

00376



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

3  
2ej.

**ECOLOGIA Y CONTAMINACION EN LA REGION NORESTE  
DEL LAGO DE TEXCOCO, EJIDOS DE CHICONAUTLA Y  
TEPEXPAN, ESTADO DE MEXICO**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL  
GRADO ACADEMICO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
(ECOLOGIA Y CIENCIAS AMBIENTALES)  
P R E S E N T A**

**BIOL. OSCAR MENDOZA ANGELES**

**MEXICO, D. F.**

**DICIEMBRE DE 1992**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

A) CONTENIDO.

1

	PAG.
I. PRIMERA SECCION:	
A) CONTENIDO.	1
B) INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.	2
C) RESUMEN.	4
D) INTRODUCCION.	5
E) OBJETIVOS.	8
F) ANTECEDENTES:	9
F.1. Estudios sobre suelos.	9
F.2. Estudios sobre agricultura.	10
F.3. Estudios sobre vegetación.	10
F.4. Estudios sobre fauna.	11
F.5. Otros estudios.	12
F.6. Termoeléctrica del Valle de México.	12
G) DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO:	14
G.1. Localización.	14
G.2. Clima.	14
G.3. Hidrología.	18
G.4. Suelos.	19
G.5. Geología.	19
G.6. Morfología y Fisiografía.	20
G.7. Vegetación.	21
G.8. Fauna.	22
G.9. Aspectos socioeconómicos.	23
H) METODOLOGIA.	25
I) RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS:	29
I.1. Estudio de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua.	31
I.2. Estudio de la vegetación.	57
J) CONCLUSIONES.	79
II. SEGUNDA SECCION	
ANEXO A. DESCRIPCION HISTORICO AMBIENTAL DE LA REGION NORESTE DEL LAGO DE TEXCOCO:	
1. Vegetación.	83
2. Fauna.	84
ANEXO B. MANEJO TRADICIONAL DE RECURSOS NATURALES.	90
ANEXO C. MEMORIA HISTORICA DE LA REGION NORESTE DEL LAGO DE TEXCOCO.	107
ANEXO D. PLANTAS MEDICINALES.	117
ANEXO E. SISTEMAS AGRICOLAS.	120
ANEXO F. TOPONIMIA, FIESTAS, TRADICIONES Y COSTUMBRES.	131
III. BIBLIOGRAFIA.	135

## B) INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

	PAG.
FIG.1. Ubicación del área de estudio en la República Mexicana.	15
FIG.2. Mapa fisiográfico del área de estudio.	16
FIG.3. Diagramas ombrotérmicos para la zona de estudio.	17
TABLA I. Resultados de los análisis fisicoquímicos y biológicos efectuados a las muestras del agua de desecho de la termoeléctrica (ADT) y del agua estancada (AE).	29
FIG.4. Gráfica que muestra los valores de pH a lo largo del año.	32
FIG.5. Gráfica que muestra los valores de salinidad.	34
FIG.6. Gráfica que muestra los valores de DQO.	34
FIG.7. Gráfica que muestra los valores de DBO <sub>5</sub> .	36
FIG.8. Gráfica que muestra los valores de O.D.	36
FIG.9. Gráfica que muestra los valores de conductividad.	38
FIG.10. Gráfica que muestra los valores de coliformes totales.	38
FIG.11. Gráfica que muestra los valores de sulfatos.	40
FIG.12. Gráfica que muestra los valores de cloruros.	40
FIG.13. Gráfica que muestra los valores de nitrógeno orgánico.	42
FIG.14. Gráfica que muestra los valores de nitrógeno amoniacal.	42
FIG.15. Gráfica que muestra los valores de nitritos.	44
FIG.16. Gráfica que muestra los valores de nitratos.	44
FIG.17. Gráfica que muestra los valores de fosfatos.	46
FIG.18. Gráfica que muestra los valores de silicatos.	46
FIG.19. Gráfica que muestra los valores de temperatura.	48
FIG.20. Gráfica que muestra los valores de sólidos sedimentables.	48
FIG.21. Gráfica que muestra los valores de dureza total.	50
FIG.22. Gráfica que muestra los valores de dureza al Ca <sup>++</sup> .	50
FIG.23. Gráfica que muestra los valores de alcalinidad total.	51
FIG.24. Gráfica que muestra los valores de alcalinidad a la fenolftaleína.	51
FIG.25. Gráfica que muestra los valores de CO <sub>2</sub> .	53
FIG.26. Gráfica que muestra los valores de acidez.	53
FIG.27. Gráfica que muestra los valores de aceites y grasas.	55
FIG.28. Gráfica que muestra los valores de SAAM.	55
CUADRO I. Lista florística del pantano de la región Chiconautla-Tepexpan.	57
FIG.29. Histograma de las formas de vida de la flora de pantano.	58
CUADRO II. Resultados del análisis cualitativo, por el método de transecto en línea, para la vegetación de pantano.	59

FIG.30. Gráfica de gradiente de profundidad-especies de la zona de pantano.	61
CUADRO III. Resultados del análisis cuantitativo, por el método fitosociológico, para la vegetación de pantano.	62
FIG.31. Perfil de la vegetación de pantano.	65
FIG.32. Perfil de la parte sur de la vegetación de pantano.	66
FIG.33. Perfil de la parte norte de la vegetación de pantano.	67
FIG.34. Danserograma de las formas de vida de la zona de pantano.	68
CUADRO IV. Resultados del análisis cuantitativo, por el método de la línea de Canfield, para la vegetación de pastizal.	69
FIG.35. Perfil de la vegetación de pastizal.	72
FIG.36. Danserograma de las formas de vida de la zona de pastizal.	73
CUADRO V. Resultados de las pruebas fisicoquímicas del sedimento y suelo de la región noreste del lago de Texcoco.	75
CUADRO VI. Secuencia de la aparición de las diferentes forma vida animal en la Tierra, incluida la del Hombre.	92
CUADRO VII. Secuencia cronológica de las poblaciones de la cuenca de México.	93
FIG.37. Perfil del suelo de la zona de pastizal.	125
FIG.38. Perfil de los sistemas de cultivo de la región Chiconautla-Tepexpan.	126
FIG.39. Diágrama del flujo de materia y energía de los sistemas agrícolas de la región Chiconautla-Tepexpan.	129

## C) RESUMEN.

En el presente trabajo se estudiaron los aspectos de contaminación del agua, vegetación acuática y subacuática, manejo de recursos naturales, tradiciones y costumbres de la región noreste del lago de Texcoco, Estado de México.

Es una zona de clima semiseco o estepario que se ubica dentro de la cuenca de México y que comprende el área establecida entre los límites de los municipios de Ecatepec, Acolman, Tezoyuca y San Salvador Atenco.

Para el estudio de la contaminación del agua, se realizaron análisis fisicoquímicos y biológicos para determinar la calidad de uso del agua, y un examen fisicoquímico del sedimento del lago. Por lo que respecta al estudio de la vegetación acuática y subacuática se utilizó la técnica fitosociológica que describe y nombra una lista de asociaciones vegetales tomando como base las especies más obvias; además, se realizaron esquemas fisonómicos como el danserograma, el perfil semirrealista y el espectro de las formas de vida. Se hizo un análisis fisicoquímico y una descripción del perfil del suelo de la zona de pastizal.

El estudio del manejo tradicional de los recursos naturales, tradiciones y costumbres comprendió la realización de entrevistas abiertas con los productores, autoridades civiles y religiosas, la revisión de bibliografía y el registro de los procesos productivos en tiempo y espacio.

El agua de la región noreste del lago de Texcoco tiene entre sus principales contaminantes los hidrocarburos, detergentes y bacterias coliformes, en concentraciones tales que la hacen adecuada para usos industriales. La vegetación es una interrelación de pastizal y pantano, donde las asociaciones predominantes son Dystichlis-Sporobulus y Lemna-Scirpus, respectivamente. Es una región donde la explotación tradicional de recursos naturales y sus costumbres van ligadas al manejo y protección del ambiente, pero que tienen la amenaza de desaparecer por presiones de tipo político, económico y social.

Este trabajo cumplió con los objetivos establecidos, comprobándose que la metodología empleada brinda información real y concreta de las condiciones ecológicas y humanas. Por lo que se recomiendan una serie de estudios similares en otras zonas del país, para que se rescaten valores humanos históricos que sirvan de base en el mejoramiento y conservación de la naturaleza, y para el entendimiento de las actividades industriales y su impacto sobre el medio natural.

## D) INTRODUCCION.

La cuenca de México ha sido a lo largo de la historia, la zona de mayor importancia económica, política, social y cultural de Mesoamérica (SARH, 1983).

Los primeros pobladores de la cuenca habitaban una gran zona lacustre, formada por numerosos lagos comunicados entre sí: los de Zumpango y Xaltocán en el Norte, los de Xochimilco y Chalco en el Sur, y en el centro, los de México y Texcoco; el área de la zona lacustre de la cuenca era aproximadamente de 2000 km<sup>2</sup> (80%). Las laderas de la cuenca en las partes sur, oriente y poniente, estaban cubiertas por extensas zonas boscosas, las que eran aprovechadas en forma primitiva por los naturales (DDF, 1975).

Con la conquista española se introdujeron especies animales y vegetales, se luchó por desecar los lagos, se abrieron nuevas tierras de cultivo (desvastando los bosques) y se construyeron casas sobre zonas pantanosas. En otras palabras, el ambiente empezó a sufrir desastrosos e irreversibles cambios (Imaz, 1989).

A fines del siglo XIX, se consolidó el proceso de industrialización en la cuenca de México, convirtiéndose así en el centro de las comunicaciones, de los negocios y del desarrollo manufacturero del país. A medida que la industrialización fue demandando suelo para su crecimiento, los fraccionadores seleccionaron para su venta terrenos bajos e inundables de la cuenca para niveles económicos bajos y fraccionamientos residenciales con todos los servicios para la gente de elevados niveles económicos (Cervantes, 1990).

El crecimiento urbano invadió áreas agrícolas y el talud de las sierras se ocupó con cultivos; aumento la tala de árboles, lo cual provocó la erosión de la tierra. Siguió la desecación de los lagos, la deforestación y la extracción de agua potable del subsuelo (Cervantes, 1990).

A principio del presente siglo (década de los 30's), se expropiaron los latifundios que se hallaban localizados en la cuenca de México y colindantes con el área urbana, y se asignaron para ejidos y comunidades agrarias. Para 1940, el área urbana ocupaba una superficie de 115 km<sup>2</sup> contenida en territorio del D.F.; la industria y la vivienda para niveles económicos bajos se desarrollaban hacia el norte y el este (Cervantes, 1990).

En 1970, la población metropolitana de la ciudad de México aumentó a cerca de 9 millones de personas; la ciudad se extendió hacia los municipios conurbados del Estado de México, principalmente al norte, al oriente y al poniente; el área urbana llegó a 660 km<sup>2</sup> (Cervantes, 1990).

Actualmente, el área metropolitana de la ciudad de México (D.F. y 17 municipios conurbados del Estado de México) alcanza 18 millones de personas en un área de 1300 km<sup>2</sup> y presenta una gran degradación ambiental (INEGI, 1990).

Precisamente, uno de los elementos de mayor peligro para la integridad ecológica de la cuenca de México es la contaminación ambiental. La contaminación es la introducción o el incremento

anormal de sustancias que pueden ejercer un efecto dañino sobre los organismos, en los ecosistemas. Dichas sustancias pueden ser compuestos orgánicos, inorgánicos o energía existentes en la biosfera, cuya concentración se incrementa anormalmente por efecto de las actividades humanas, o productos sintéticos cuya estructura es diferente a la de cualquier otro compuesto existente en la naturaleza; esta diferencia es de gran importancia, ya que determina la capacidad del ambiente para tolerar o amortiguar los efectos de un contaminante (Vizcaino, 1987).

Altas concentraciones de contaminantes ocasionan, fundamentalmente, alteraciones en el microclima (manifestación local de las variaciones en humedad y temperatura); en el área metropolitana de la cuenca de México, la elevada contaminación, la enorme superficie asfaltada y construida, la concentración humana, el desecamiento de los lagos, las industrias y los automóviles, han provocado que las heladas sean menos frecuentes ahora, que las temperaturas altas sean más extremas y que hayan desaparecido una gran variedad de plantas y animales (Vizcaino, 1987).

Existe una planta industrial en la zona metropolitana de la ciudad de México de 30,000 establecimientos (entre ellas las termoeléctricas Antonio Luque y la del Valle de México), que arrojan a la atmósfera y al agua diversos contaminantes; circulan cerca de 4 millones de vehículos que generan altas concentraciones de plomo, azufre, CO, HC y óxidos de nitrógeno en la atmósfera. Se generan más de 15 mil toneladas diarias de basura, la cual es depositada en su mayoría en tiraderos a cielo abierto, que provocan la proliferación de organismos patógenos (ratas y moscas, entre otros), y, además, contaminan el agua del subsuelo (Carabias, 1988).

Por lo que respecta al agua, con la severa sobreexplotación de los mantos acuíferos de la cuenca de México no se ha logrado dotar del líquido a toda la población, quedando más de 3 millones de personas sin agua potable. La extracción de esta agua es más rápida que la recuperación de los mantos acuíferos; la tendencia a cubrir la ciudad de cemento, evita la filtración del agua al subsuelo (Carabias, 1988).

Tan sólo el D.F. (sin contar los municipios conurbados), consume diariamente 40 m<sup>3</sup>/seg; del total, 57% lo consumen los usuarios domésticos, 14% la industria, 11% el sector servicios, 3% el comercio y 15% son fugas o para usos públicos. La región de Chiconautla contribuye, desde 1957, con 3 m<sup>3</sup>/seg de agua para abastecer al Distrito Federal (Periódico La Jornada, mayo de 1992).

La ciudad de México expulsa 46 m<sup>3</sup>/seg de aguas residuales, de las cuales sólo son sometidas a tratamiento el 10%, y es en este punto donde se debe poner mayor atención en el presente. Se sabe que es sumamente costoso traer agua potable al área metropolitana de la cuenca de México y que es 40% menos costoso reutilizar el agua tratada (Periódico La Jornada, mayo de 1992).

El futuro no es nada halagador, para el año 2000, la mancha urbana de la zona metropolitana de la ciudad de México ocupará entre 2500 y 2700 km<sup>2</sup>; la mayor parte (92%) estará ocupada por edificios y calles, y cerca de 30 millones de personas vivirán en la cuenca (Ezcurra, 1992).



No obstante de que la civilización protege al individuo de muchas variantes de la naturaleza (ofreciéndole "seguridad"), ésta generalmente se encuentra expresada como un complejo de edificios, industrias y calles que no ha disminuido su interacción con el ambiente, por lo que el escudo que representa la civilización no puede engañar a la gente y hacer que olvide la importancia de los sistemas que mantienen la vida en el planeta.

La región noreste del lago de Texcoco, ubicada en el norte de los límites del área metropolitana, es uno de los últimos refugios de vida silvestre en la cuenca de México; no obstante de que a lo largo de la historia ha permitido, mediante la explotación de sus recursos, la sobrevivencia de los habitantes de la zona y que hoy en día juega un papel primordial en la recarga de los acuíferos, en la permanencia de la vida silvestre y en el paisaje mismo, esta a punto de desaparecer. Presiones industriales, malas políticas de manejo por parte de los ejidatarios, crecimiento de la mancha urbana y contaminación, son algunas de las causas que la están destruyendo.

Justamente ahora que se requieren más espacios abiertos para elevar la calidad de vida de los habitantes metropolitanos, esta a punto de desaparecer una de las esperanzas (se pretende secar lo que queda del lago de Texcoco para lotificar las tierras e incrementar la mancha urbana); para el noreste de la cuenca de México (área metropolitana), el lago de Texcoco representa la única opción de áreas silvestres. Por lo tanto, la ubicación del lago de Texcoco es estratégica y su conservación una necesidad.

Dado que en la zona de estudio se da una combinación de particularidades urbanas y rurales, surge un especial interés por este tipo de estudios. En el presente trabajo se pone especial énfasis en hacer resaltar aspectos socioecológicos (intervención del hombre en la naturaleza), ya que no debe olvidarse que el hombre es una parte del ambiente y que no debe estudiarse por separado, aunque los aspectos sociales y culturales del comportamiento humano hacen del estudio de las poblaciones humanas algo mucho más complejo.

Este trabajo pretende ser una aportación que permita conocer los efectos ambientales que producen las actividades de la termoeléctrica del Valle de México en la región noreste del lago de Texcoco, que sirva de base para la realización de otro tipo de estudios más particulares. Asimismo, se intenta recopilar e integrar la información básica de la flora y fauna existentes; conocer el uso que los lugareños hacen de los recursos naturales, entendiendo su manejo y sus implicaciones sociales. Si bien es cierto que existe alguna información sobre diferentes aspectos del área Chiconautla-Tepexpan, ésta se encuentra dispersa, es obsoleta o no tiene continuidad.

#### E) OBJETIVOS.

1) Determinar y analizar las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas negras tratadas que han sido reutilizadas por la termoeléctrica del Valle de México para enfriar sus calderas, evidenciando su contaminación, y entendiendo los efectos que causa la descarga de dichas aguas sobre la vegetación acuática y subacuática de la región noreste del lago de Texcoco.

2) Describir la vegetación acuática y subacuática de la región noreste del lago de Texcoco por medio de la técnica fitosociológica, así como elaborar un reporte cualitativo y cuantitativo de la flora de dicha región.

3) Establecer el posible uso de individuos o asociaciones de plantas que indiquen el grado de contaminación del agua de la región noreste del lago de Texcoco.

4) Describir la problemática ambiental global que causan las actividades de la termoeléctrica del Valle de México en la región noreste del lago de Texcoco, en especial las aguas negras industriales que desecha a un área de tular.

5) Realizar una memoria histórico-ecológica de la región noreste del lago de Texcoco, tomando los aspectos de descripción ambiental, manejo tradicional de recursos naturales, herbolaria y etnobotánica, tradiciones y costumbres, asentamientos humanos y organización comunal.

## F) ANTECEDENTES.

Se han realizado diversos trabajos en la región de estudio, pero generalmente enfocados al lecho del antiguo lago de Texcoco y zonas de cultivo alledañas, dejando a un lado las partes semiáridas cerriles y de lomeríos. Esto se debe a la aparición de la comisión del lago de Texcoco en 1971 que ha brindado facilidades para la realización de varios estudios dentro de sus límites (SARH, 1982 y 1983).

Los estudios realizados en la región han tomado diferentes enfoques dentro de los cuales se pueden citar los siguientes trabajos:

### F.1) ESTUDIOS SOBRE SUELOS.

1. Kearny (1918), menciona que las tierras de labor deberán sembrarse de tipos de cultivo que cubran y demanden humedad durante la época de mayores tolvaneras (enero a mayo), como la alfalfa (Iturbe, 1988).
2. Blanco (1948), sugiere el restablecimiento de la zona lacustre como una obra de urgente necesidad, retomando los principios de Alzate y Ramírez (1767) (Iturbe, 1988).
3. Lugo (1949), para evitar las tolvaneras propone cubrir con una capa de tezontle toda la superficie del exlago de Texcoco, dadas las propiedades poco comunes de ese material (Iturbe, 1988).
4. Vogt (1950), opina que para erradicar las tolvaneras se deben regenerar los lagos o urbanizar las superficies (Iturbe, 1988).
5. Macías (1957), propone la creación de un lago artificial para desarrollar actividades deportivas y de recreo, aminorando así las tolvaneras.
6. Fernández y Munguía (1962), indican que los trabajos de recuperación de suelos del vaso de Texcoco son factibles con la aplicación de mejoradores químicos como el yeso, ácido sulfúrico y azufre (Iturbe, 1988).
7. Jáuregui (1962), sugiere una metodología para evitar la formación de tolvaneras (Iturbe, 1988).
8. Bistrain (1965), propone al lago de Texcoco como receptor de aguas para prevenir inundaciones en la ciudad de México (Iturbe, 1988).
9. Rodríguez (1965), reporta en su trabajo sobre las posibilidades de recuperación de los suelos aplicando mejoradores químicos.
10. Fernández y Rodríguez (1965), caracterizaron y clasificaron los suelos en relación con el contenido de sales y sodio intercambiable (Iturbe, 1988).
11. Juárez (1967), realizó un experimento para encontrar la forma de lavado más conveniente en el suelo del exlago de Texcoco (Iturbe, 1988).
12. Barocio (1974), para la conservación del suelo propone utilizar la especie Distichlis spicata (pasto salado), lo cual evitaría las tolvaneras (Iturbe, 1988).
13. Prada (1975), para la conservación del suelo recomienda sembrar el romerito al inicio de las lluvias.
14. Rivera (1975), trabajó con un material conocido como jaboncillo

- (arcillas), para determinar sus propiedades y comportamiento.
15. Ureña (1975), hace un estudio preliminar para la utilización de diversos mejoradores y láminas de lavado para la recuperación de los suelos salino-sódicos del lago de Texcoco, en cuanto a calidad y lámina de lavado.
  16. Llerena (1978), señala al pasto salado como la única especie capaz de proteger en forma permanente a los suelos salino-sódicos.
  17. Luna (1980), determina 17 series de suelo en el vaso de Texcoco.
  18. Becerra (1983), señala que es posible recuperar los suelos para fines agrícolas aplicando azufre y aguas negras.
  19. Anguiano (1984), evalúa la metodología de diluciones sucesivas de aguas freáticas y aguas negras en los suelos salino-sódicos del vaso de Texcoco.
  20. López (1985), hace una evaluación y cartografía los procesos primarios de desertificación en el vaso de Texcoco (Iturbe, 1988).
  21. Iturbe (1988), evalúa la desertificación de tierras en el exlago de Texcoco.

