de trabajo | Aves |
|------------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|---------------------|---------|
| (1) 1960 | 42,443 | 64,891 | 102,996 | 38,217 | 8,308 | 11,683 | 52,323 | 55,938 | 482,113 |
| (2) 1981 | 110,447 | 190,842 | 214,905 | 45,350 | 33,895 | 62,050 | 37,573 | S/D | 384,936 |
| Incremento | 160.2 % | 194.0 % | 108.6 % | 18.6 % | 309.0 % | 602.3 % | -28.2 % | - | -20.2 % |

(1) fuente.- Censo Agropecuario, 1960.

(2) Anuario S.A.R.H., 1981.

Tabla No.- 13
Zacateco.- Desarrollo ganadero, de 1960 a 1970.

| Año | Bovinos | Porcinos | Lanar | Caprino | Caballar | Mular | Asnal | Animales de trabajo | Aves |
|------------|---------|----------|--------|---------|----------|---------|-------|---------------------|---------|
| 1960 | 937 | 3,414 | 272 | 26 | 441 | 70 | 1,544 | 1,741 | 11,533 |
| 1970 | 997 | 4,173 | 469 | 31 | 404 | 215 | 1,598 | 1,711 | 10,719 |
| Incremento | 6.4 % | 22.2 % | 72.4 % | 19.2 % | -8.4 % | 207.1 % | 3.4 % | -1.7 % | -7.06 % |

fuente.- Censo Agropecuario, 1960 y 1970.

se verificó un aumento entre 1960 y 1970, de 6.4%, 22,2% y 72.4%, respectivamente; esta tendencia debe haberse mantenido, durante la década de los 70's y aun el presente, pues la superficie irrigada y dedicada a cultivar forrajes, especialmente alfalfa se ha incrementado, con lo que es posible sostener un mayor número de cabezas, particularmente de bovinos y porcinos.

Los caprinos prácticamente no existen, y el ganado caballar experimentó una disminución de 8.4%; en contraste con el mulero que aumentó en más de 200% con respecto a 1960; el ganado asnal debe permanecer en una proporción constante, aunque en 1970 creció 3.4% en relación a 1960. En cuanto a los animales de trabajo su número debe mantenerse estable, pues aunque actualmente el empleo de maquinaria, es común en una parte de las labores agrícolas, otras continúan realizándose con tracción animal, y aun son bastante utilizados en el transporte de cosechas y forrajes.

La cría de aves se realiza a nivel doméstico y se destinan al consumo familiar, no existen granjas organizadas. El número fué en 1960 de 11,533 cabezas y disminuyó en 1970 a 10,719 con una baja de 7.06%.

3.2.1.- ASPECTOS DEL USO GANADERO EN EL SUELO.

Se puede considerar que la cría de ganado bovino y porcino, es de tipo intensivo (aunque incipiente), pues se combina con el cultivo de alfalfa, y además son las especies que por la venta de

carne y leche, reportan mayor beneficio económico; la leche se vende, únicamente cuando la demanda del consumo familiar ha sido satisfecha, el excedente tiene su principal mercado en la ciudad de Puebla, y la carne de bovinos y porcinos, se comercializa en su mayor parte a nivel local.

En Zacatelco no existen terrenos de agostadero, y todas las especies de ganado deben permanecer estabuladas la mayor parte del año, alimentándose con alfalfa y rastrojo; sin embargo durante la temporada de lluvias, todo el ganado (a excepción del porcino), es llevado al campo para aprovechar los pastos que se desarrollan en esta época.

3.3.- USO ACTUAL DEL SUELO AGRICOLA.

En términos generales los suelos de Zacatelco, se pueden clasificar como aptos para la agricultura, con limitaciones moderadas; es posible cultivarlos con los métodos ordinarios de labranza, disponen de suficiente agua ya sea por precipitación ó mediante sistemas de riego; la pendiente es suave prácticamente son terrenos planos, por ello están escasamente expuestos a la erosión y tienen buena retención de humedad. Ocasionalmente sufren inundaciones, debidas a fenómenos atmosféricos como ciclones ó lluvias intensas.