#### F.2) ESTUDIOS SOBRE AGRICULTURA.

1. La Comisión Nacional de Irrigación (1931), realizó un estudio agrológico de la porción Oeste del lago de Texcoco (Cervantes, 1987).
2. Macías (1972), efectuó un estudio sobre las posibilidades de uso agropecuario de los terrenos del exlago de Texcoco, en el cual se tiene como finalidad el caracterizar los suelos, así como cartografiar y clasificar a la vegetación que en forma natural crece en el mismo.
3. Rodríguez (1972), establece una serie de posibilidades de uso agropecuario de los terrenos del exlago de Texcoco (Cruz, 1982).
4. Velázquez (1972), hace un estudio agrológico detallado del exlago de Texcoco (Iturbe, 1988).
5. La Comisión del Lago de Texcoco (1981), hace un estudio agrológico detallado del lago de Texcoco.
6. Briseño de la Hoz (1982), explica el origen y hace una caracterización del uso actual del exlago de Texcoco.

#### F.3) ESTUDIOS SOBRE VEGETACION.

1. Los inicios de la exploración botánica de la cuenca de México datan sin duda desde la primera colonización de la región por parte del Hombre; los conocimientos que los antiguos mexicanos tenían sobre las plantas y sobre la vegetación versaban fundamentalmente acerca de los aspectos utilitarios de las mismas y las recopilaciones más completas son de De la Cruz y Badianus (1740) y Hernández (1742-46), (DDF, 1975).
2. No es, sin embargo, sino hasta las postrimerias de la época de la colonia, cuando por primera vez Sessé y Mociño (1787-88), y Humboldt y Boupland (1803-04), realizan colectas sistemáticas, acumulan y estudian colecciones de plantas, aún cuando todo el material reunido se depositó en Europa (DDF, 1975).
3. En el siglo XIX la cuenca fue visitada por diversos botánicos

y colectores, como Ehrenberg, Galeotti, Alamán, Berlandier, Borgeau, Schffner, Pringle, Maury, Urbina, Altamirano, Villada, Bárcena y Ramírez, gracias a su esfuerzo se comenzaron a formar los herbarios mexicanos y se publicaron los primeros estudios sobre vegetación de la cuenca de México (Villada 1865, Bárcena 1882, Herrera 1891, Altamirano 1895 y Ramírez 1899), (DDF, 1975).

4. Gándara publicó trabajos cortos (1925-26-36-39) y Reiche concretó su atención en la descripción general de la vegetación de los alrededores de la ciudad de México (1914, 1923), de una evaluación estadística de la flora (1924) y en la elaboración de una lista de la flora excursoria (1926), (DDF, 1975).

5. Cervantes (1957), en su trabajo sobre la adaptación de plantas a las condiciones del lago de Texcoco describe a la vegetación halófito (Garzón, 1986).

6. Con respecto a los principales trabajos de conjunto publicados, cabe citar el de Miranda (1963), Rzedowski (1964) y el de Sánchez (1969); el Instituto Politécnico Nacional a través del departamento de botánica desarrolló trabajos en la región Chiconautla-Tepexpan desde el año de 1962 (DDF, 1975).

7. Madrigal y Hernández (1968), hacen una lista de las principales asociaciones vegetales y su distribución dentro y en la periferia del lago de Texcoco (Herrera, 1983).

8. Uribe (1972), hace un transecto ecológico de los terrenos del lago de Texcoco.

9. Estrada (1975), estudia la biomasa en el lago de Texcoco (SARH, 1982).

10. Prada (1975), realiza un trabajo sobre la capacidad de adaptación de tres especies vegetales a diferentes condiciones de ensalitramiento en suelos del exlago de Texcoco.

11. Evans (1978), hace un estudio sobre factores limitantes ambientales para Distichlis spicata, Suaeda nigra y Typha angustifolia (Garzón, 1986).

12. Villegas (1979), describe las malezas de la cuenca de México poniendo especial atención en las especies arvenses.

13. Cruickshank (1981), hace una descripción florística del exlago de Texcoco.

14. Rzedowski (1985), hace una descripción de la flora fanerogámica de la cuenca de México.

15. Garzón (1986), estudia la adaptación de especies forestales en el área del lago de Texcoco.

16. Cervantes (1987), hace un estudio acerca de las adaptaciones a condiciones salinas en plantas del lago de Texcoco.

#### F.4) ESTUDIOS SOBRE FAUNA.

1. La fauna de la cuenca de México es relativamente bien conocida, aunque la información se encuentra dispersa en trabajos de varios autores, entre ellos: Alfredo Duges y Herrera; los principales estudios son los de Duges (1888-89) sobre reptiles y batracios, los de Herrera (1890) sobre vertebrados, el de Villa (1953) sobre mamíferos y el de Alvarez y Navarro (1957) sobre peces (DDF, 1975).

2. Martín del Campo (1953), describe a las aves observadas a lo largo de la carretera panamericana (DDF, 1975).

3. Arellano y Rojas (1956), describen el hábitat de las aves acuáticas del lago de Texcoco (Huerta, 1978).
4. Leopold (1977), hace una descripción faunística de vertebrados en la República Mexicana, incluida la cuenca de México.
5. Hernández (1972), hace un estudio general de las aves acuáticas, aportando datos del número de especies y su abundancia en el complejo Atenco (Huerta, 1984).
6. Halffter y Reyes (1975), describen la fauna de la cuenca de México en las memorias del drenaje profundo (DDF, 1975).
7. Estrada (1976), realizó un trabajo sobre la abundancia, la composición de especies, los hábitos alimenticios y los parásitos de las aves acuáticas de áreas aledañas a la zona federal del lago de Texcoco (Huerta, 1984).
8. Chávez y Huertas (1984), hacen un estudio ecológico de la comunidad de anátidos en el exlago de Texcoco.

#### F.5) OTROS ESTUDIOS.

1. Guerrero (1961), realizó un estudio con las bacterias Thiobacillus thioparus y Thiobacillus thiooxidans en suelos del lago de Texcoco, con la finalidad de observar los cambios en el pH del suelo (Iturbe, 1988).
2. Jiménez (1971), describe los aspectos fisiográficos y climáticos del exlago de Texcoco.
3. En 1975, con motivo de la realización de las obras del drenaje profundo del D.F., varios autores como Wolfer, Mosser, Rzedowski, Halffter y Reyes, hacen una descripción física de la cuenca de México, en ella se toman aspectos orogénicos, hidrológicos, climáticos, faunísticos y florísticos (DDF, 1975).
4. La Sociedad Mexicana de Mecánica del Suelo (1984), menciona las obras recientes en el lago de Texcoco y sus efectos sobre la zona.

#### F.6) TERMOELECTRICA DEL VALLE DE MEXICO.

La termoeléctrica del Valle de México inició operaciones en 1963, produciendo 150 megavatios (MW), en 1970 sufrió una ampliación de dos unidades de 158 megavatios (216 MW) y en 1974 una ampliación de una unidad de 300 megavatios, para una capacidad total de 766 megavatios. El consumo de energía eléctrica en la cuenca de México es de 16200 millones de kilovatios/hora, de los cuales 4600 millones son aportados por la termoeléctrica del Valle de México. (SEDUE, 1990).

El combustible usado para la generación de electricidad era hasta 1986 combustóleo pesado o residual, que al quemarse produce dióxido y trióxido de azufre. El consumo por unidad generadora era de 39 ton/hora, produciendo emisiones de  $SO_2=66.73$  ton/día y de  $NO_x=11.91$  ton/día. Para 1989, el combustible usado para la generación de electricidad cambió su relación, 80% gas y 20% combustóleo (gasóleo industrial con menor contenido de azufre), con un consumo de 24000 m<sup>3</sup>/hora de gas y 16 ton/hora de gasóleo por unidad generadora; que al quemarse produce emisiones de  $SO_2=26.82$  ton/día y de  $NO_x=9.95$  ton/día. Actualmente, el

combustible utilizado para la generación de electricidad es 100% gas, con un consumo de 36800 m<sup>3</sup>/hora por Unidad generadora; produciendo emisiones de SO<sub>2</sub>=8.47 kg/día y de NO<sub>x</sub>=7.77 ton/día. (SEDUE, 1990).

Por lo que hace a la contaminación atmosférica, la termoeléctrica del Valle de México contribuye con una cantidad importante de contaminantes, que aunque se han venido reduciendo por el cambio de combustible usado, son considerables en dióxido de nitrógeno. Las cenizas desprendidas de las calderas y que en 1989 todavía cubrían con regularidad los alrededores de la termoeléctrica también han disminuido (desafortunadamente no hay estudios sobre cantidades desprendidas ni de sus efectos sobre el ambiente). Sin embargo, un problema que no se ha podido resolver es la producción de espumas en la termoeléctrica, que en los alrededores causa baja visibilidad, corrosión de materiales y decoloración de la ropa; se sabe que la espuma se produce por un exceso de sales solubles y de lodos precipitados en el agua de las calderas, que al pasar por tuberías obstruidas o por superficies de calentamiento, forma una capa de espuma sobre la superficie del agua. Además, cuando el agua para alimentación de calderas se toma de un abastecimiento contaminado, como sucede con la termoeléctrica del Valle de México que toma el agua de una planta de tratamiento secundario, la presencia de contaminantes da por resultado la formación de espuma. También, la misma construcción de la caldera tiene que ver con la producción de espuma, un espacio insuficiente para el desprendimiento de vapor es uno de los factores más importantes (Powell, 1987).

Por lo que respecta al agua, la termoeléctrica del Valle de México usa como fuentes de abastecimiento el agua de pozo profundo que somete a un tratamiento de desmineralización y agua residual del Gran canal sometida a un tratamiento secundario de lodos activados. Utiliza 2522000 m<sup>3</sup> anuales de agua de pozo profundo y 14380000 m<sup>3</sup> de agua residual, en calderas y torres de enfriamiento. (SEDUE, 1990).

El número de ciclos de circulación del agua usada en el enfriamiento de calderas es de 26, después de lo cual es descargada a canales de riego para los ejidos o se envía para rehabilitación del lago de Texcoco. Se entregan 70 LPS al poblado de Totolcingo y 70 LPS a Chiconautla para usos agrícolas; el resto, 120 LPS, se envía al lago de Texcoco. No existe tratamiento del agua antes de descargarla. (SEDUE, 1990).

## G) DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

### G.1) LOCALIZACION.

La región Chiconautla-Tepexpan se localiza al noreste de la ciudad de México, en la parte sur de la mesa central en la República Mexicana; con una altitud media de 2300 msnm, y geográficamente se ubica entre las coordenadas 19° 33' y 19° 46' de latitud norte y los 98° 55' y 99° 11' de longitud oeste; cubriendo una superficie aproximada de 5 mil hectáreas.

La zona comprende parcialmente a los municipios de Acolman y Ecatepec, que corresponden al Estado de México; está limitada al sur por la zona federal del exlago de Texcoco, al oeste por las colonias Jardines de Morelos y Ruiz Cortines y por la carretera federal de cuota # 85 México-Pachuca, al este por el municipio de Tezoyuca y al norte por los pueblos de Santa Catarina Ximilpan y Ozumbilla (FIG.1).

La zona de estudio está comunicada por la carretera libre 136 Tlalnepantla-Los Reyes y por la carretera federal de cuota 132 México-Pirámides (FIG.2).

### G.2) CLIMA.

La zona de estudio se encuentra situada en la cuenca de México al Sur del paralelo 20 norte, situación que la ubica geográficamente dentro de la zona tropical, sin embargo, por el hecho de estar a una altura superior a los 2000 msnm, presenta características de zona templada (García, 1988). De acuerdo al segundo sistema de Thornthwaite (SARH, 1978), el clima de la región tiene la siguiente fórmula: PG SA TD VA; semiseco con pequeña o nula demasia de agua, templado o frío y baja concentración de calor en verano.

Según el sistema de Köppen, modificado por García (1988), la clasificación climática de la región corresponde al BS<sub>1</sub> Kw (w) (i'): semiseco o estepario con un cociente de p/t mayor de 22.9 (el menos seco de los semiáridos); temperatura media anual menor de 18° C y régimen de lluvias en verano; porcentaje de lluvia invernal menor de 5% de la anual; oscilación anual de las temperaturas mensuales entre 5° y 7° C (con poca oscilación). Sus características más importantes son: temperatura media anual de 15.5° C, con pequeñas fluctuaciones diurnas, precipitación anual de 603 mm con el 90% distribuido entre los meses de mayo a octubre, evaporación media anual de 1800 mm, fuerte iluminación y humedad atmosférica del 60% (Jiménez, 1971), (FIG.3).

Por su localización, y por el total de precipitación anual, el clima BS es intermedio entre los climas muy áridos BW y los húmedos A ó C y participa de algunas de las características de ellos; por consiguiente, el clima BS de un lugar cercano al límite de los climas húmedos (como sucede en la zona de estudio) presenta mayor precipitación (García, 1988).

En cuanto a la precipitación en la zona de estudio existen dos épocas bien marcadas, una de lluvias de mayo a octubre y la otra de sequía de noviembre a abril; la precipitación se distribuye



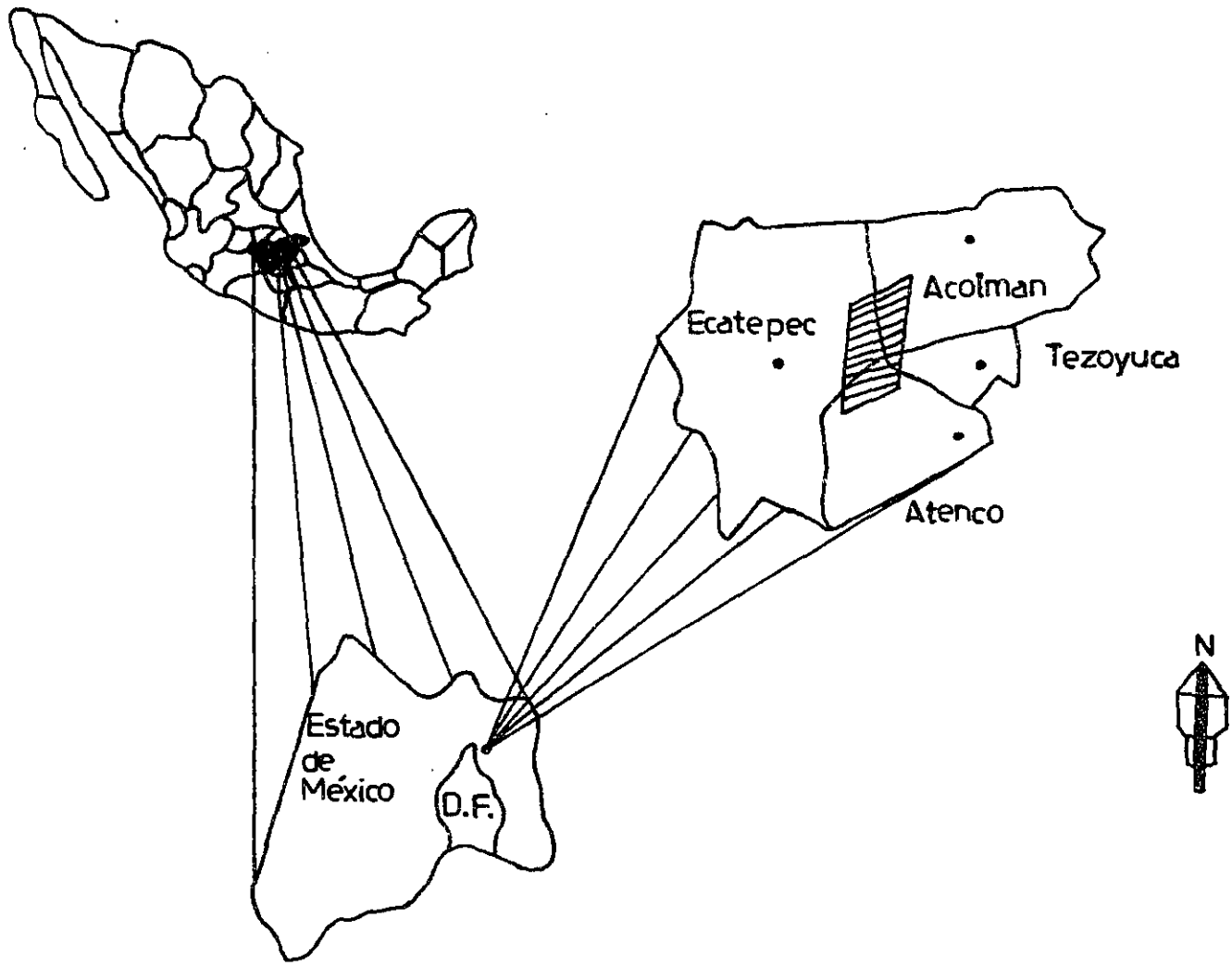


FIG.1.Ubicación del área de estudio en la República Mexicana.

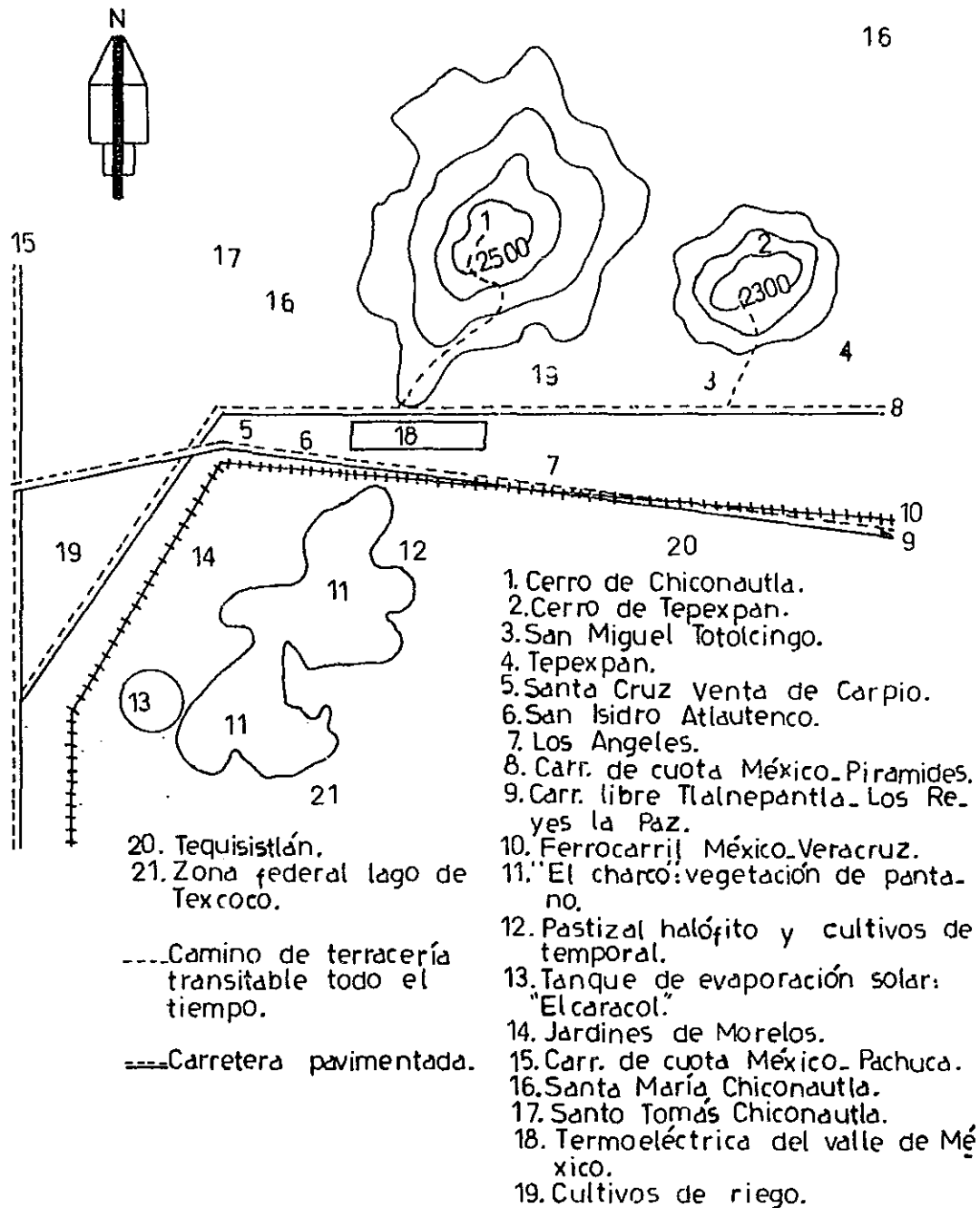
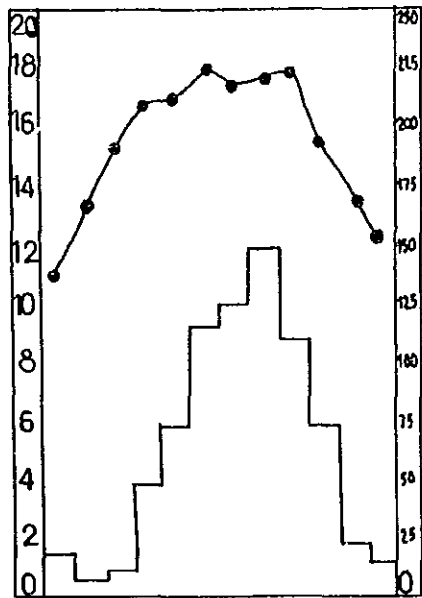
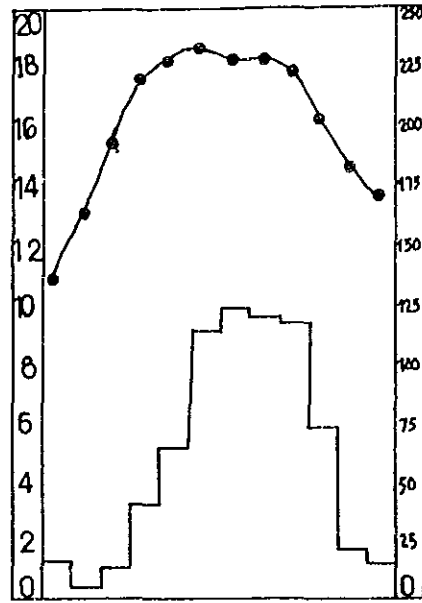


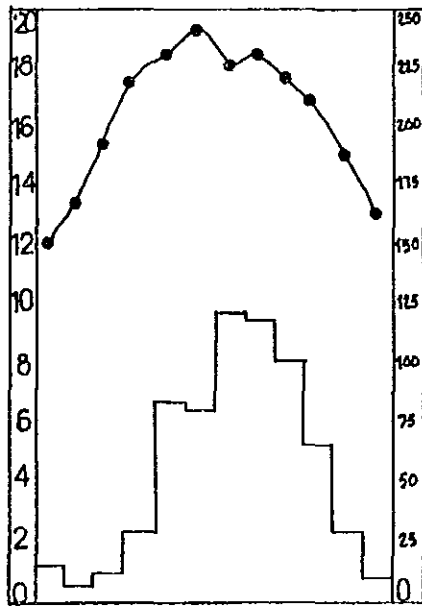
FIG. 2. Mapa fisiográfico del área de estudio.



Gran canal, km 47  
 19° 48' 2250 msnm  
 99° 6'  
 C (W<sub>1</sub>)(w) b(i')



Santo Tomás  
 19° 46' 2250 msnm  
 99° 11'  
 C (W<sub>0</sub>)(w) b(i')



Tepexpan  
 19° 37' 2250 msnm  
 98° 57'  
 BS<sub>1</sub> Kw (w) (i')

FIG. 3. Diagramas ombrotérmicos para la zona de estudio (García, 1981).

anualmente de la siguiente manera, (García, 1988):

- Periodo de lluvias (6 meses) con 530 mm representando un 87.8%.
- Periodo de sequía (6 meses) con 73 mm representando un 12.2%.
- Precipitación media anual de 603 mm.

Las lluvias son irregulares y por lo general de tipo torrencial, siendo julio y agosto los meses más lluviosos y febrero el mes más seco (García, 1988).

Las temperaturas mínimas están relacionadas con la presencia de heladas, siendo más frecuentes en los meses de noviembre a abril; por lo general, se presentan heladas tardías en el mes de abril que dañan los cultivos. Las temperaturas medias más altas y las más bajas coinciden con la presencia o ausencia de lluvias. Por otra parte, la evaporación máxima registrada es de 2453.8 mm y la media anual de 1801 mm (García, 1988).

Los vientos que afectan a la zona se pueden clasificar en tres tipos: de altura, convectivos y rasantes; los dos últimos son los responsables de las tolvaneras que afectan a la ciudad de México. Los vientos de altura provienen de la sierra del ajusco, a una altura aproximada de 3000 msnm; los vientos rasantes con velocidades de hasta 4.1 km/seg provienen del noroeste, sur, sureste, norte y noreste; por otro lado, los vientos convectivos se producen durante las horas más calientes del día, debido a que el intenso calentamiento del aire superficial origina movimientos convectivos de masas de aire, provocando grandes remolinos; en la zona existe un promedio de 68 tolvaneras anuales, de las cuales 29 duran más de tres horas (Iturbe, 1988).

### G.3) HIDROLOGIA.

En la zona de estudio se forman escurrimientos temporales en épocas de lluvias que desembocan en las partes bajas como "el charco" y el ejido de Chiconautla; éstos arrastran gran cantidad de rocas y vegetación. Los escurrimientos se forman en las partes altas comprendidas por el cerro de Chiconautla y el cerro de Tepexpan, y tienden a secarse inmediatamente después que termina de llover, no persistiendo de un día para otro (de naturaleza torrencial), (Obs. pers.).

Aquellas lluvias que se precipitan en las elevaciones con grandes extensiones de abanicos volcánicos compuestos de tobas y suelos (cerros de Chiconautla y Tepexpan), apenas logran infiltrarse, generando por consiguiente extraordinarios escurrimientos (CETENAL, 1970).

El sitio conocido como "el charco" es una zona inundada y forma parte de lo que anteriormente fue el lago de Texcoco; presenta una profundidad promedio de 80 cm y en sus partes más profundas (grietas) hasta 2 m; sostiene una vegetación del tipo subacuático y es refugio de una importante cantidad de aves acuáticas (Obs. pers.).

Este lugar recibe aportes de agua diariamente y durante todo el año, provenientes de actividades industriales, lo que le ha valido para que aún no se haya secado. Específicamente la planta industrial Sosa Texcoco explota un acuífero a 30 m de profundidad con una alta concentración salina para la extracción de

carbonato de calcio y otros compuestos químicos. Y la termoeléctrica del valle de México vacía sus aguas de desecho con las que enfría sus calderas a "el charco". No obstante, durante época de lluvias recibe aportes de agua por escurrimientos como el de Chiconautla y el de la barranca de Atlautenco; durante esta temporada se forman charcas temporales en las que se distribuyen aves acuáticas migratorias (Obs. pers.).

#### G.4) SUFLOS.

El pueblo de Tepexpan presenta como suelo predominante la rendzina asociada con feozem háplico y una clase textural media en su parte baja; en la parte alta el suelo predominante es el feozem háplico asociado con litosol, con una clase textural media y una fase física petrocálcica y dúrica; tiene una altitud máxima de 2300 msnm y está cubierto por pastizal inducido y bosque de pirú, con asociaciones pequeñas de matorral inerme, subinerme y nopaleras (CETENAL, 1970).

El cerro de Chiconautla en su parte baja presenta un suelo predominante feozem calcárico asociado con feozem háplico y con una clase textural media; en su parte central el suelo predominante es un cambisol eútrico asociado con feozem háplico y con una clase textural gruesa; en su parte más alta el suelo predominante es el feozem háplico asociado con litosol, de clase textural media y fase física dúrica; tiene una altitud máxima de 2500 msnm, con una cobertura total de pastizal inducido y bosque de pirú; en las caras Sur y Norte existen asociaciones de matorrales inerme y subinerme, además de nopaleras. Actualmente hay porciones de las caras Este, Norte y Sur sujetas a erosión y la cara Oeste ha sido invadida casi en su totalidad por casas habitación (ciudad Cuauhtémoc), (CETENAL, 1970).

Los poblados de Atlautenco, Venta de Carpio y los cultivos temporaleros de la parte oriente de la región de estudio presentan un suelo predominante solonchak órtico asociado con solonchak mólico con sódica > 15% y una clase textural media (CETENAL, 1970).

La zona de planicie o "el charco" tiene como suelo predominante el solonchak gléyico con sódica > 15% de sodio intercambiable, de clase textural fina; presenta una altitud promedio de 2220 msnm; es característica principal la vegetación de tular donde hay agua y por otro lado zonas de pastizal halófito asociadas en algunas partes con agricultura de temporal. Es un lugar que tiene grandes porciones sin cubierta vegetal y que por efecto de la acción del viento están sujetas a erosión. En épocas de sequía aflora sobre la superficie de los mismos una costra blanquecina llamada "tequesquite", consistente de sales precipitadas de carbonatos y bicarbonatos de sodio y calcio (CETENAL, 1970).

#### G.5) GEOLOGIA.

La cuenca de México debe su formación a procesos volcánicos y tectónicos que se han ido desarrollando a partir del Eoceno superior, o sea, en los últimos 50 millones de años. Previamente

al Eoceno el espacio en el que se sitúa la cuenca, estaba inundado por mares tropicales someros; al principio del Terciario éstos se retiraron al plegarse los sedimentos calizos y levantarse paulatinamente el continente; así se inició la regresión de los mares en el Terciario y comenzó el vulcanismo, que con el tiempo produjo espesores de 2 km y más de lavas, tobas y brechas (DDF, 1975).

Gran parte de la zona de estudio es considerada como suelo de tipo lacustre ("el charco", Atlautenco, Los Angeles y "el faro"); como resultado de la perforación del pozo geológico Texcoco y el hallazgo del conglomerado Texcoco, se sabe que la cuenca se formó como consecuencia del levantamiento de rocas cretácicas a fines de la revolución Laramide, lo que permitió el almacenamiento del agua y la formación de un lago. Debido a la actividad ígnea del Terciario, la cuenca se subdividió y esto influyó para que se formara la anhidrita por los elevados valores de evaporación; después del depósito de la anhidrita sobrevinieron deposiciones de materiales volcánicos constituidos principalmente por abundantes lavas y materiales piroclásticos (DDF, 1975).

La formación de la planicie consiste de estratos predominantemente arcillosos, aunque existen también lechos arenosos, limosos y en menor cantidad los orgánicos; también dentro de esta planicie lacustre hay sedimentos de origen químico y biológico, entre los primeros se tienen evaporitas, sulfatos carbonatos de calcio, hidróxidos de hierro, etc., entre los segundos, se tienen restos de organismos acuáticos como los ostrácodos, moluscos y diatomeas (CETENAL, 1970) (DDF, 1975).

Existe en la zona de estudio una parte dominada por suelo de aluvión y comprende los pueblos de Chiconautla y Totolcingo (CETENAL, 1970).

Los cerros de Chiconautla y Tepexpan son considerados como suelos de basalto (ya sea de brecha volcánica basáltica o de toba basáltica); los cerros son bancos de material para agregados o de relleno (tepetate y cascajo), y, se tiene el dato de que posiblemente surgieron en el Cuaternario, a excepción hecha de la parte baja del cerro de Chiconautla que data su formación del Terciario superior (DDF, 1975).

Finalmente, al lado poniente del cerro de Chiconautla existen asociaciones de arenisca y toba basáltica (CETENAL, 1970).

#### G.6) MORFOLOGIA Y FISIOGRAFIA.

La cuenca de México completamente rodeada de montañas es por lo tanto una cuenca cerrada; contiene varios lagos someros, siendo el de Texcoco el mayor y el que ocupa el nivel más bajo en el centro de entre todos; le sigue en importancia la laguna de Zumpango, en el noroeste, mientras que el lago de Chalco, hasta hace poco el tercero en importancia, dejó de existir a principios de siglo. Dichos lagos son los últimos vestigios de numerosos lagos mucho mayores que, al final de la época glaciaria formaban un solo y gran cuerpo de agua poco profundo (DDF, 1975).

Es posible dividir la cuenca de México, desde el punto de vista fisiográfico, en tres partes: la zona meridional, la zona

septentrional y la zona nororiental; la zona septentrional de la cuenca está ligada a la meridional por un cuello de botella, el estrecho de San Cristóbal, situado entre el cerro de Chiconautla y la sierra de Guadalupe; la zona septentrional (la región de estudio forma parte de ella), se distingue por lluvias escasas y una vegetación precaria (DDF, 1975).

Se sabe que el vulcanismo se inició a finales del Eoceno, después del plegamiento de las formaciones marinas; éste vulcanismo continental persiste hasta nuestros días, siendo posible dividirlo en 7 fases, cada una caracterizada por sus propios tipos de lavas y a menudo por sus características tectónicas que controlaban las erupciones. El vulcanismo del Cuaternario comprende las fases 6 y 7; se atribuyen a la 6 fase las andésitas basálticas, los cerros de Chiconautla y Tepexpan; y la 7 fase culminó con el desarrollo de los conos del Iztaccihuatl y del Popocatepetl (DDF, 1975).

El Hombre primitivo del continente americano debe haber presenciado glaciaciones subsecuentes mientras cazaba mamuts a orillas del entonces gran lago de Texcoco; vestigios de estos aborígenes datan de hace 21 mil años (Hombre de Tepexpan), (Museo de Tepexpan, 1992).

#### G.7) VEGETACION.

La parte norte del área de estudio que comprende el cerro de Chiconautla y el cerro de Tepexpan presenta en su composición florística nopaleras, teniendo como especie dominante a Opuntia streptacantha; esta comunidad se desarrolla preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos (Rzedowski, 1978).

Este tipo de matorral crasicauale, en forma más o menos modificada, se extiende desde San Luis Potosí a través de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo hasta llegar a la cuenca de México, donde se presenta en forma de una comunidad dominada por Opuntia streptacantha, Zaluzania augusta y Mimosa biuncifera, que mide de 2 a 3 m de alto, sin descartar la eventual presencia de Yucca filifera y Schinus molle; incluye además un gran número de componentes herbáceos y subarborescentes, algunos de ellos trepadores (Rzedowski, 1978).

En cuanto a los zacatonales originados a expensas de matorrales xerófilos, en la zona de estudio Rzedowski (1964) y Cruz (1969) describen comunidades que en general son bajas y muchas veces abiertas; a menudo incluyen un gran número de gramíneas anuales, los géneros Buchloë, Erioneuron, Aristida, Lycurus, Bouteloua y otros incluyen con frecuencia las especies dominantes (Rzedowski, 1978).

Por lo que se refiere a la parte sur del área de estudio que comprende la zona conocida como "el charco", a consecuencia de las condiciones extremas de salinidad de los suelos las características principales de la vegetación en el área son: poca variedad de especies, escasez de individuos, escasez de formas conspicuas y falta casi total de estratificación, succulencia y un bajo volumen de masa vegetal (Rzedowski, 1978); de esta manera, la composición vegetal está dada fundamentalmente por una comunidad de gramíneas

halófitas en las que la especie dominante es Distichlis spicata (pasto salado) sobre suelos de alta concentración salina; sin embargo, en las áreas menos afectadas por salinidad, se le encuentra asociada con otros géneros como Argemone, Bouteloa, Cynodon, Hordeum, Muhlenbergia y Sporobolus; en tanto que en las zonas sujetas a inundaciones periódicas, se mezcla con Echinocaloa, Chenopodium y Polygonum. Otro componente importante de esta comunidad es Eragrostis obtusiflora, cuya distribución se localiza sobre pequeñas elevaciones y montículos (dunas), encontrándosele ocasionalmente asociado con el pasto salado (Cruickshank, 1981).

La población de romerito (Suaeda nigra y Suaeda torreyana), es también un componente característico de la vegetación, se establece por parches en los terrenos más salinos, como especie única (Rzedowski, 1978).

El área de distribución de las comunidades acuáticas se encuentra reducida a los márgenes de los canales de aguas residuales y las charcas con agua permanente; su fisonomía está dada por monocotiledóneas de 1 a 3 m de alto, de hojas angostas; forman masas densas que cubren una importante superficie del área y están representadas por los géneros Typha, Scirpus, Juncus y Echinochloa, como componentes principales de la vegetación arraigada, y por el género Lemna como vegetación flotante (Rzedowski, 1978).

Por lo que respecta a la vegetación agrícola, las familias Gramíneas (maíz, cebada y avena), Leguminosae (frijol y alfalfa) y Chenopodaceae (remolacha) son las representativas en la zona de estudio, manejándose distintas variedades de cada una de las especies. Este tipo de vegetación se encuentra asociado con formas arvenses de algunas de las cuales se obtienen beneficios económicos o bien alimenticios; los géneros más representativos de éstas son: Amaranthus, Chenopodium, Suaeda, Bidens, Cosmos, Galinsoga, Parthenium, Sabazia, Simsia, Sonchus, Taraxacum, Tithonia, Ipomoea, Brassica, Capsella, Descurraina, Eruca, Lepidium, Raphanus, Sisymbrium, Cyperus, Avena, Bromus, Cynodon, Eragrostis, Hordeum, Poa, Medicago, Melilotus, Trifolium, Anoda, Argemone, Plantago, Rumex, Portulaca, Lopezia y Reseda (Villegas, 1979).

#### G.8) FAUNA.

Desde hace varios siglos cuando el lago de Texcoco aún no se secaba constituía un hábitat que albergaba diversos tipos de aves, insectos y peces, dando oportunidad a los pobladores circunvecinos a la zona de aprovechar estos recursos naturales como fuente de alimento o como complemento de sus ingresos (Gibson, 1989).

En la actualidad el número de animales ha disminuido en forma considerable, principalmente por la alteración de sus hábitats naturales, quedando tan sólo los insectos y algunas de las aves, como los grupos de mayor número. En relación a los insectos se tienen diversas especies de moscos, entre ellos el Ahuautlea mexicana (Corisella spp.), cuyos huevecillos son recolectados y consumidos por los humanos, el resto de las especies constituye básicamente alimento para aves (Ancona, 1933) (DDF, 1975).

De las aves, las especies de mayor interés económico y



alimenticio son las aves migratorias procedentes de Alaska, Canadá y los Estados Unidos, que año tras año llegan en número variable a la cuenca de México. De las tres corrientes migratorias que llegan a México en la época de otoño-invierno, es decir, la del pacífico, la del golfo y la del centro, es la segunda la que llega a la cuenca de México, particularmente entre los meses de agosto a enero. El mayor número de aves se observa en la segunda quincena de enero con fluctuaciones en el número total de un año a otro que varía de 22600 a 53895 aproximadamente; lo cual representa el 24.4% de la corriente migratoria central y el 2.74% del total de la migración a México. Las aves migratorias están representadas en su mayoría por las siguientes familias (Huerta, 1978 y 1984):

- Familia Anatidae (patos): 17 especies.
- Familia Scolopacidae (chichicuilotes): varias especies.
- Familia Charadrídae: varias especies.
- Familia Recurrostridae (monjitas): 1 especie.
- Familia Rallidae (gallaretas): 3 especies.
- Familia Ardeidae (garzas): 3 especies.

La fauna que a continuación se reporta para la zona de estudio, ha sido tomada de la literatura existente que establece la distribución de las especies a nivel región (Leopold, 1977) y de datos recabados entre los habitantes del área.

Clase: Reptilia.

Phrynosoma sp. Camaleón. Thamnophis eques eques Culebra.

Sceloporus sp. Lagartija.

Clase: Aves.

<u>Cathartes aura</u> Zopilote.	<u>Falco sparverius</u> Gavilán.
<u>Clacidium</u> sp. Tecolote.	<u>Hirundo rustica</u> Golondrina.
<u>Lampornis</u> sp. Colibrí.	<u>Selasphorus</u> sp. Colibrí.
<u>Anas acuta</u> Pato golondrino.	<u>Anas clypeata</u> Cerceta.
<u>A. crecca carolinensis</u> Cerceta.	<u>Anas discors</u> Cerceta.
<u>Anas cyanoptera</u> Cerceta café.	<u>Anas americana</u> Pato chalcúan.
<u>Aythya americana</u> Pato.	<u>Aythya collaris</u> Pato boludo.
<u>Oxyura jamaicensis</u> Pato.	<u>Anas diazi</u> Pato.
<u>Dendroortyx</u> sp. Gallinita.	<u>Philortyx fasciatus</u> Codorniz.
<u>Fulica americana</u> Gallareta.	<u>Columba fasciata</u> Paloma.
<u>Zenaidura macroura</u> Huilota.	<u>Zenaida asiatica</u> Paloma.

Clase: Mammalia.

<u>Didelphis marsupialis</u> Tlacuache.	<u>Lepus callotis</u> Liebre.
<u>Sylvilagus cunicularis</u> Conejo.	<u>Spermophilus mexicanus</u> Ardilla.
<u>Mephitis macroura</u> Zorrillo.	<u>Spilogale gracilis</u> Zorrillo.
<u>Eptesicue</u> sp. Murciélago.	<u>Mustela frenata</u> Onza.
<u>Pappogeomys merriami</u> Tuza.	