En el mapa de uso del suelo (figura no. 11), se observa la subdivisión de la superficie agrícola de Zacatelco; particular-

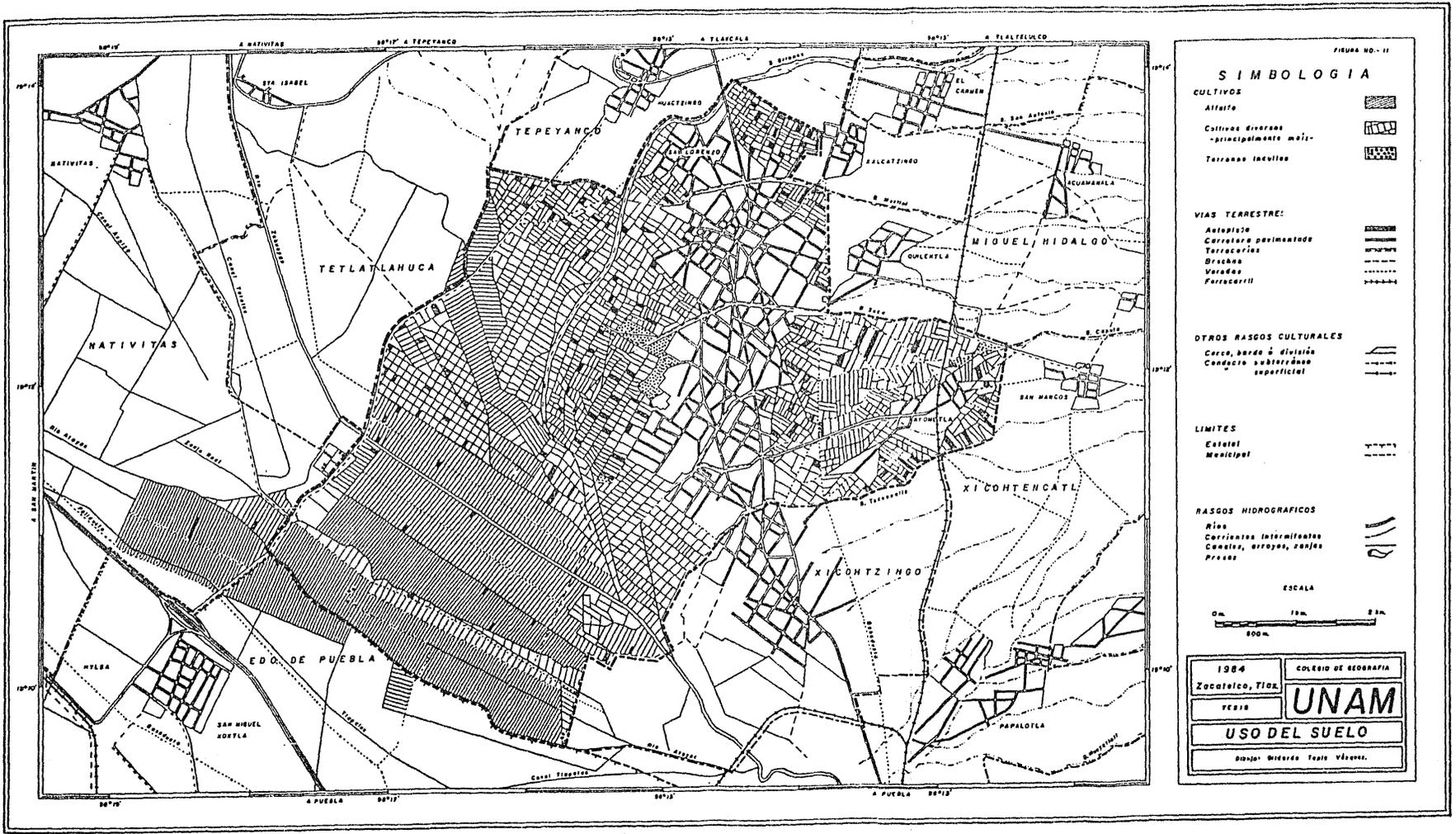


FIGURA NO. 11

SIMBOLOGIA

- CULTIVOS**
- Alfalfa 
 - Cultivos diversos -principalmente maíz- 
 - Terranos incultos 

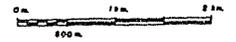
- VIAS TERRESTRES:**
- Autopista 
 - Carrilero pavimentado 
 - Tercerarias 
 - Brecha 
 - Vedas 
 - Ferrocarril 