#### G.9) ASPECTOS SOCIOECONOMICOS.

La zona de estudio se ha venido ocupando paulatinamente de casas habitación; partes de la zona que antes eran pastizales, lugares de cultivo o lomeríos, hoy en día están ocupadas por la extensión de poblaciones como San Miguel Totolcingo, Los Angeles, San Isidro Atlautenco, Santa María Chiconautla, Jardines de Morelos y Ciudad Cuauhtémoc. Esto se ve agravado por la llegada a la zona de miles de personas provenientes del interior de la República en

busca de mejores oportunidades de vida, por lo cual esta área juega un papel importante como lugar de residencia de aquellas personas que tienen que trabajar en la ciudad de México (INEGI, 1990).

En su gran mayoría los habitantes de la región se trasladan al Distrito Federal a trabajar y los menos se quedan en el área trabajando en industrias como Sosa Texcoco, Termoeléctrica del Valle de México, PEMEX terminal ductos Sur-Centro, o bien en negocios particulares como granjas de pollo, minas de tepetate y cascajo, tlapalerías, refaccionarias, gasolineras, etc. Las actividades agrícolas se han visto abandonadas dado que a decir de los campesinos no son rentables y prefieren trabajar en actividades más rentables (Obs. pers.).

La zona está perfectamente comunicada, teniendo carreteras asfaltadas que se pueden considerar de primer orden como la carretera libre Tlalnepantla-Los Reyes y las autopistas México-Pachuca y México-Pirámides (CETENAL, 1970).

En los poblados que comprenden la región se cuenta con centros educativos que van desde jardín de niños hasta bachillerato; sin olvidar que por su cercanía a la ciudad de México, los habitantes tienen acceso a otras instituciones educativas que les permiten una educación técnica o profesional (Díaz, 1991), (Muñoz, 1990), (Olivares, 1990) y (Sánchez, 1990).

Todos los pueblos y colonias cuentan con agua potable y sólo algunos con drenaje; hay dos hospitales, tres centros de salud y la mayoría tiene servicios médicos particulares (Díaz, 1991), (Muñoz, 1990), (Olivares, 1990) y (Sánchez, 1990).

Existe servicio de correo en todas las localidades, dos tienen telégrafo, todas las poblaciones cuentan con luz eléctrica y transporte, además de campos deportivos. Sólo Tepexpan, Jardines de Morelos y Venta de Carpio cuentan con mercado, y desde 1991 toda la zona de estudio quedó comunicada vía teléfono (Díaz, 1991), (Muñoz, 1990), (Olivares, 1990) y (Sánchez, 1990).

## H) METODOLOGIA.

Para el estudio ecológico de la región noreste del lago de Texcoco, se siguieron las siguientes metodologías:

1. Delimitación ecológica del Área de estudio: mediante el uso de cartografía, fotografías aéreas, bibliografía y recorridos en el campo.

Se tomaron en cuenta los atributos climáticos, edáficos y de vegetación proporcionados por los mapas cartográficos (edáfico, climático, geológico, topográfico, uso del suelo y uso potencial del suelo), del Estado de México (de la serie Texcoco E14 B21); además se utilizaron los datos proporcionados por las estaciones meteorológicas de Tepexpan (19° 37' de latitud y 98° 57' de longitud), Santo Tomás (19° 46' de latitud y 99° 11' de longitud) y el gran canal, km 47 (19° 48' de latitud y 99° 6' de longitud).

2. Los atributos climáticos se determinaron tomando como base los sistemas ombrotérmicos propuestos por Walter (1977), (García, 1988).

3. Los atributos edáficos se definieron de la siguiente manera: a) perfil del suelo en la zona de estudio, de acuerdo al método de Cuanalo de la Cerda (1981); y, b) pruebas fisicoquímicas para establecer las propiedades del suelo, de acuerdo a Domínguez y Aguilera (1985), éstas fueron las siguientes:

- Color, (tablas mundiales de color Munssell).
- Capacidad de retención de agua, (diferencia de peso entre suelo seco y suelo húmedo).
- pH, (potenciométricamente).
- Densidad real, (diferencia de peso entre suelo sin agua y suelo con agua).
- Densidad aparente y % de espacio poroso, (peso del suelo seco dividido entre el volumen del recipiente donde se pesa; % de espacio poroso es =  $1 - DA/DR$ ).
- Textura, (método de Bouyoucos).
- Capacidad de Intercambio Catiónico Total, (método de Schollenberger).
- Calcio y Magnesio, (método de Chang y Bray).
- Sodio y Potasio, (método flamométrico).
- % de saturación de bases y H<sup>+</sup>, (operaciones matemáticas).
- Materia orgánica, (método de Walkley y Black).
- Nitrógeno orgánico y amoniacal, (método Kjeldhal).
- Fósforo, (método de Bray y Jurtz).
- Carbonatos y Bicarbonatos, (método de Staff).
- Cloruros, (método de Mohr).

El suelo antes de ser utilizado en las pruebas fisicoquímicas, se dejó secar a temperatura ambiente durante tres semanas y luego se tamizó con malla de dos milímetros de diámetro.

4. Se realizaron análisis fisicoquímicos de las aguas de desecho de la termoeléctrica del Valle de México que son vertidas al lago

de Texcoco, así como de un lugar del mismo lago, seleccionado a priori (lo más alejado posible del lugar de vertido); esto se hizo mediante muestreos mensuales durante un año y tomando las técnicas referidas por Robles, et al. (1990) y por la APHA, et al. (1989), que son las siguientes:

- Acidez, (método de titulación).
- Alcalinidad, (método de titulación).
- Coliformes totales, (técnica del NMP).
- Cloruros, (método argentométrico).
- DBO<sub>5</sub>, (método de dilución).
- DQO, (método de reflujo con dicromato).
- Dureza total, (método de titulación con EDTA).
- Dureza de Calcio, (método de titulación con EDTA).
- Fosfatos, (método de cloruro estanoico).
- Nitratos, (método de brucina).
- Nitritos, (método de diazotización).
- Nitrógeno Amoniacal, (método Kjeldahl).
- Nitrógeno Orgánico, (método Kjeldahl).
- Oxígeno disuelto, (método iodométrico).
- Silicatos, (método de molibdosilicato).
- Sólidos suspendidos, (método gravimétrico).
- Sulfatos, (método turbidimétrico).
- Temperatura, (termómetro).
- Sustancias Activas al Azul de Metileno, (método azul de metileno).
- Conductividad, (conductímetro).
- Hidrocarburos, (método de extracción de grasas).
- Salinidad, (salinómetro).
- CO<sub>2</sub>, (método de titulación).
- Color y Olor, (descripción personal).

5. Se realizó un estudio de la vegetación acuática del lago de Texcoco que consistió en la aplicación de la técnica fitosociológica descrita por Wood (1975), en sus métodos hidrobotánicos.

Tal técnica estudia la vegetación a través de una lista de asociaciones vegetales que se describen y nombran tomando como base las especies más obvias; se tomaron los parámetros vegetativos que complementan la técnica: abundancia, sociabilidad, cobertura, fidelidad, constancia y dominancia de cada especie. Para determinar estos parámetros se tomó un área de 1m<sup>2</sup> como mínimo (Wood 1975, menciona que es el tamaño de cuadrante más usual para este tipo de trabajos), y se hicieron repeticiones donde ocurrían las asociaciones. De ser necesario, se varió la talla del cuadrante hasta encontrar el tamaño mínimo representativo del área de estudio, tomando como referencia la curva Área-especie (para mayor información consultar a Braun-Blanquet, 1979).

Asimismo, se realizó un transecto en forma perpendicular a donde ocurrían las asociaciones, buscando con ello establecer un gradiente de profundidad-especies (Wood, 1975).

De acuerdo con Wood (1975), el lugar de estudio se dividió en dos zonas: una zona que recibe la descarga de las aguas de desecho de la termoeléctrica del Valle de México (ADT) y una zona de agua

estancada (AE), situada lo más alejado posible de la anterior; en ambas zonas se llevó a cabo el análisis fisicoquímico de sus aguas, de sus sedimentos y el análisis de la vegetación (cuadrantes y transecto).

El área de pastizal que bordea el agua del lago de Texcoco también fué estudiada; para ello se utilizó el método de la línea de Canfield, que se basa en la medida de todas las plantas interceptadas por el plano vertical de líneas localizadas aleatoriamente y de igual longitud; registrándose, entonces, la longitud del intercepto, su anchura y el número de individuos (técnica tomada de Granados, 1983).

6. Por último, para la realización de la memoria histórico-ecológica de la región noreste del lago de Texcoco se acudió a la revisión de material bibliográfico, se realizaron recorridos al campo, recolección de materiales biológicos, observación y registro de los procesos productivos en tiempo y espacio, y se establecieron entrevistas abiertas con los productores, autoridades civiles y religiosas; metodología utilizada por Chapela y Pohlens (1982).

El cuestionario utilizado en las entrevistas estuvo formado por los siguientes temas:

- Nombre, edad, lugar de origen y ocupación.
- Extensión de la superficie cultivada.
- Instrumentos de trabajo agrícola.
- Tipo de cultivo (variedades cultivadas).
- Insumos agrícolas y sistemas de riego.
- Preparación del terreno agrícola.
- Labores de cultivo (aporque, fertilización, escarda, etc.).
- Duración del cultivo.
- Descanso de la tierra de cultivo.
- Calendario de trabajo agrícola.
- Rendimientos y valor de la producción.
- Comercialización de los productos cultivados.
- Número de trabajadores empleados y si son asalariados.
- Formas de tenencia de la tierra.
- Tipo de conocimientos adquiridos: en generación, tradiciones o técnico-científicos.
- Fiestas religiosas.
- Nombre y significado de las danzas que se practican.
- Relaciones y obligaciones con el centro religioso.
- Mitos y leyendas.
- Conocimientos sobre historia comunitaria y significado del nombre de su comunidad.
- Identificación vulgar y número de plantas medicinales.
- Almacenamiento de las plantas medicinales.
- Formas de uso de las plantas medicinales.

Se entrevistaron a un total de 152 personas (todas las que se pudieron encontrar en la zona de estudio y sin aplicar técnica estadística de muestreo), las cuáles pertenecen en número a las siguientes comunidades:

Acolman.....15	Iztapan.....10'
Atenco.....15	Tepexpan.....15
Atlautenco...10	Tequisistlán...10
Chiconautla..15	Tezoyuca.....15
Chipiltepec..10	Totolcingo.....12
Cuanalan.....15	Xometla.....10

## 1) RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS (TABLA I).

TABLA I. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EFECTUADOS A LAS MUESTRAS DE AGUA DE DESECHO DE LA TERMOELÉCTRICA (ADT) Y DEL AGUA ESTANCADA (AE).

PARAMETRO	ZONA	MEDIA	S	S <sup>a</sup>	PRUEBA DE "t"
pH	ADT	8.21	0.453	0.205	0.9220 <
	AE	8.01	0.6	0.356	
SALINIDAD ° / ‰	ADT	1.741	0.4521	0.2044	1.5514 <
	AE	2.008	0.3895	0.1517	
DQD (mg/l)	ADT	27.86	17.1491	294.0920	2.2131 *
	AE	15.38	9.3536	87.4907	
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	ADT	20.91	16.4075	269.2067	0.5876 <
	AE	17.78	8.5175	72.5487	
O. DISUELTO (mg/l)	ADT	9.35	6.6431	44.1313	0.2967 <
	AE	8.65	4.7246	22.3224	
CONDUCTIVIDAD (umhos/cm)	ADT	2614.16	523.579	274135.6	1.8987 <
	AE	3157.08	840.785	706920.3	
COLI. TOTALES (NMP/100 ml)	ADT	2010.91	908.778	825878.4	5.3195***
	AE	274.25	673.135	453110.7	
SULFATOS (mg/l)	ADT	1958.51	2035089.2	1222106.5	0.5827 <
	AE	2262.14	1426.56	1105.489	
CLORUROS (mg/l)	ADT	483.13	111.7177	12480.85	2.3550 *
	AE	579.10	82.4254	6793.94	
NITROGENO O. (mg/l)	ADT	2.43	4.9365	24.3696	0.5023 <
	AE	1.64	2.1677	4.6990	
NITROGENO A. (mg/l)	ADT	0.9193	1.3525	1.0294	1.8898 <
	AE	0.1696	0.2438	0.0594	
NITRITOS (mg/l)	ADT	0.2402	0.2135	0.0456	0.4843 <
	AE	0.2093	0.0580	0.0033	
NITRATOS (mg/l)	ADT	0.0520	0.0381	0.0014	3.00 **
	AE	0.0170	0.0044	0.00002	

continúa.....

PARAMETRO	ZONA	MEDIA	S	S <sup>2</sup>	PRUEBA DE "t"
FOSFATOS (mg/l)	ADT	0.0319	0.0159	0.0002555	1.3566 <
	AE	0.0405	0.0150	0.0002277	
SILICATOS (mg/l)	ADT	0.0027	0.00101	0.0000010	0.5327 <
	AE	0.0025	0.00085	0.0000007	
TEMPERATURA ° C	ADT	21.5	3.0947	9.5771	6.0213 ***
	AE	13.7	3.2532	10.5836	
SOLIDOS S. (ml/l)	ADT	2.458	3.3391	11.1499	1.4530 <
	AE	0.975	1.1623	1.3511	
DUREZA T. (mg/l)	ADT	817.08	280.69	78788.08	0.0929 <
	AE	807.5	220.99	48838.63	
DUREZA Ca <sup>**</sup> (mg/l)	ADT	474.79	195.46	38205.06	0.2104 <
	AE	458.29	188.63	35582.74	
ALCALINIDAD T. (mg/l)	ADT	475.66	147.39	21725.69	1.3215 <
	AE	557.0	154.05	23732.54	
A. FENOLF. (mg/l)	ADT	47.28	32.09	1030.38	0.8307 <
	AE	34.08	44.72	2000.08	
CO <sub>2</sub> (mg/l)	ADT	20.39	14.65	214.7208	385.60 ***
	AE	69.35	106.49	11342.19	
ACIDEZ (mg/l)	ADT	11.5	16.048	257.54	1.9339 <
	AE	28.0	24.823	616.00	
ACEITES Y GRASAS (mg/l)	ADT	0.2726	11.6488	135.69	-----
	AE	-----	-----	-----	
SAAM (mg/l)	ADT	4.20	1.4160	2.0051	0.5896 <
	AE	4.58	1.7263	2.9801	

FUERA DE LOS NIVELES DE CONFIANZA PARA "t":

\* > 95 %  
 \*\* > 99 %  
 \*\*\* > 99.9 %



### 1.1) ESTUDIO DE LOS PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL AGUA.

Los análisis físicoquímicos y biológicos de las aguas de descarga de la Termoeléctrica del Valle de México (ADT) y de una zona de control (AE), revelan lo siguiente:

#### COLOR Y OLOR:

Ambos parámetros varían de acuerdo al lugar de muestreo; en la zona de AE la presencia de microorganismos y la barrera que forma la vegetación acuática ayudan a eliminar olores y colores desagradables, el color del agua es amarillo en época de sequía y verde en época de lluvias (debido a la proliferación de algas que colaboran en la descomposición orgánica). El olor es siempre a materia en descomposición (lodo).

El ADT presenta un olor a aceite a lo largo del año, mientras que el color es café negruzco en época de estiaje, por lo que se puede apreciar una dilución de los componentes del agua en periodos de lluvia.

No existen valores máximos permisibles para determinar el color y el olor del agua, aunque se recomienda que éstos sean los propios de las condiciones naturales (SEDUE, 1986).

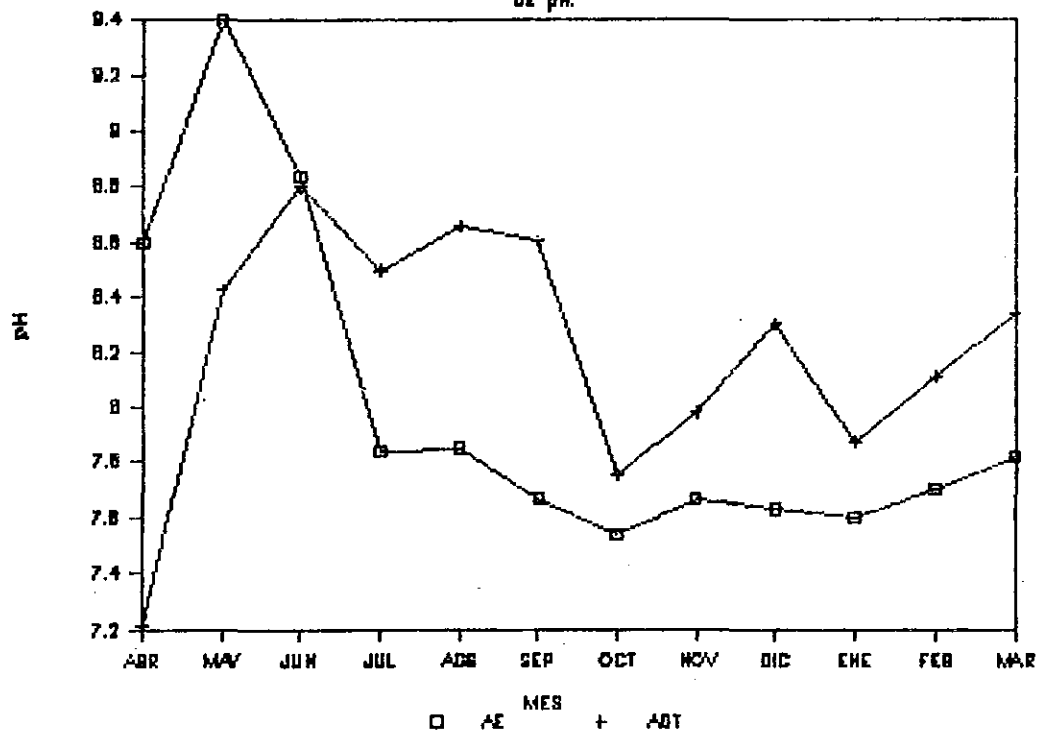
#### pH:

Los valores de pH registrados para el AE y para el ADT son semejantes y se mantienen dentro de los valores establecidos por la SEDUE (1986), que van de 6.8 a 9.0 para uso de agua D III (uso agrícola e industrial).

Durante el final de la época de estiaje y principio de la de lluvias (mar-jul) los valores de pH se incrementan ligeramente porque la concentración de solutos en el agua aumenta debido a la disolución de sales que el agua de lluvia ocasiona en los alrededores (FIG.4).

Se sabe que los valores ácidos de pH van asociados a tasas de baja descomposición orgánica (Wetzel, 1981), por lo que al encontrarse valores básicos de pH en el "charco" se facilita la descomposición de materia orgánica.

FIG.4. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES  
DE pH.



## SALINIDAD:

Los valores obtenidos de ambas muestras son semejantes y comparados con la salinidad de otros lagos como el lago Borax, en California, cuyos valores varían de 28000 a 60000 mg l<sup>-1</sup> (Wetzel, 1981), resultan ser medidas bajas.

Se esperaba haber encontrado una salinidad mayor por ser una cuenca de origen endorreico, zona semiseca de aguas someras y con fuerte radiación solar a lo largo del año, sin embargo no fue así; esto debido a que el agua no es la que había originalmente en el lecho sino que es la descargada por la termoeléctrica del Valle de México actualmente, lo que significa un aporte continuo de agua a lo largo del año sumada al agua descargada durante la época de lluvias. Además, el agua del "charco" se ve protegida contra la evaporación por la capa de plantas acuáticas sobre su superficie, que limitan la acción de los rayos solares y de las corrientes de aire (Wetzel, 1981). Aunque la transpiración por parte de la vegetación acuática podría ser una importante pérdida de agua, desafortunadamente no fue medida en el presente trabajo.

Seguramente el agua subterránea si ve incrementada su salinidad puesto que la industria "Sosa Texcoco" explota las sales contenidas en ella.

No obstante, los resultados obtenidos tienen comparación con algunos datos medidos para el lago "Nabor Carrillo" (localizado en la misma región y cuyas aguas son aguas negras tratadas secundariamente), donde el valor más alto de salinidad a lo largo del año es cercano a 3 ‰ (Chávez, et al., 1988).

Es en la época de estiaje donde la concentración de salinidad se incrementa debido a la disminución en el volumen de agua (FIG.5).

## DQO:

Es mayor el valor obtenido para el ADT que para el AE. Esto se debe a que la primera sale de la termoeléctrica con un incremento en temperatura y acompañada de sustancias como los aceites y las grasas que al ver facilitada su descomposición por el aumento de temperatura consumen mayor cantidad de oxígeno; caso contrario al AE, donde una parte de esos compuestos ya han sido degradados por esa vía y los que quedan requieren de menor cantidad de oxígeno (Pesson, 1979) y (Wetzel, 1981).

Se tienen promedios de 575 mg/l de DQO para agua de alcantarillado (Metcalf, 1972), por lo que los valores obtenidos en los muestreos son muy bajos; sin embargo, el agua muestreada proviene de una planta de tratamiento secundario donde se degrada la mayor parte de la materia orgánica y que por lo tanto tiene que ver con que éstos valores sean reducidos.

El final de la temporada de sequía y el inicio de la época de lluvias enmarcan los mayores valores de DQO observados, mucho tiene que ver con esto el inicio de la descarga de aguas negras domésticas sobre los canales que llevan el ADT hacia la zona del "charco" (FIG.6).

FIG.5. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE SALINIDAD

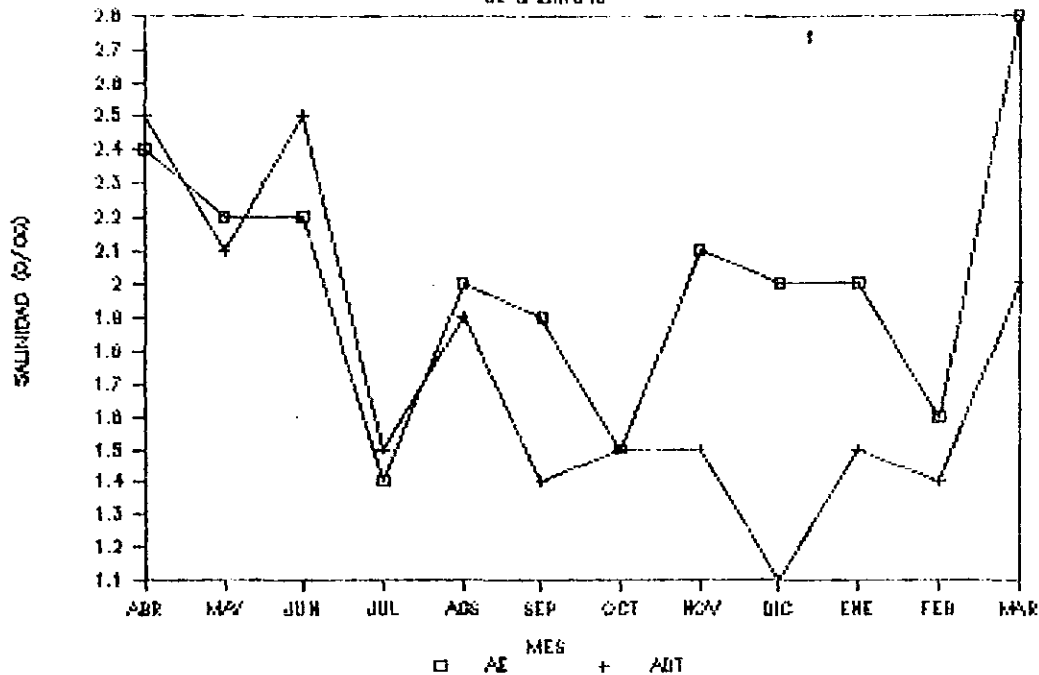
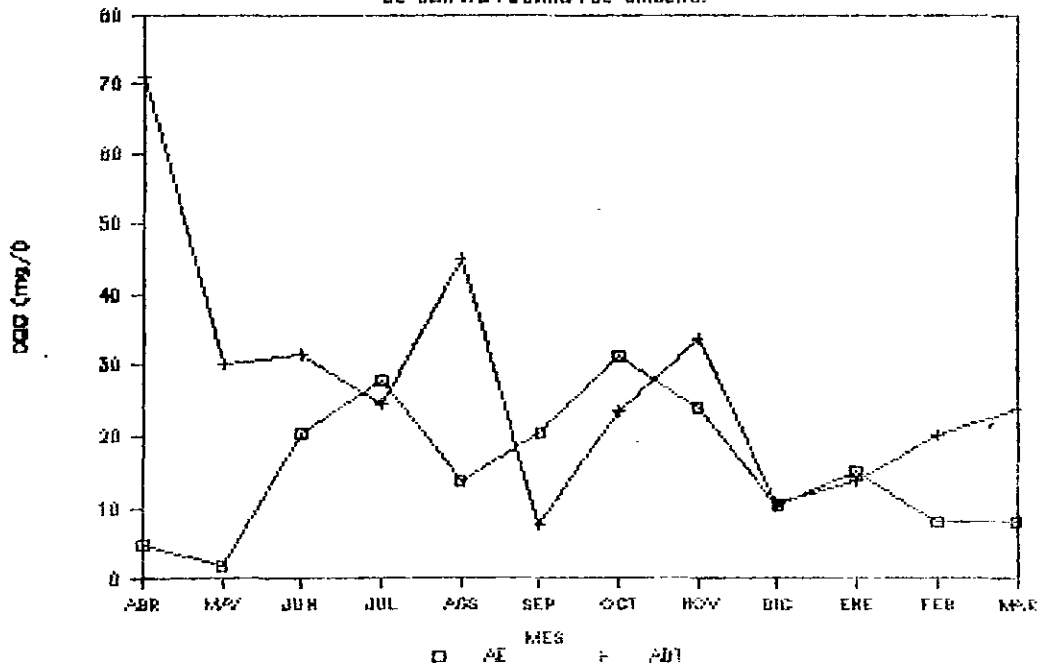


FIG.6. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO



**DBO<sub>5</sub>:**

Las muestras pertenecen al mismo tipo de agua. A pesar de requerir un poco más de oxígeno el ADT para degradar la materia presente, la diferencia con respecto al AE no es significativa; esto demuestra que en ambas muestras operan los mismos mecanismos de biodegradación.

No obstante, los valores obtenidos de DBO<sub>5</sub> son bajos comparados con los datos de Metcalf (1972) para aguas domésticas, cuyos valores fluctúan entre los 100 y los 400 mg/l.

Otro punto interesante es que en el AE los valores de DQO y DBO<sub>5</sub> sean similares, lo cual indica que la mayor parte de la materia es biodegradable.

La época de sequía marca las mayores concentraciones de DBO<sub>5</sub> para el agua de desecho de la termoeléctrica, seguramente influye el hecho de la descarga de aguas domésticas a lo largo del curso que sigue dicha agua, lo cual proporciona además de microorganismos degradadores, materia biodegradable. Caso contrario a la concentración de DBO<sub>5</sub> del AE donde los mayores valores son en época de lluvias, es decir, en la temporada de mayor desarrollo vegetal y por tanto de mayor presencia de material degradable (FIG.7).

**OXIGENO DISUELTO:**

La concentración de oxígeno disuelto en ambas muestras es semejante. La concentración esta por arriba de los 4.0 mg/l, esto beneficia la destoxificación del agua al permitir la degradación de la materia por vía aerobia y la presencia de la biota (Wetzel, 1981).

El ADT presenta un 100 % de saturación de oxígeno y el AE alrededor del 80 % de saturación, con una temperatura promedio de 21 °C y 13 °C, respectivamente (Wetzel, 1981) y (Margalef, 1983).

Ahora bien, el contenido de oxígeno puede sufrir periódicamente reducciones severas cuando ocurre una intensa descomposición. Tal efecto se da en la zona del "charco" durante los meses de junio y julio donde se registraron valores muy bajos de oxígeno disuelto; no descartando la posibilidad de déficits de oxígeno que aunque no fueron detectados podrían darse debido a que se analizó una vez al día el contenido de O.D. obteniendo tan sólo un estadio de una situación muy compleja.

Durante la época de lluvias es mayor el contenido de oxígeno en el AE, esto se debe a que es la estación de crecimiento de la vegetación acuática (que produce oxígeno) y por el contacto de las gotas de lluvia con la superficie del agua que provoca que finas gotas reciban oxígeno de la atmósfera (FIG.8).

FIG.7. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE DEMANDA BIQUIMICA DE OXIGENO.

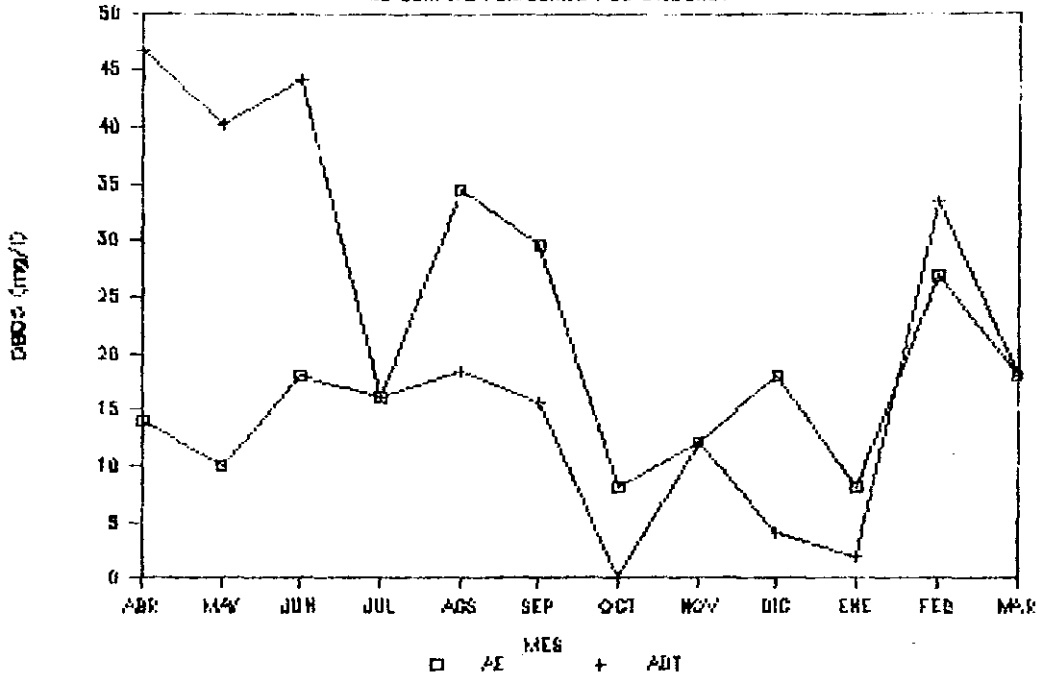
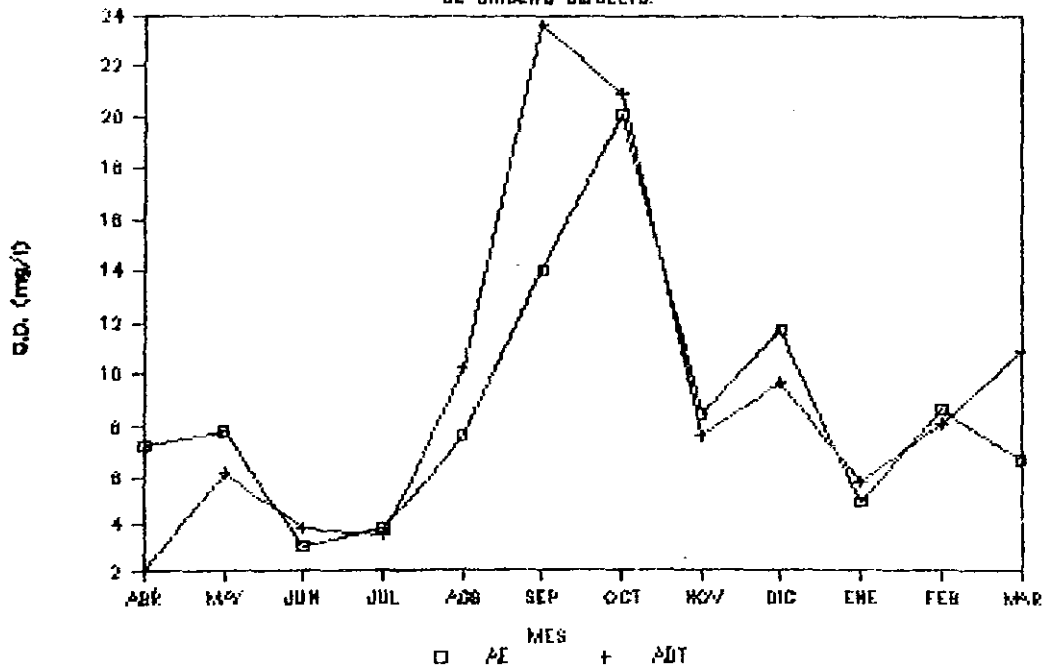


FIG.8. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE OXIGENO DISUELTUO.



#### CONDUCTIVIDAD:

Los datos revelan valores semejantes entre ambas muestras.

Las medidas obtenidas están por arriba de los valores permisibles que son de 2000 umhos/cm (SEDUE, 1986). Sin embargo, el contenido de sales aunque eleva la conductividad no es tan grande como para elevar la salinidad del agua.

Por ser agua de origen residual tiende a elevarse la conductividad (Metcalf, 1972). Justamente la cantidad de electrolitos indica la pureza del agua, valores entre 2000 y 3000 umhos/cm son de dudosa calidad y mayores a 3000 umhos/cm son de pésima calidad (Metcalf, 1972); por lo que el agua de ambas muestras analizadas, de acuerdo a la conductividad, no es apta para ser potable.

Se podría esperar una correlación directa entre conductividad y pH, pero como menciona Wetzel (1981), esta relación se pierde en los lagos de salinidad baja y alto contenido de materia orgánica. Esta aseveración se reafirma con los datos obtenidos en el presente trabajo: mientras que en los meses de junio y julio se presentan unos de los valores más altos de pH, la conductividad tiende a decrecer. Entonces, no siempre se da una relación directa entre pH y conductividad (FIGS. 4 y 9).

Los valores de conductividad se incrementan al final de la época de lluvias, después de que se han lavado los suelos de los alrededores; permitiendo que haya mayores concentraciones de elementos disueltos en el agua (FIG.9).

#### COLIFORMES TOTALES:

Los datos revelan que son muestras diferentes. El AE se mantiene con valores mínimos, no así el ADT cuyas medidas son muy elevadas.

El máximo permisible como medida sanitaria (aunque no para uso de agua potable ni preparación de alimentos) es de 2000 NMP/100 ml, como valor mensual (SEDUE, 1986). El ADT sobrepasa este valor debido a que en su trayecto recibe la descarga de aguas negras domésticas, razón de la presencia de coliformes.

Es de interés el hecho de que en la curva obtenida del análisis de resultados del ADT (FIG.10), existen dos caídas importantes en la población de las coliformes totales, quizá se deba a la presencia de depredadores (protozoos, valdría la pena llevar este estudio con mayor profundidad, ya que puede haber una fuente considerable de enfermedades entre la gente del lugar, debido a que el agua es utilizada en ocasiones para regar legumbres, a que la gente por diversión acostumbra meterse a la misma o a que a la orilla del curso del agua se venden alimentos hechos a la intemperie).

FIG.9. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE CONDUCTIVIDAD.

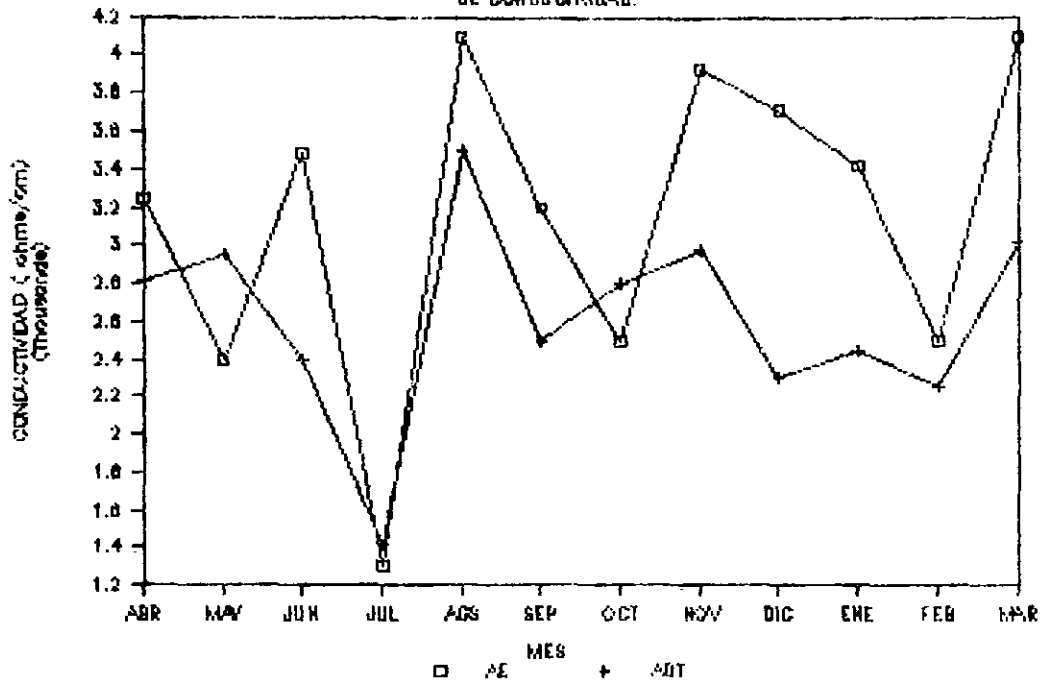
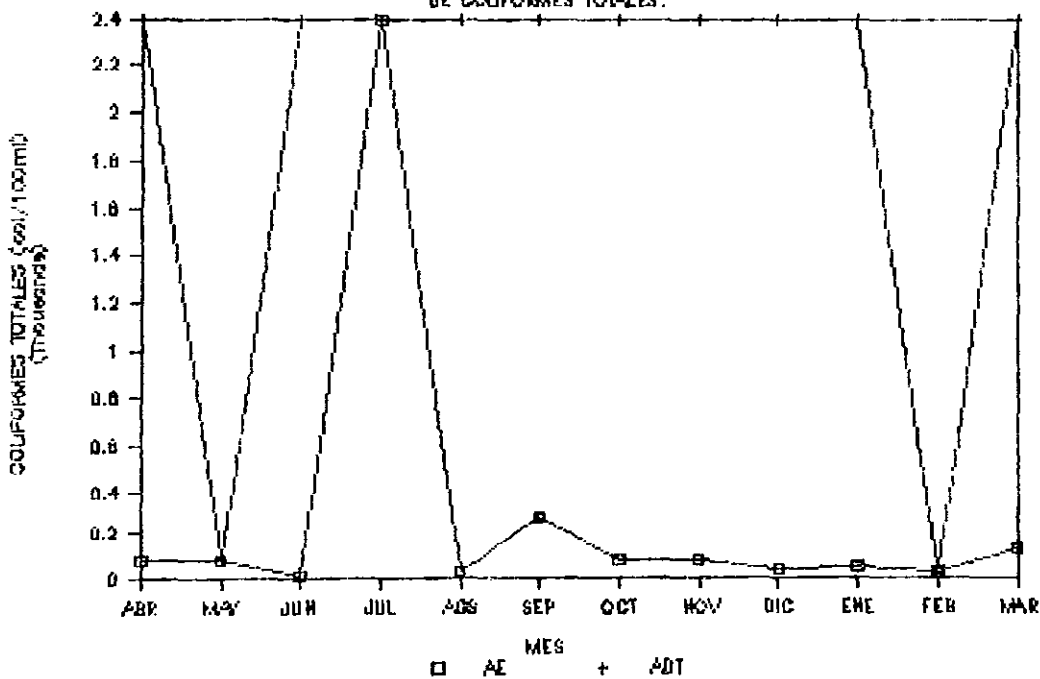


FIG.10. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE COLIFORMES TOTALES.





**SULFATOS:**

Existe proporcionalmente la misma cantidad de sulfatos en las dos muestras, por lo que se trata del mismo tipo de agua.

El contenido de sulfatos en los lagos varía de pequeñas cantidades ( $1 \text{ mg/l}^{-1}$  para lagos alojados en cuencas de drenaje de roca ígnea) a grandes cantidades ( $50 \text{ gr/l}^{-1}$  para lagos salinos sulfatados), (Wetzel, 1981); sin embargo, los límites normalmente van de 5 a  $30 \text{ mg/l}^{-1}$  de sulfatos. Los valores encontrados en el "charco" van de 1 a  $2 \text{ gr/l}$ , quedando fuera de los límites "normales" señalados por Wetzel (1981).

En la descomposición orgánica el azufre es liberado como  $\text{H}_2\text{S}$ , que se oxida con bastante rapidez bajo condiciones aeróbicas a sulfatos, por lo que en el agua oxigenada existe abundancia de sulfatos (Wetzel, 1981). Siendo el "charco" un lugar oxigenado y con abundancia de plantas acuáticas que al morir proporcionan gran cantidad de materia orgánica, se puede señalar que una fuente importante de sulfatos se da por esta vía.

La concentración promedio de sulfatos en aguas de desecho domésticas va de 20 a  $60 \text{ mg/l}$  (Metcalf, 1972), por lo que colabora en parte con las cantidades encontradas en las muestras, dado que recibe descarga de aguas negras.