- OTROS RASGOS CULTURALES**
- Corca, borde ó división 
 - Conducto subterráneo superficial 

- LIMITES**
- Estatal 
 - Municipal 

- RASGOS HIDROGRAFICOS**
- Rios 
 - Corrientes intermitentes 
 - Canales, arroyos, ranjos 
 - Presas 

ESCALA



| | |
|-----------------------------------|----------------------|
| 1984 | COLEGIO DE GEOGRAFIA |
| Zacateco, Tlax. | UNAM |
| TEXIS | |
| USO DEL SUELO | |
| Director: Ricardo Tejada Velasco. | |

ments es notable que en la parte norte del municipio, es donde se localiza la atomización extrema de la tierra, y en general se observa la estructura minifundista existente, y el uso actual del suelo, el núcleo principal de población se ha desarrollado en forma lineal a lo largo de la carretera Puebla-Tlaxcala; el trazo de las unidades de producción es diverso, en las áreas de propiedad privada del centro, norte y este, es desordenado e irregular, contrastando con las regiones sur y oeste, donde la forma es más ordenada, y corresponde a los terrenos ejidales, el límite entre las parcelas generalmente es marcado con árboles ó más sencillamente la división se hace con zanjas de algunos centímetros de profundidad.

Como se puede apreciar en el mapa, la superficie sembrada con maíz, supera el 90% de la extensión de Zacatalco, y muestra una aparente especialización del municipio, en la producción de este cereal, pero su amplia difusión es un reflejo de los factores socioeconómicos que influyen en su cultivo, y que de hecho obligan a los agricultores a sembrarlo; sin embargo conforme se ha desarrollado la superficie bajo riego, el cultivo de forrajes, especialmente alfalfa ha ganado terreno -de una superficie de 11.9 hectáreas sembradas con alfalfa en 1970, se han alcanzado 54.0 en 1984, con aumento de 453.7%-, resaltando sobre todo en las partes norte, oeste y este del municipio, donde la introducción de sistemas de riego, data de algunos años atrás; en el sur la irrigación es más reciente (de 1982 a la fecha), y el cultivo

de alfalfa aun es incipiente. Los frutales existen principalmente en las líneas divisorias entre las propiedades, y su importancia económica es nula.

El potencial de las áreas bajo riego y de humedad residual, para el desarrollo de una agricultura continúa, no es aprovechado íntegramente, pues en la mayor parte de estas tierras, se cultiva maíz en el ciclo agrícola de primavera-verano, y también se observan parcelas divididas en dos partes, una dedicada al cultivo de maíz y otra a la alfalfa, correspondiéndole siempre al primero la superficie más grande y al forraje en ocasiones, únicamente algunos cientos de metros cuadrados; cuando la cosecha de maíz es levantada, el porcentaje de estas tierras que se vuelve a utilizar, en el ciclo de otoño-invierno es muy bajo, con siembra de haba principalmente y otros cultivos en menor escala, y la mayor parte de los terrenos permanece improductiva hasta el año siguiente; de esta forma la práctica de una agricultura continúa, que debería de resultar del incremento en la superficie bajo riego es mínima, y no se ha reflejado en el logro de un mayor grado de eficiencia en el uso del suelo.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1.- CONCLUSIONES.

- La configuración topográfica de Zacatelco, -una llanura con altitud media de 2,200 metros sobre el nivel del mar y pendientes menores de 2^o-, y las propiedades naturales de las unidades de suelo presentes, son favorables para el desarrollo de las actividades agropecuarias.

- La presencia de corrientes superficiales de agua, como los ríos Atoyac, Zahuapan y algunos arroyos, asociada a la existencia de formaciones geológicas que favorecen la infiltración y almacenamiento subterráneo de aguas, crea una abundancia de recursos hidráulicos disponibles para la irrigación.

- Las condiciones de precipitación anual y humedad ambiental, imperantes en Zacatelco a lo largo del año, son favorables a la agricultura, sin embargo las heladas de otoño-invierno con un número anual de 20 a 40, restringen severamente la estación de crecimiento de algunos cultivos.