Un hecho que también contribuye en la presencia excesiva de sulfatos es el sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), proveniente de la formación química del suelo de la zona, aunque su concentración no se midió. Prada (1975), señala que el sulfato de sodio constituye el 2 % del total de sales en el suelo de Texcoco.

Las mayores concentraciones de sulfatos en la zona del "charco" se dan en el período de lluvias, lo que apoya la hipótesis de que el sulfato de sodio contribuye (a través de su lavado del suelo) a la presencia excesiva de sulfatos en el agua (FIG.11).

Se debe tomar en cuenta, además, que el método de determinación usado (turbidimétrico) pudo sobrevalorar la información, dado que por arriba de los  $40 \text{ mg/l}$  disminuye la exactitud del método.

**CLORUROS:**

Las muestras no son iguales. Esto se debe probablemente a la disolución de sales de cloruro de sodio y cloruro de potasio (que con un 50 % y un 6 %, respectivamente forman parte del sustrato) del suelo y a la actividad de los organismos en el AE, lo que aumenta su concentración.

La cantidad media de cloruros en aguas superficiales es de  $8.3 \text{ mg/l}$  (Wetzel, 1981) y (Margalef, 1983), muy por debajo de los valores encontrados en el "charco"; aunque esta zona recibe la descarga de aguas residuales que suponen cantidades importantes de cloruros (Metcalf, 1972).

Los valores permisibles van de 250 a  $600 \text{ mg/l}$ , con una concentración deseable de  $200 \text{ mg/l}$  (Metcalf, 1972). El agua del "charco" se encontró dentro de estos valores, lo que la cataloga como agua útil para la recreación y para la industria.

Las mayores cantidades de cloruros en el "charco", se alcanzan en los meses de estiaje (FIG.12). Lo mismo sucede con la salinidad y la conductividad, entre otros parámetros; esto debido a la disminución en el volumen de agua disponible.

FIG.11. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE SULFATOS.

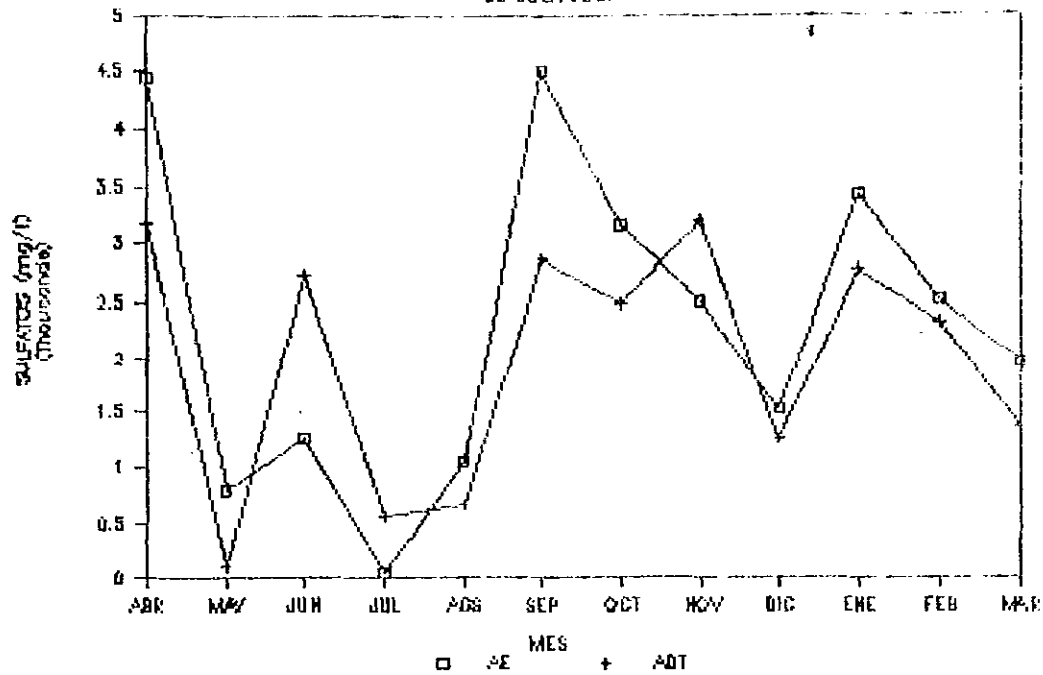
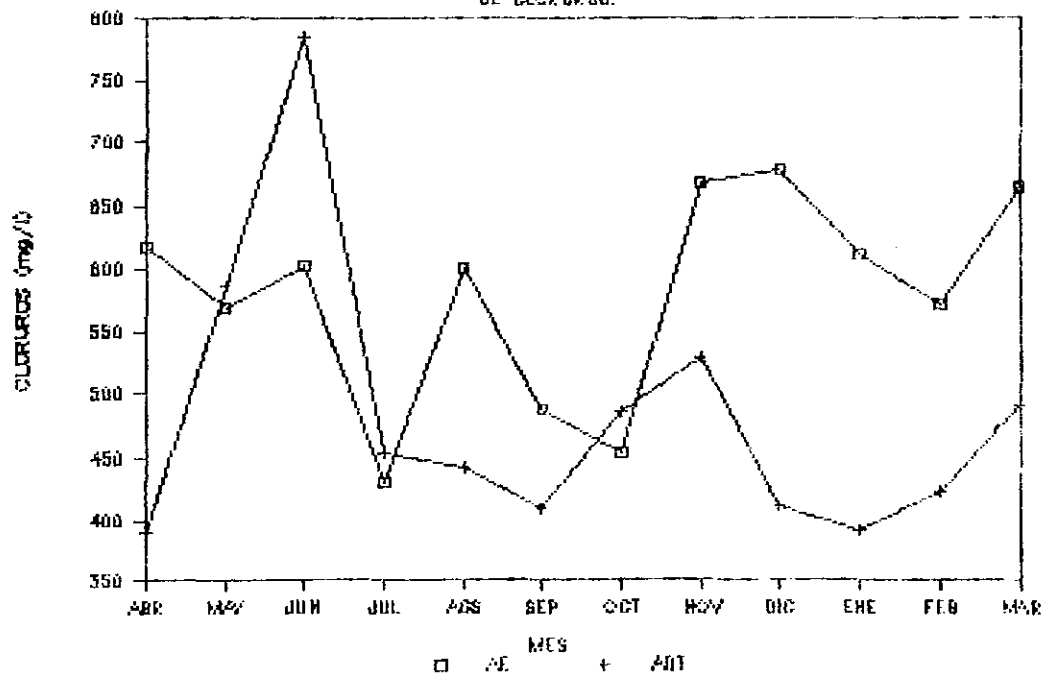


FIG.12. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE CLORUROS.



#### NITROGENO ORGANICO:

Son muestras iguales.

Las aguas de desecho poseen valores de entre 5 y 40 mg/l (Metcalf, 1972), por lo que la zona del "charco" posee valores bajos de nitrógeno orgánico.

Considerando que un cuerpo de agua es eutrófico con valores de 0.5 a 1.3 mg/l (Wetzel, 1981), entonces se puede afirmar la eutroficación del "charco".

El nitrógeno orgánico del "charco" constituye más del 50 % del nitrógeno total obtenido. Esta dominancia se debe en gran medida a la amplia zona litoral poblada por numerosas plantas acuáticas que segregan compuestos nitrogenados y que, además, al morir y descomponerse liberan gran cantidad de nitrógeno orgánico (Wetzel, 1981) y (Margalef, 1983).

El mayor valor encontrado para este parámetro ocurrió en el mes de julio, en plena época de lluvias y de producción vegetal (FIG.13).

#### NITROGENO AMONIACAL:

Existe proporcionalidad en las muestras, por lo que el contenido de nitrógeno amoniacal es semejante.

Las aguas de desecho crudas tienen valores de entre 10 y 50 mg/l, y los efluentes de una planta de tratamiento secundario (como el presente caso) de 4 mg/l (Metcalf, 1972). Teniendo en cuenta esto, la zona del "charco" posee valores bajos de nitrógeno amoniacal.

Los valores obtenidos de nitrógeno amoniacal se asemejan más a los de aguas superficiales no contaminadas cuyos datos van de 0 a 5 mg/l (Wetzel, 1981), pero no afirmando con ello que sea un cuerpo de agua no contaminado, ya que existen otros parámetros que deben tomarse en cuenta como los detergentes, nitrógeno orgánico, etc.

Los meses de abril, mayo, junio y agosto marcan los valores más elevados de nitrógeno amoniacal, esto es, al final del periodo de sequía y en época de lluvias (FIG.14).

Al final de la época de lluvias y durante la etapa de sequía los valores de nitrógeno amoniacal decrecen y tienden a predominar las formas oxidadas (nitritos y nitratos). Esto se ve favorecido por la disponibilidad de oxígeno y de bacterias nitrificantes que convierten la abundancia de nitrógeno orgánico (es el periodo de crecimiento y muerte de la vegetación acuática) en nitritos y nitratos, y por ser el  $\text{NH}_4^+$  la última fase del ciclo del nitrógeno, es relativamente escaso (Wetzel, 1981).

FIG.13. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE NITROGENO ORGANICO.

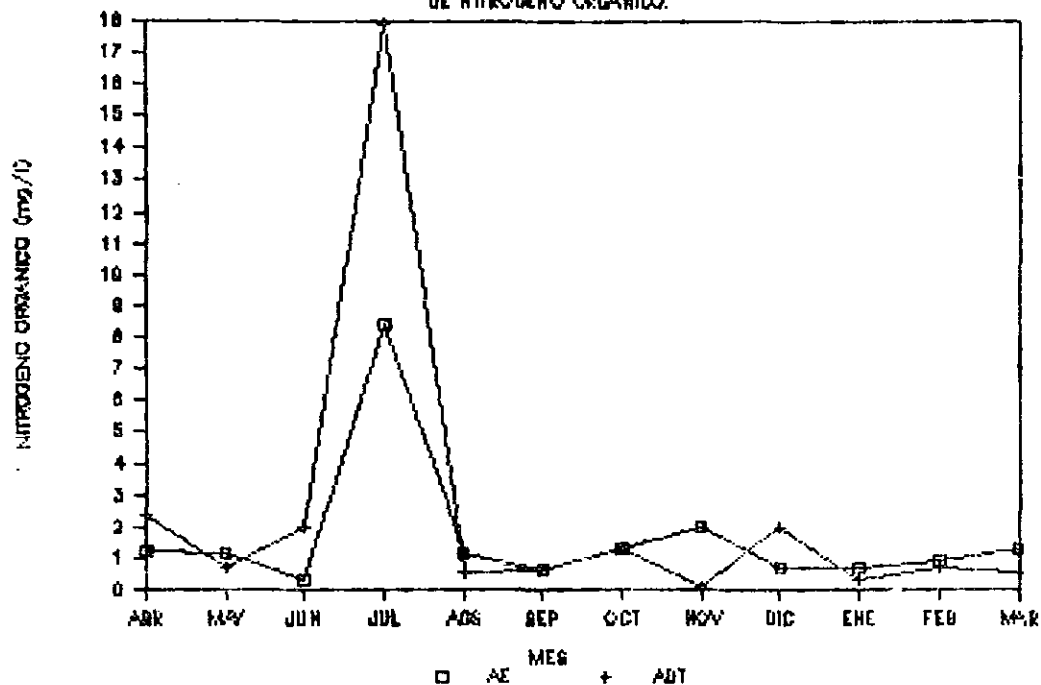
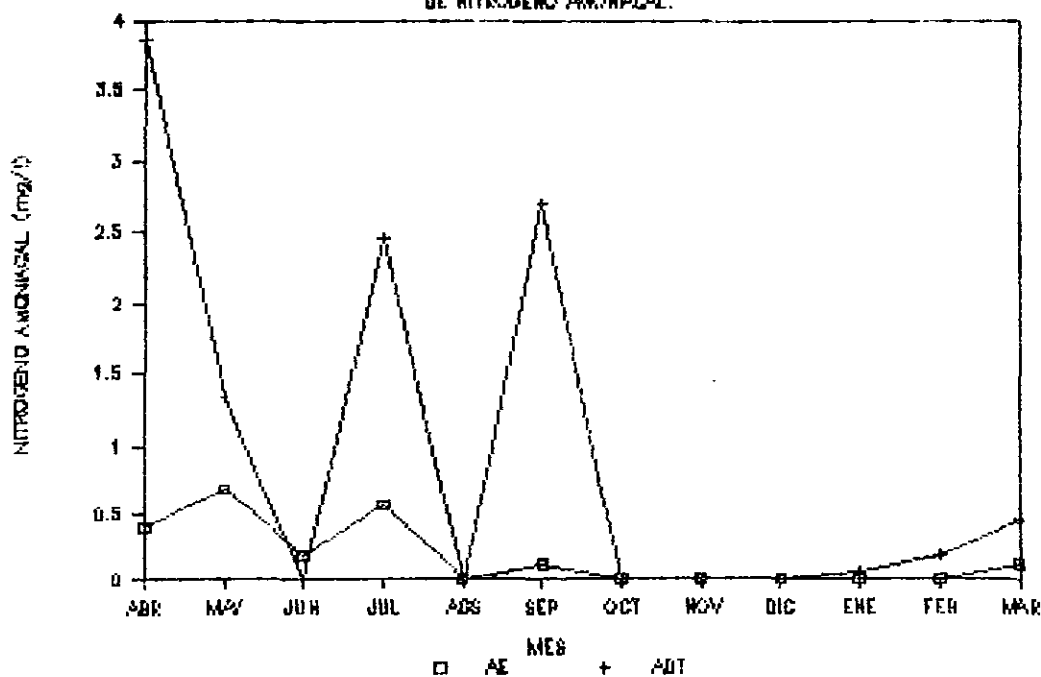


FIG.14. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE NITROGENO AMONICAL.



**NITRITOS:**

Son valores semejantes los de las dos muestras.

Sin embargo, se consideran valores elevados comparados con los niveles de nitritos en aguas superficiales no contaminadas que van de 0 a 0.01 mg/l (Metcalf, 1972).

Son los meses de noviembre a marzo los que presentan las concentraciones mayores de nitritos, justo después de la etapa de mayor crecimiento vegetal y sobre el período de muerte de parte de la vegetación acuática, es decir, en abundancia de formas de nitrógeno orgánico (FIG.15).

El incremento de nitritos en este período se debe, por lo tanto, a la acción de las bacterias nitrificantes sobre la abundancia de nitrógeno orgánico (Wetzel, 1981).

Asimismo, las condiciones ambientales (heladas) pudieron bloquear la acción de las bacterias que transforman los  $\text{NO}_2^-$  a  $\text{NO}_3^-$ , favoreciendo el incremento momentáneo de los nitritos (Vallentyne, 1978) y (Wetzel, 1981).

**NITRATOS:**

No son muestras iguales. El ADT tiene tres veces más nitratos que el AE, esto refleja la mayor actividad microbiana en la última.

En las aguas superficiales no contaminadas los valores de nitratos van de 0 a 10 mg/l (Vallentyne, 1978) y (Wetzel, 1981), y en los efluentes de plantas de tratamiento secundario en un promedio de 16 mg/l (Metcalf, 1972); tomando en cuenta estos valores, el agua del "charco" es pobre en nitratos.

A lo largo del año se observa una regularidad en los valores de nitratos del AE, esto se debe a que son constantemente utilizados por la vegetación acuática como forma de nitrógeno disponible; por lo que durante la época de lluvias (época de mayor crecimiento vegetal) éstos valores tienden a reducirse aún más (FIG.16).

En resumen, las diferentes formas de nitrógeno encontradas en el "charco" se utilizan tan rápidamente como se producen, de forma tal que por lo general sólo se encuentran pequeñas cantidades (algunas veces no detectables).

Existe dominancia de compuestos nitrogenados reducidos sobre los oxidados, esto porque los nitratos son utilizados como fuente de nitrógeno por las plantas acuáticas reduciéndose de esta manera su cantidad; caso contrario al nitrógeno orgánico que es abundante debido a los compuestos orgánicos nitrogenados secretados por la vegetación acuática durante la época de crecimiento vegetal y también debido a la abundancia de material orgánico en descomposición.

FIG.15. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE NITRITOS.

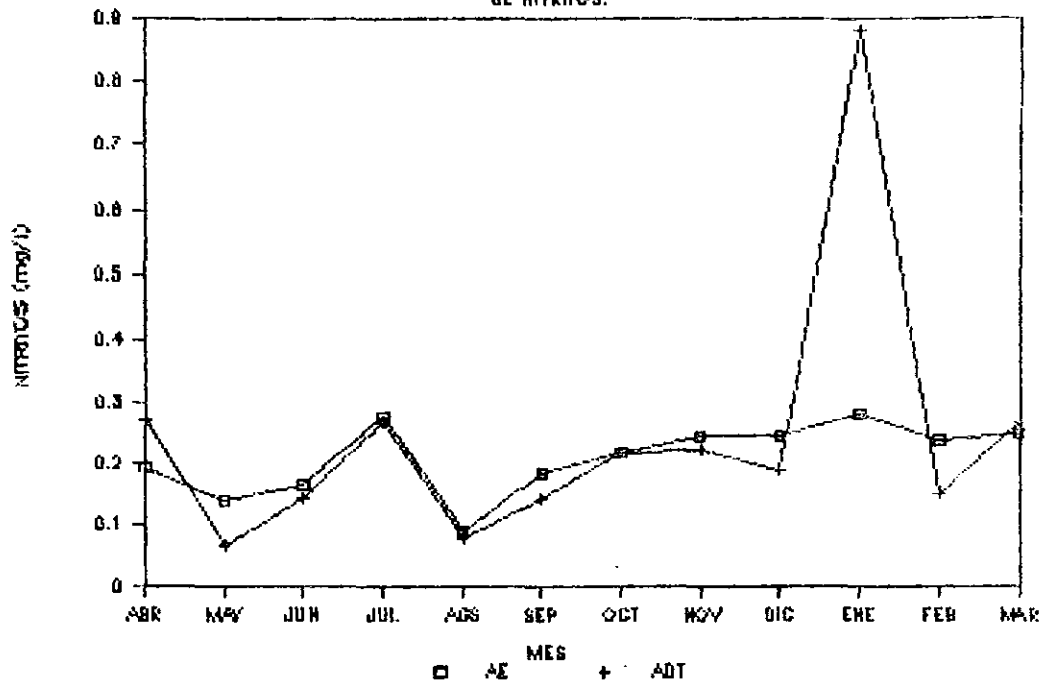
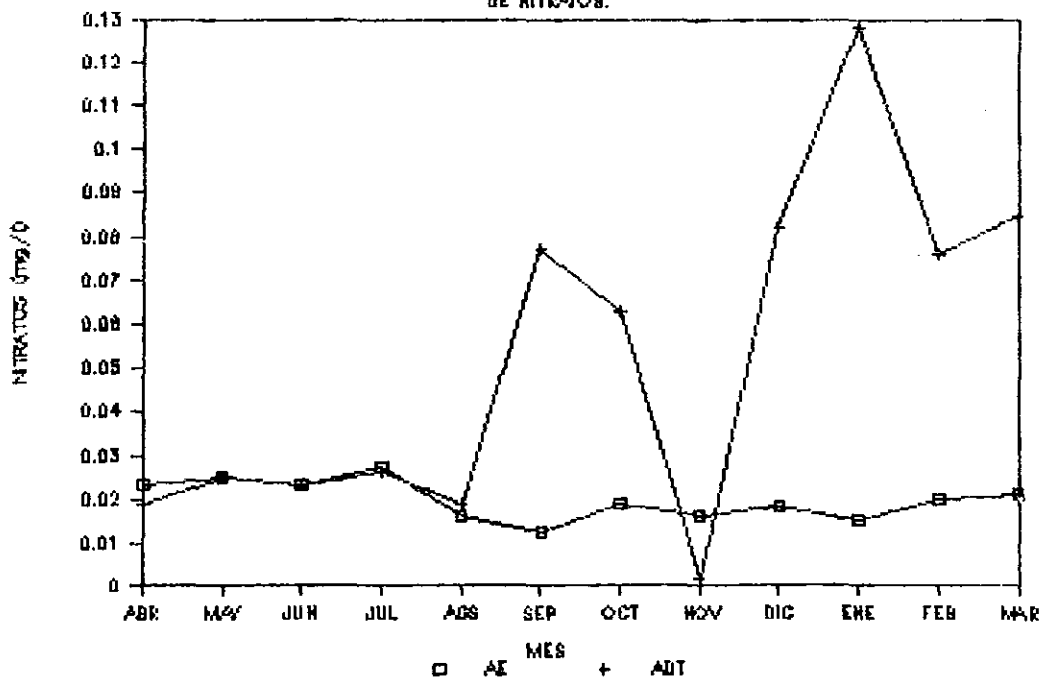


FIG.16. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE NITRATOS.



#### FOSFATOS:

El contenido de fosfatos en las muestras es semejante.

Las concentraciones de fosfatos que fluctúan entre 0.01 a 0.09 mg/l son consideradas como medidas que causan eutroficación (Wetzel, 1981); asimismo, la concentración típica de fosfatos en aguas de desecho va de 0.005 a 0.020 mg/l (Metcalf, 1972). Teniendo valores promedio de 0.04 a 0.03 mg/l en las muestras del "charco" se puede considerar que el agua es rica en fosfatos que causan eutroficación y que favorecen el crecimiento abundante de las macrofitas.

El fósforo encontrado en las muestras de agua proviene en gran parte de la descarga de agua tratada secundariamente por la termoeléctrica del Valle de México que contiene detergentes, y, también, de la liberación de fósforo asimilable ( $PO_4$ ) desde los sedimentos del "charco".

Durante la época de lluvias (may-oct) se presentan las menores concentraciones de fosfatos, período marcado por valores reducidos de  $CO_2$  y de alta radiación solar que favorecen la asimilación de fósforo por las plantas acuáticas (Vallentyne, 1978) y (Wetzel, 1981), trayendo como consecuencia un elevado crecimiento vegetal (FIG.17).

Las plantas acuáticas del "charco" aprovechan la presencia de fósforo asimilable y de nitratos (como forma nitrogenada) durante la etapa de su mayor desarrollo, es decir, en la época de lluvias.

#### SILICATOS:

Con respecto a este parámetro las dos muestras son semejantes.

Las concentraciones de silicatos son bajas y probablemente son aportadas por la cuenca y por el lavado del concreto de construcciones adyacentes al "charco" durante la época de lluvias, (el "charco" está limitado en sus porciones norte y poniente por casas habitación).

Las aguas continentales no contaminadas tienen una concentración promedio de 13 mg/l, pero varían de 0 a 80 mg/l (Metcalf, 1972), aunque las concentraciones mínimas se dan en el agua asociada a suelos carbonatados como el del "charco" (Wetzel, 1981).

Aunado a esto, en cuerpos de agua eutróficos como el "charco", generalmente se presenta un contenido de sílice mínimo, hasta tal punto que roza el límite de detección; estas disminuciones están claramente asociadas con una intensa asimilación por las diatomeas y con la sedimentación de éstas al fondo del lago (Wetzel, 1981).

Las concentraciones de sílice disuelta en el agua del suelo decrecen al aumentar el pH del suelo por arriba de 6 (Wetzel, 1981); el suelo de la zona del "charco" con un pH de 9.5 establece, por lo tanto, condiciones limitantes para la sílice.

Los meses de junio a noviembre tienen las menores concentraciones de silicatos (época de lluvias), etapa que representa el mayor crecimiento de los vegetales acuáticos incluido el fitoplanctón (FIG. 18).

FIG.17. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE FOSFATOS.

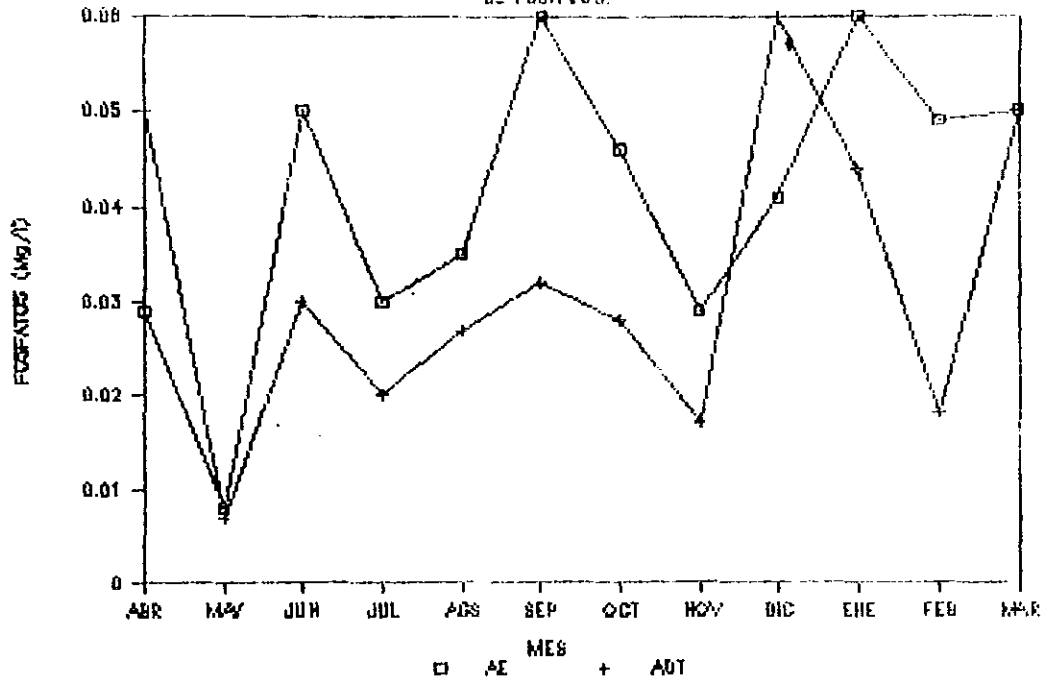
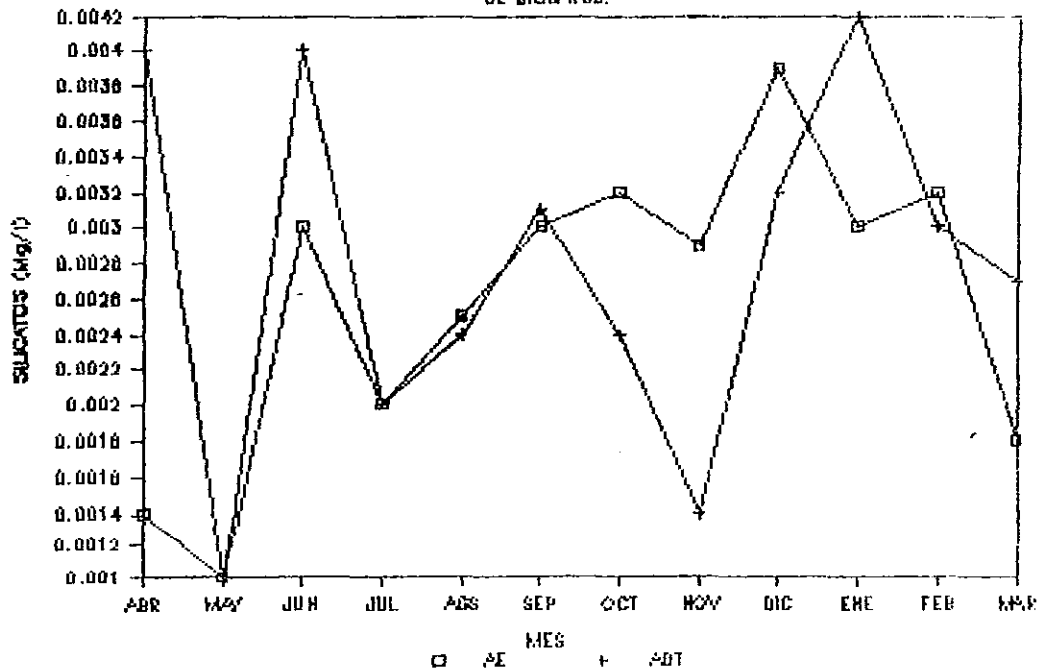


FIG.18. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE SILICATOS.





**TEMPERATURA:**

No son muestras iguales.

La temperatura del ADT está por arriba de las condiciones naturales, dado que proviene de una torre de enfriamiento.

La SEDUE (1986), señala un rango permitido en las descargas de aguas de desecho de 2.5 °C por arriba de las condiciones naturales, hasta un máximo de 30 °C. El valor más alto encontrado en las muestras fue de 26 °C para el ADT, cuando para el AE era apenas de 13.8 °C; es decir, un incremento del doble en la temperatura aunque sin sobrepasar el límite de los 30 °C.

No obstante, este incremento en la temperatura da lugar a altas tasas de descomposición de la materia orgánica (Wetzel, 1981), provocando con ello eliminación de oxígeno disuelto que perjudica la vida acuática.

Por ser el "charco" un lago somero y pequeño, el aumento de temperatura en el agua supone cambios en la diversidad de especies; quedando tan sólo aquellas especies adaptadas a tales condiciones y eliminando a aquellas que originalmente habitaban esas aguas un poco más templadas (Wetzel, 1981).

Durante la época de estiaje los valores de temperatura decrecen, especialmente entre los meses de octubre, noviembre y diciembre, cuando ocurren heladas (FIG.19).

**SOLIDOS SEDIMENTABLES:**

Son muestras iguales.

Los valores obtenidos son semejantes, aunque el ADT tiene un mayor contenido de sólidos sedimentables debido al arrastre de partículas a lo largo de su curso (con una velocidad promedio de 1 m/seg).

Las cantidades medidas son mínimas, por lo que es posible descartar que lleguen a perjudicar al hábitat del "charco", es decir, que causen problemas de azolvamiento o que lleguen a cubrir formas de vida sedentaria en el sedimento.

El periodo de lluvias incrementa la concentración de sólidos sedimentables, debido al aporte de partículas arrastradas por el agua de lluvia al cauce del ADT (FIG.20).

FIG.19. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE TEMPERATURA.

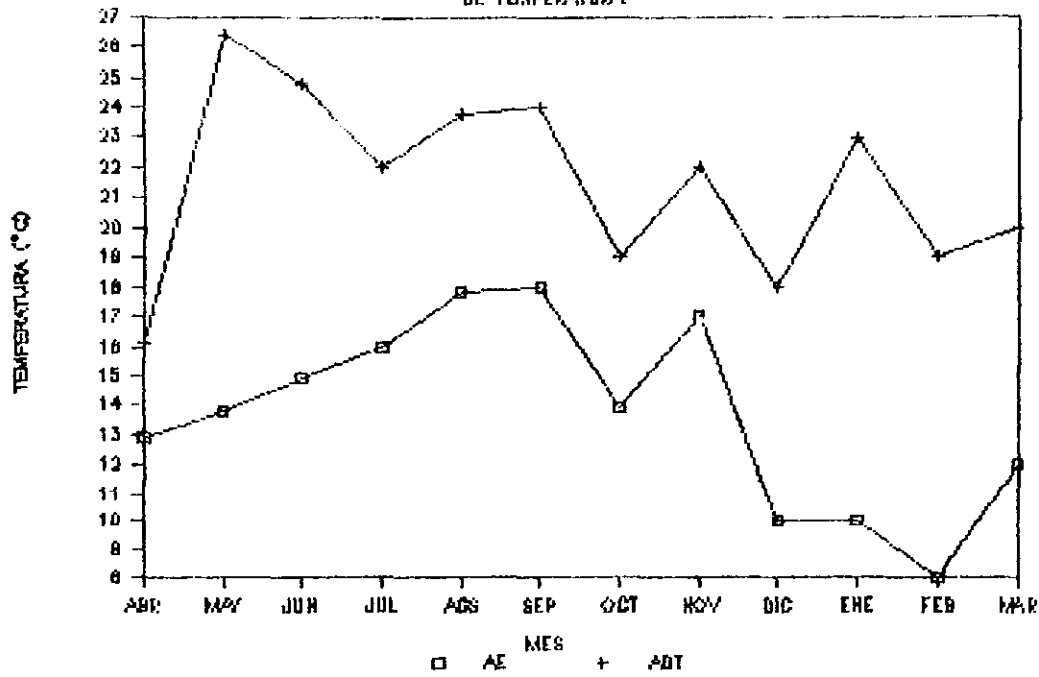
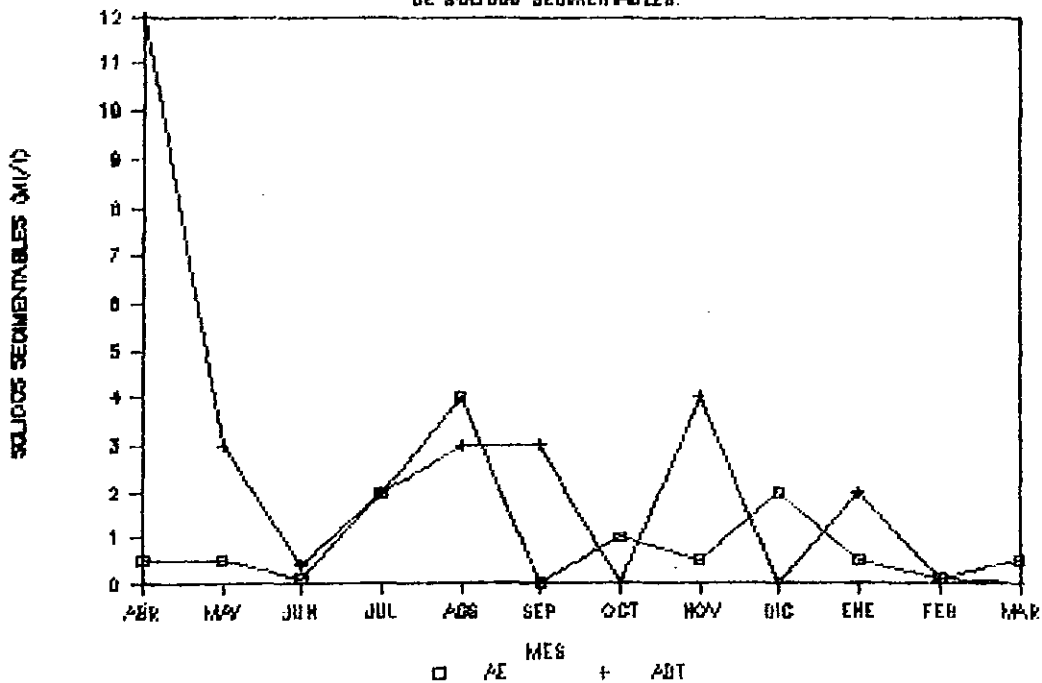


FIG.20. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE SOLIDOS SEDIMENTABLES.



**DUREZA (TOTAL Y AL  $\text{Ca}^{++}$ ):**

Las muestras son iguales.

La zona del "charco" presenta un tipo de agua muy dura, donde los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Ca}^{++}$  predominan (SEDUE, 1986).

Concentraciones de dureza hasta de 500 mg/l son permisibles, pero el valor deseable para uso de agua potable es de hasta 100 mg/l (SEDUE, 1986). Cuando se sobrepasa el límite de 500 mg/l, como en el caso del "charco", el agua se considera poco recomendable para cualquier uso que se le quiera dar (SEDUE, 1986).

Durante el período de noviembre a marzo (época de estiaje) se presentan las concentraciones más elevadas de dureza total (FIG.21). Es en este lapso de tiempo cuando se incrementan los valores dada la reducción de agua por evaporación y transpiración, y por la permanencia de los iones a lo largo de todo el año, que también pueden precipitarse al sedimento por saturación (Wetzel, 1981).

Asimismo, los valores del ión  $\text{Ca}^{++}$  disminuyen durante la temporada de lluvias y se incrementan durante la temporada de sequía (FIG.22). Bajo condiciones de aridez, como en la zona del "charco", las sales de la disolución del suelo se acumulan al no eliminarse los cationes procedentes de la lluvia. Las posiciones de intercambio contienen predominantemente  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ ; cuando el agua del suelo se satura de  $\text{Na}^+$ , el calcio y el magnesio son gradualmente sustituidos por el sodio. Este  $\text{Na}^+$  es liberado otra vez durante los períodos de lluvia, apareciendo una concentración de  $\text{Na}^+$  mucho mayor que de cationes divalentes (Wetzel, 1981).

**ALCALINIDAD (TOTAL Y A LA FENOLFTALEINA):**

Son valores semejantes y elevados los de las dos muestras.

El límite permisible de alcalinidad total expresada como  $\text{CaCO}_3$  es de 400 mg/l para uso de agua potable, y para agua de uso industrial (como la del "charco") hasta 700 mg/l (SEDUE, 1986).

Los valores obtenidos reflejan una abundancia de bicarbonatos, con bajas cantidades de  $\text{OH}^-$  y carbonatos (Wetzel, 1981). Es decir, con un pH promedio de 8 en el agua del "charco" y una concentración de  $\text{CO}_3^{--}$  por arriba de 20 mg/l, se asegura la presencia de  $\text{HCO}_3^-$  en el agua, lo cual queda demostrado al aplicar la técnica de alcalinidad a la fenolftaleína que mide las concentraciones de  $\text{OH}^-$  y  $\text{CO}_3^{--}$  (APHA, et al., 1989), que junto con el  $\text{HCO}_3^-$  y el  $\text{CO}_3^{--}$  propician la alcalinidad de un cuerpo de agua. Las medidas de  $\text{OH}^-$  y  $\text{CO}_3^{--}$  son bajas, contabilizando apenas el 10 % de la alcalinidad total. Por lo que se concluye que la forma de bicarbonato es la dominante en el agua del "charco" para establecer la alcalinidad (Wetzel, 1981) y (Valentyne, 1978). Además, en las aguas duras (como la del "charco") el anión más importante es el  $\text{HCO}_3^-$  (Wetzel, 1981).

Durante la época de secas y el principio de la época de lluvias los valores de alcalinidad total aumentan (FIG.23). Esto está relacionado con un aumento en la concentración de  $\text{CO}_2$  dentro del mismo período, proveniente de la descomposición de la materia orgánica (Wetzel, 1981). Los  $\text{OH}^-$  y los carbonatos también incrementan su concentración (ligeramente) en época de sequía (FIG.24).