- Aun cuando el sector industrial ha desplazado al agropecuario, como fuente principal de empleo para la población econó-

micamente activa, éste último no ha perdido importancia, pues la población en general requiere de un continuo abastecimiento de alimentos que provienen del campo.

- La estructura agraria minifundista influye el monocultivo de maíz, se causa de ingresos mínimos y bajo nivel de vida; impide la mecanización total de las labores agrícolas y la introducción de técnicas de rotación de cultivos; propicia el subempleo y la emigración, y en general limita un uso eficiente del suelo.

- La producción de maíz en Zacatelco no se rige por la obtención de ganancias, para el agricultor representa un medio de satisfacer necesidades de consumo familiar, pues significa una fuente segura de alimentos, le permite aprovechar el rastrojo para sostenimiento de su ganado y le proporciona la semilla para la siembra futura.

- Los frutales como manzanos, duraznos, perales, chabacanos y ciruelos, existen principalmente en las cercanías de los centros de población, la producción no se comercializa y no tienen importancia en la economía del municipio.

- El incremento de la superficie irrigada permitirá la implantación de una agricultura continua, la diversificación de cultivos y estimulará la producción de alfalfa y otros forrajes, hecho que relacionado con el crecimiento registrado por la ganadería en el Estado de Tlaxcala entre 1960 y 1981, demuestran que en Zacatelco es posible el desarrollo de una ganadería de tipo

intensivo.

4.2.- RECOMENDACIONES SOBRE EL USO FUTURO DEL SUELO.

Una vez que el análisis de los factores naturales y sociales que influyen en el sector agropecuario de Zacatelco ha sido realizado, queda planteada la necesidad de proponer las alternativas para una utilización más eficiente del suelo; las recomendaciones deben ser acordes a la realidad y tomándo en cuenta las necesidades y disponibilidad de recursos de los productores, la finalidad es aprovechar íntegramente el espacio agrícola; concretamente las proposiciones son las siguientes:

- Introducción de sistemas de riego en la superficie que actualmente aun dependê de las lluvias anuales para producir; el agua necesaria pueda ser fácilmente extraída del subsuelo.

- Es necesario aprovechar al máximo la infraestructura de riego existente en Zacatelco, para ello se debe fomentar la práctica de una agricultura continua en la que se obtengan dos cosechas anuales y se aumente la productividad por unidad de superficie, pues actualmente debido al riesgo que representan las heladas, el porcentaje de tierras cultivadas en el ciclo de otoño-invierno es mínimo, y así el sistema de riego se encuentra sub-empleado; las variedades recomendadas (S.A.R.H., 1982) por su resistencia a las bajas temperaturas son ajo, cebolla, haba, papa y ferrejos como el ebo y la avena, entre otras.

- El cultivo de forrajes debe incrementarse, variedades como la alfalfa, avena y cebada, presentan buenas posibilidades económicas, además de una mayor resistencia a las condiciones climáticas adversas.

- La superficie dedicada a la siembra de frijol en Zacatelco no es muy amplia, pero siendo un producto básico en la alimentación del pueblo mexicano, su cultivo debe ser apoyado, para ello se recomienda la substitución de las semillas criollas utilizadas, por las variedades mejoradas desarrolladas en el I.N.I.A., pues estas presentan tolerancia y resistencia a las plagas y enfermedades más comunes de la región (conchuela *Epilachna varivestis*, el picudo del ejote *Apión godmani*, mosquita blanca *Demisia tabasi*; tizón común *Xanthomonas phaseoli*, etc.), y un grado de precocidad favorable (90 a 120 días), que disminuye el riesgo de daños por la presencia de heladas tempranas; utilizando estas semillas es posible obtener hasta 1,500.0 kilogramos por hectárea; las variedades existentes son, Negro Puebla, Negro 150, Amarillo 153, Amarillo 154, Canario 107 y Bayo 107, la elección de la semilla más adecuada, debe hacerse bajo la asesoría de los técnicos de la S.A.R.H.