FIG.21. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE DUREZA TOTAL

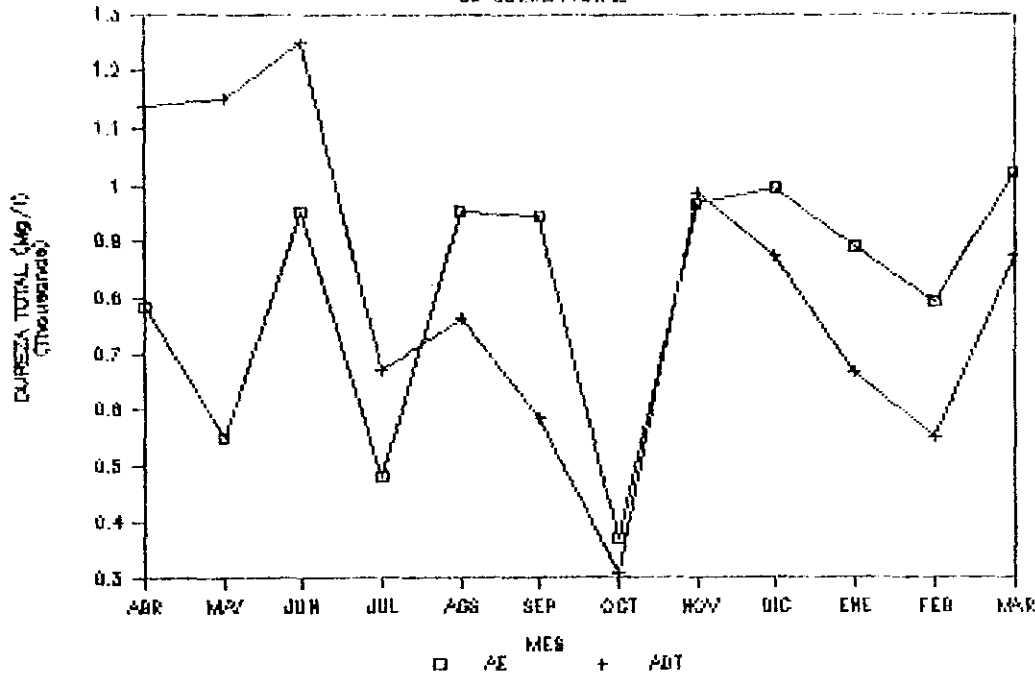


FIG.22. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE DUREZA AL CALCIO

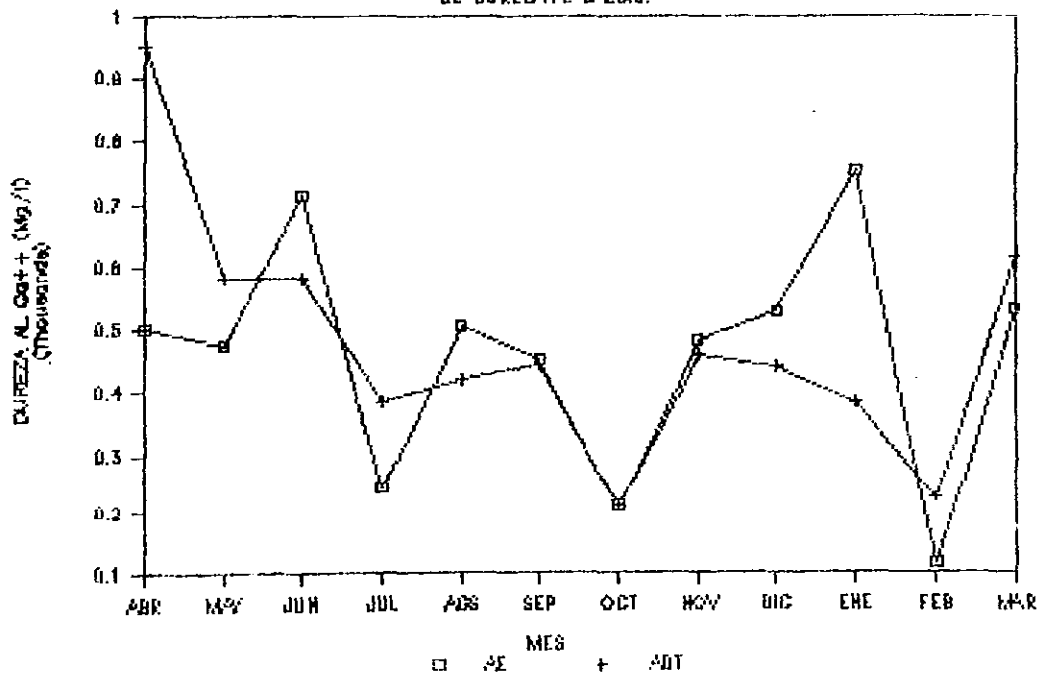


FIG.23. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE ALCALINIDAD TOTAL

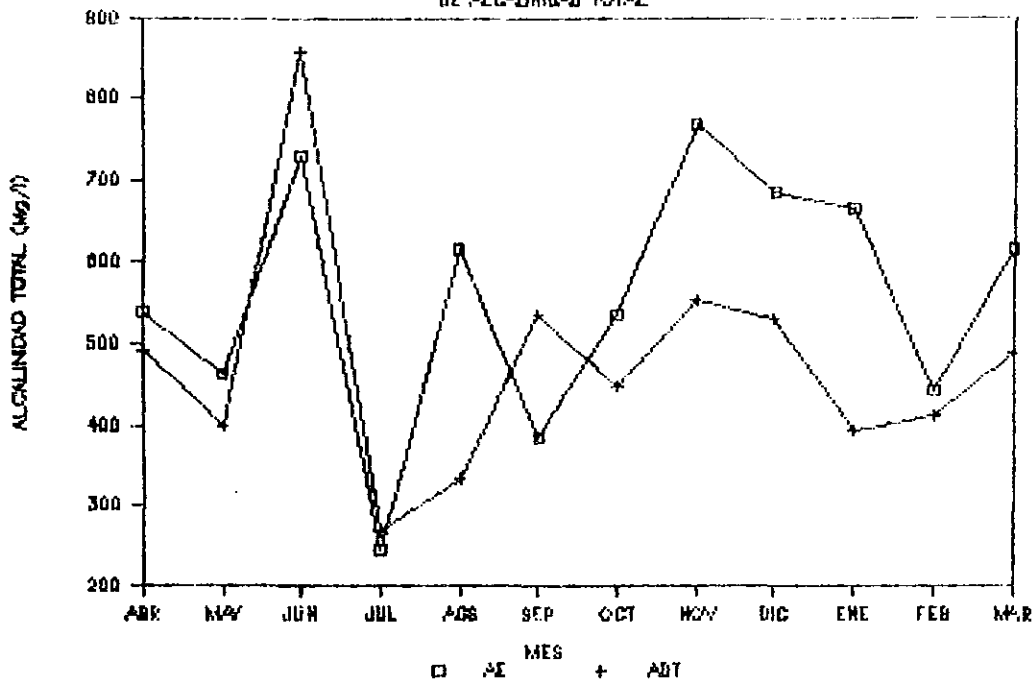
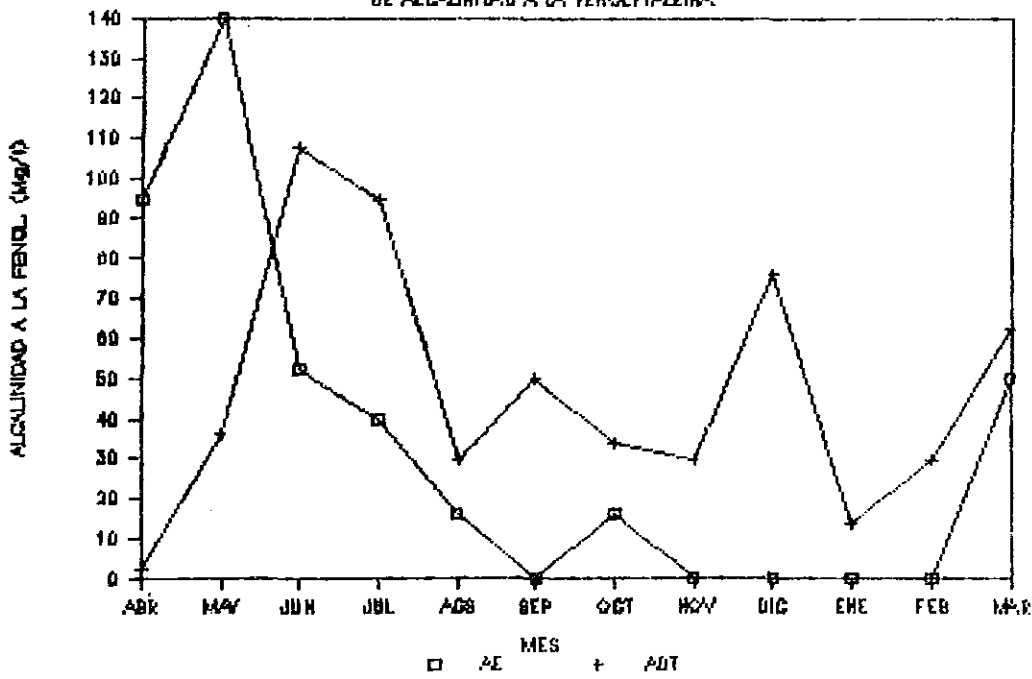


FIG.24. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE ALCALINIDAD A LA FENOLTALEINA



**CO<sub>2</sub>:**

Las muestras no son iguales.

En la zona de AE los valores de CO<sub>2</sub> son tres veces mayores que en el ADT, lo que refleja la actividad metabólica de las plantas y los animales en el "charco".

Mucho tiene que ver en la concentración elevada de CO<sub>2</sub> del AE la descomposición de material orgánico en los sedimentos (Valentyne, 1975) y (Wetzel, 1981).

El CO<sub>2</sub> necesario para mantener en solución y equilibrio al bicarbonato (de aguas bicarbonatadas como las del "charco"), puede perderse hacia la atmósfera debido a la activa descomposición orgánica; esto provoca precipitación de CaCO<sub>3</sub> que a su vez pasa a ser parte importante de la dureza del agua (Wetzel, 1981). Se sabe con seguridad que en los lagos con aguas muy duras (como el "charco") existen cantidades elevadas de CaCO<sub>3</sub> en forma coloidal estable (Wetzel, 1981).

La época de estiaje (nov-abr) presenta las mayores concentraciones de CO<sub>2</sub> en el agua del "charco", periodo durante el cual se descompone la materia orgánica proveniente del abundante desarrollo que tuvo la vegetación en la época de lluvias (FIG.25).

**ACIDEZ:**

Las muestras son iguales.

Los valores obtenidos son bajos, aunque en el AE se observa un ligero aumento en la concentración de acidez. Lo que demuestra la mayor concentración de dióxido de carbono libre y ácidos orgánicos procedentes de la descomposición de la materia orgánica (Wetzel, 1981).

Las concentraciones de acidez tienden a incrementarse en la época de sequía, especialmente en los meses de noviembre, diciembre y enero (FIG.26). Coinciden con los datos de CO<sub>2</sub>, es decir, a mayor descomposición de la materia orgánica mayor acidez (Wetzel, 1981):

FIG.25. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE OXIDO DE CARBONO

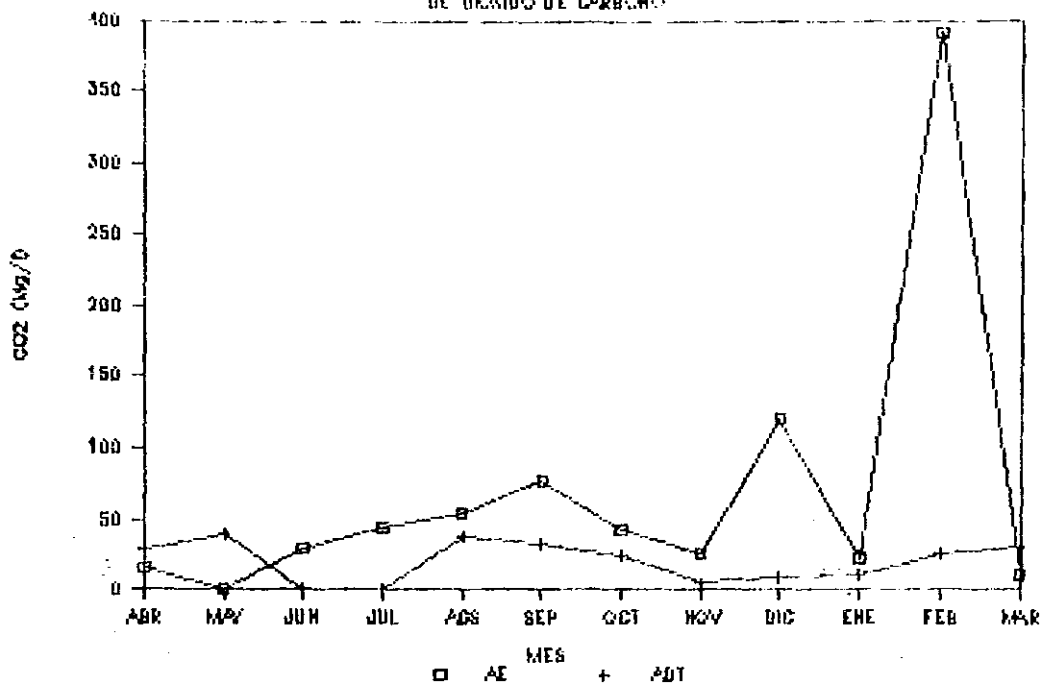
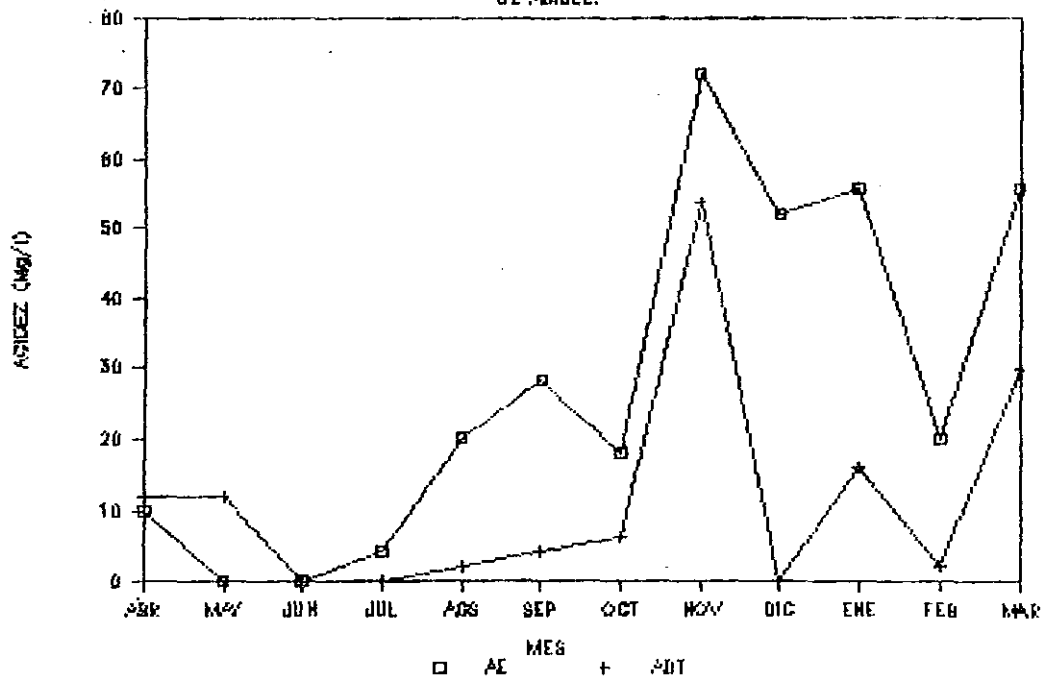


FIG.26. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE ACIDEZ.



#### ACEITES Y GRASAS:

Sólo fue posible medir datos para el ADT ya que las muestras analizadas del AE carecieron de película visible y salieron del límite de detección de la técnica empleada.

Los resultados muestran la presencia de una película visible de aceites y grasas en el ADT con un promedio anual de 0.2726 mg/l, de los cuales 93.46 % son hidrocarburos y el 6.53 % es materia grasa.

Esto hace del agua del "charco" no recomendable para cualquier uso que se le quiera dar, dado que las normas de calidad establecen que el agua debe estar libre de cualquier película visible de aceites o grasas (SEDUE, 1986) y (Diario Oficial, 1988).

Teniendo en cuenta que cada litro de ADT contiene aproximadamente 0.3 mg/l de aceites y grasas, y que se desechan de la termoeléctrica 120 LPS de agua, es importante la cantidad de aceites y grasas que se vierten con el agua (3.1104 kg/día); gran parte de los cuales quedan atrapados a lo largo del curso de agua (sobre las paredes del canal) y en la barrera de plantas acuáticas localizadas en la desembocadura del canal al pantano, por lo que luego de ser retenidos por las plantas, algunos pasan al sedimento.

En el sedimento se encontraron cantidades de hasta 1.73 mg/l (seis veces más que en el agua), lo que seguramente modifica las condiciones de vida en el mismo (Pesson, 1979).

El final de la época de lluvias y principio de la época de estiaje (periodo de frío en la cuenca de México) presentan las concentraciones mayores de aceites y grasas; lo que obliga a pensar en que la Termoeléctrica del Valle de México utiliza gasóleo industrial durante esta etapa del año, contrariamente a lo que se sabe de que por tener problemas de contaminación atmosférica sus actividades se reducen y sólo se utiliza gas (FIG.27).

#### SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (DETERGENTES):

Las muestras son iguales.

Los resultados de ambas muestras son semejantes, pero tienen el problema de que se encuentran por arriba del máximo tolerable que es de 3.0 mg/l, lo cual dicta una calidad del agua del "charco" no recomendable para uso potable (SEDUE, 1986).

La concentración recomendable para uso de agua potable es no mayor a 0.5 mg/l (Diario Oficial, 1988).

La sola presencia de detergentes en el agua es indicadora de contaminación, y por contener fósforo son uno de los causantes de la eutroficación (Wetzel, 1981).

Julio y agosto son los meses de mayor concentración de detergentes, ambos están dentro de la época de lluvias (FIG.28).

Debe considerarse que a lo largo del curso del ADT son vertidas aguas negras domésticas, por lo que la concentración de detergentes seguramente se incrementa.



FIG.27. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE ACEITES Y GRASAS

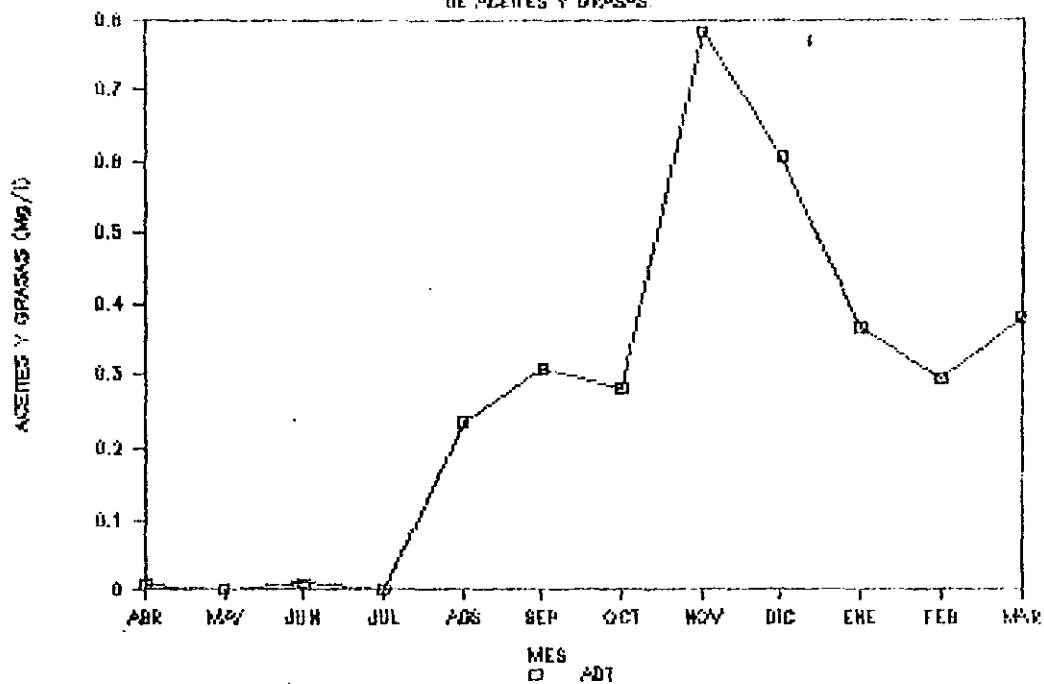
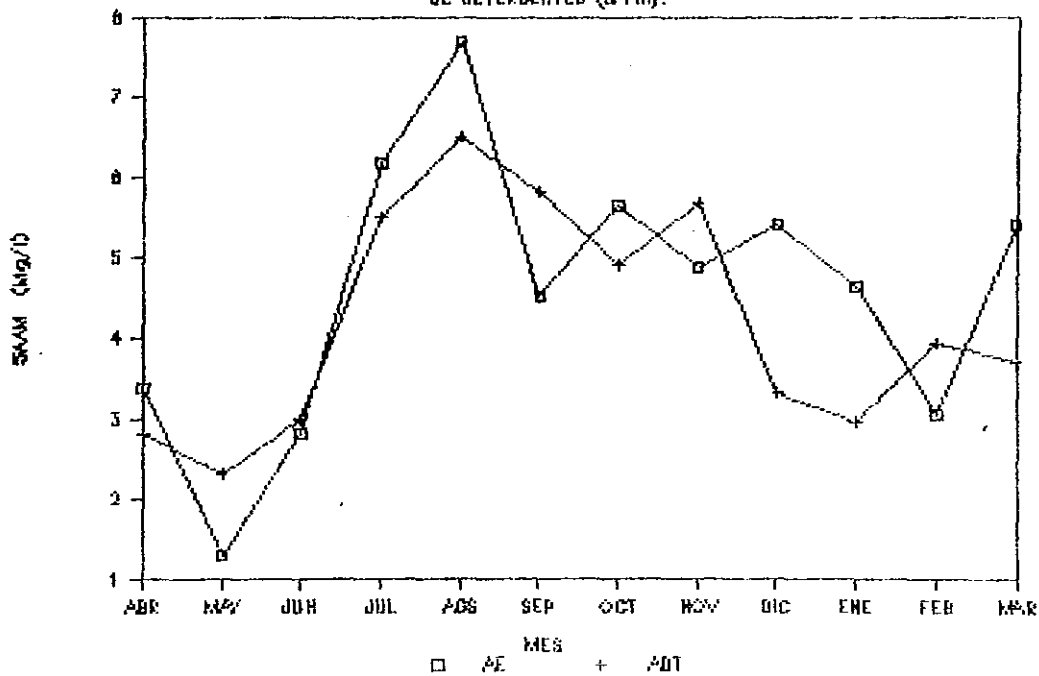


FIG.28. GRAFICA QUE MUESTRA LOS VALORES DE DETERGENTES (SMM)



Por los resultados obtenidos, la calidad de uso del agua es D III, es decir, agua adecuada para uso agrícola (excepto para riego de legumbres que se consumen sin hervir o frutas que tengan contacto con el suelo), o para uso industrial, excepto procesamiento de alimentos. Esto de acuerdo con la Clasificación de Aguas de los Cuerpos Receptores Superficiales (SEDUE, 1986).

Entre los principales factores que hacen indeseable al agua del "charco" para otros usos como el de agua potable, recreación y conservación de flora y fauna, se encuentra la presencia de hidrocarburos, detergentes, coliformes y la dureza.

Por lo que respecta a sustancias que pueden ser tóxicas para los seres vivos como los metales pesados, el Centro de Control Total de Calidades S.A. (SEDUE, 1990), a petición de las autoridades de la termoeléctrica del Valle de México, realizó un estudio en 1990 del que se desprende que las aguas poseen concentraciones de dichos elementos inferiores a los máximos permisibles. A continuación se dan algunos resultados:

CCTC (PPM)      Máximo permisible (mg/l)

PLOMO	0.0	0.1
ARSENICO	0.1	1.0
MERCURIO	0.0	0.01
CADMIO	0.0	0.01
COBRE	0.1	0.1

## I.2) ESTUDIO DE LA VEGETACION.

El estudio de la vegetación se realizó en la zona de pantano de la región Chiconautla-Tepexpan. Es una comunidad de tular, con plantas acuáticas y subacuáticas cuya fisonomía está dada por