- En Zacatelco ecológicamente, sí sería posible reorientar la agricultura hacia un cambio en la estructura de cultivos que permita diversificar la producción, pues existe una gran variedad de cultivos, principalmente hortalizas, que potencialmente podrían ser introducidos, pero en el marco minifundista en que

se desenvuelve la explotación agrícola municipal (aun cuando el agricultor deseara sembrar otro producto), es difícil que el maíz sea desplazado como cultivo principal del ciclo agrícola de primavera-verano; sin embargo existe la posibilidad de aumentar la productividad, pues en la encuesta de campo se detectó, que entre los productores existe un escaso nivel de adopción de variedades mejoradas, debido a que las semillas existentes presentan problemas de adaptación, pues producen una mazorca con centro grueso y grano pequeño, por lo que los agricultores prefieren utilizar maíces criollos, este problema puede ser superado desarrollando variedades genéticamente mejoradas, a partir de la semilla criolla local, pues en otras regiones del Estado como Huamantla y Cuapiaxtla, la utilización de híbridos ha permitido alcanzar cosechas de 2,400 a 6,500 kilogramos de grano por hectárea, en ambientes crítico y favorable respectivamente.

- La opción potencial que parece más viable e importante para Zacatelco, es el desarrollo de una economía agrícola mixta con base en el cultivo de maíz y alfalfa, combinada con la cría de ganado bovino lechero y porcinos (demostrada por el crecimiento ganadero de Tlaxcala durante el período 1960-1981; y la producción de leche que de acuerdo al Censo Agropecuario de 1970, fué de 16 millones de litros en ese año, y que en 1976 según datos de la S.A.R.H., se elevó a 40 millones, aumentando considerablemente), esta medida ayudaría a reducir el desempleo y mejoraría el nivel de vida de los productores, además de alcanzar un

uso más productivo del suelo. La explotación de este tipo podría ser llevada a cabo por una sociedad de producción entre ejidatarios ó pequeños propietarios, y para que fuera rentable sería necesario mejorar genéticamente el ganado criollo con programas de inseminación artificial y adquisición de sementales, ó bien substituirlo por razas lecheras de alto registro como Holstein, Shorthorn lechero ó Pardo suizo, que se pueden adaptar fácilmente a las condiciones climáticas locales, el crédito necesario podría ser otorgado por la institución oficial correspondiente y la producción sería industrializada en la planta de pasteurización existente en el municipio de Tetlatlahuca, ó en la de quesos y derivados de la leche que se encuentra en Tlaxcala, Tlax., la cercanía de Zacatelco a estas plantas reduciría el costo de transporte. El ganado porcino puede ser criado a nivel doméstico y para su comercialización se proponen dos opciones, la primera sería canalizar una parte de la producción al mercado en pie, y la otra se transformaría en pequeñas agroindustrias rurales para satisfacer la demanda local. Una segunda alternativa, es el establecimiento de una industria de derivados en el mismo municipio, pues éste forma parte del corredor industrial más importante de Tlaxcala, cuenta con buenas vías de comunicación y fuentes de energía; en esta planta se concentraría la producción porcina de Zacatelco y de toda la región sur del Estado de Tlaxcala, el objeto de esta industria sería realizar la producción pecuaria con el máximo grado de transformación y por tanto de un mayor va-

lor agregado. El mercado para los productos lácteos y porcinos, serían las ciudades de Puebla y el Distrito Federal principalmente.

- Otra medida necesaria para el aprovechamiento óptimo y conservación de los suelos, es la introducción de técnicas de rotación de cultivos, en la que debe figurar una leguminosa, el objetivo es la variación de las siembras para eliminar el monocultivo y evitar el agotamiento del suelo; la leguminosa usualmente utilizada es la alfalfa porque favorece la fijación de nitrógeno, e incrementa la materia orgánica en el suelo. El I.N.I.A. (citado por Luis Fuentes Aguilar, 1969), sugiere que la rotación de cultivos y estercoladuras más convenientes para ésta región, comprende un período de 10 años y se lleva a cabo de la manera siguiente:

1er. año: estiércol hasta marzo en que se siembra alfalfa.

2o. año: alfalfa.

3er. año: alfalfa.

4o. año: alfalfa, en octubre se alterna con trigo.

5o. año: alfalfa y trigo, de julio a octubre se obtiene semilla de alfalfa, octubre mes de estercoladura y siembra de trigo.

6o. año: trigo hasta junio, un mes de estercoladura y siembra de ajo ó cebolla.

7o. año: ajo ó cebolla, marzo a mayo estercoladura y siembra de maíz, octubre estercoladura y trigo.

8o. año: trigo de julio a octubre, estiércol, siembra de haba.

9o. año: haba, ejote ó frijol, mayo estercoladura, -maíz-, octubre estercoladura, avena forrajera.

10o. año: avena forrajera, abril estercoladura, siembra de remolacha.

1er. año: estiércol hasta marzo.....

La rotación de cultivos equilibra las pérdidas y ganancias de nutrientes en un suelo, y el resultado es un balance favorable a los cultivos utilizados, además es un auxiliar eficaz en el control biológico de las plagas, pues constituye una barrera temporal y espacial a la dispersión de parásitos especializados y disminuye el riesgo de daños por condiciones climáticas adversas como las heladas y sequías. El estiércol proporciona materia orgánica, mejora la estructura de los suelos y aumenta la disponibilidad de nitrógeno asimilable para las plantas.

A N E X O

ANÁLISIS DE LOS SUELOS DEL MUNICIPIO DE ZACATELCO.

| UNIDAD | Cambisoles | Fluvisoles | Gleysoles |
|--------------------------------|------------|------------|-----------|
| TEXTURA: | | | |
| - arenas | 50 % | 69 % | 68 % |
| - arcillas | 28 % | 11 % | 8 % |
| - limos | 22 % | 20 % | 24 % |
| Color: | 10YR3/2 | 10YR3/1 | 10YR3/1 |
| C. Eléctrica: | < 2 | < 2 | < 2 |
| pH (en agua): | 6.4 | 6.0 | 6.8 |
| M. Orgánico: | 0.4% | 1.6% | 1.3% |
| C.I.C.T. (meq/100 gms.) | 10.4 | 6.5 | 8.8 |
| K (meq/100 gms.) | 0.3 | 0.3 | 0.2 |
| Ca (meq/100 gms.) | 3.5 | 4.3 | 6.2 |
| Mg (meq/100 gms.) | 1.9 | 2.3 | 3.4 |
| Na (meq/100 gms.) | 0.1 | 0.1 | 0.1 |

fuate.- Síntesis Geográfica de
Tlaxcala, S.P.R., 1981.

**DOSIFICACION Y ENMENDANTES UTILIZADOS
PARA ALTERAR EL pH, EN LOS SUELOS.**

| pH EXISTENTE | pH DESEADO | ENMENDANTE | DOSIFICACION | OBSERVACIONES |
|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------|--|
| 7 a 8 | neutro | --- | --- | Basta con lavado y adición de materia orgánica. |
| 8 a 8.5 | neutro | yeso ó azufre | 3 ton./ha. 675 kgs./ha. | Combinar con lavado, y adición de materia orgánica. |
| más de 8.5 | neutro | yeso ó azufre | 5 ton./ha. 1.25 ton./ha. | Combinar con adición de abonos verdes, y materia orgánica. |

NOTA: existen otros enmendantes, pero son caros, el yeso y el azufre tienen precios accesibles.

fuentes: Solo M. y Fuentes A. El Uso del Suelo en la Región Huejutzingo- San Martín Tex. Puebla. U.N.A.M. 1969.

ESCALA DEL INDICE DE ARIDEZ.

| VALOR | CONDICION |
|------------|------------|
| 18 | muy húmedo |
| 18 - 28 | húmedo |
| 28 - 38 | subhúmedo |
| 38 - 53 | transición |
| 53 - 67 | semiárido |
| 67 - 118 | |
| 118 - 222 | árido |
| 222 - 500 | |
| 500 - 1000 | desértico |
| > 1000 | |

fuentes.- Jáuregui O., y Soto M.
Isotermas Extremas e
Índice de Aridez en
la Rep. Mexicana,
U.N.A.M. 1965.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Acuña Rosete, Jesús. Observaciones Sobre Aspectos Económicos del Minifundio. Tesis I.T.A.M., Escuela de Estudios Económicos y Sociales. México, 1970.

Aeppli, Hans y Schonhals, Ernst. Los suelos de la Cuenca de Puebla-Tlaxcala. Fundación Alemana para la Investigación Científica. México, 1975.

Barbosa Cano, Manlio. La Polución Ambiental en la Región de los Corredores Industriales de Puebla y Tlaxcala. Revista Crítica No. 10, U.A.P., Puebla, Méx. 1981.

Dirección General de Estadística, S.I.C. Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal de 1960, Edo. de Tlaxcala. México, D.F.

Dirección General de Estadística, S.I.C. Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal de 1970, Edo. de Tlaxcala. México, D.F.

Foth, H. D. y Turk, L.M. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Cia. Editorial Continental, México, 1975.

Fuentes Aguilar, Luis y Soto Mora, Consuelo. El Uso del Suelo en la Región Huejotzingo-San Martín Texmelucan Pue. Instituto de Geografía, U.N.A.M. México, 1969.

García, Enriqueta. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Instituto de Geografía, U.N.A.M. Tercera Edición. México, 1981.

González de Cossío, Francisco. Historia de la Tenencia y Explotación del Campo, Desde la Época Precortesiana hasta 1915. Secretaría de la Reforma Agraria. México, 1981.

González Sánchez, Isabel. Haciendas y Ranchos de Tlaxcala en 1712. I.N.A.H. México, 1969.

- Heine, Klaus y Heide-Waise, Helga. Secuencia de las Erupciones en el Volcán de la Malinche y en la Sierra Nevada, Durante los últimos 40,000 años. Comunicaciones No. 7, F.A.I.C. Puebla, Méx. 1973.
- Hilger, Wolfgang. Observaciones Respecto a la Geología de la Región de Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones No. 7, F.A.I.C. Puebla, Méx. 1973.
- Jáuregui Ostos, Ernesto. y Soto Mora, Consuelo. Isotermas Extremas e Índice de Aridez en la República Mexicana. Instituto de Geografía, U.N.A.M. México, 1965.
- Jáuregui Ostos, Ernesto. Mesoclima de la Región Puebla-Tlaxcala. Instituto de Geografía, U.N.A.M. México, 1968.
- Klink, Hans-Jurgen. La División de la Vegetación Natural en la Región de Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones No. 7, F.A.I.C. Puebla, Méx. 1973.
- Knoblich, Klaus. Las Condiciones de las Aguas Subterráneas en la Cuenca de Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones No. 7, F.A.I.C. Puebla, Méx. 1973.
- Lauer, Wilhelm. Medio Ambiente y Desarrollo Cultural en la Región de Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones No. 16, F.A.I.C. Puebla, Méx. 1979.
- Maderay R., L. Elena. Análisis de la Evaporación Media en la Cuenca del Río Conchos. Sobretiro del Instituto de Geografía, Vol. 5, U.N.A.M. México, 1974.
- Maderay R., L. Elena. Balance Hidrológico de la Cuenca del Río Tizer, Durante el Período 1967-1968. Tesis U.N.A.M., Colegio de Geografía. México, 1971.
- Morín, Claude. Sta. Inés Zacatelco (1646-1812), Contribución a la Demografía Histórica del México Colonial. I.N.A.H. México, 1973.

Ohngemach, Dieter. Análisis Polínico de los Sedimentos del Pleistoceno Reciente y del Holoceno en la Región Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones No. 7, F.A.I.C. Puebla, Méx. 1973.

S.A.R.H. Tlaxcala, Plan de Desarrollo Agropecuario y Forestal 1982-1988. Vols. I y II. México, 1982.

S.A.R.H., D.G.E.A. Variedades Autorizadas de los Principales Cultivos con las Indicaciones para la Época de Siembra y Cosecha, Ciclo Otoño-Invierno 1981-82. México, 1981.

S.A.R.H., D.G.E.A. Estadística del Subsector Pecuario en los Estados Unidos Mexicanos. México, 1981.

S.A.R.H., I.N.I.A. Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el Estado de Tlaxcala. México, 1981.

S.P.P. Carta Topográfica "Puebla", Clave E14-B43 Escala de 1:50,000. México, 1978.

S.P.P. X Censo General de Población y Vivienda, Estado de Tlaxcala. México, 1982.

S.P.P. Síntesis Geográfica de Tlaxcala, (Con Anexo Cartográfico). México, 1981.

Von Erffa, Axel; Hilger, Wolfgang; Knoblich, Klaus y Weil, Richard. Geología de la Cuenca Alta de Puebla-Tlaxcala y sus Contornos. Comunicaciones No. 13, F.A.I.C. México, 1976.



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA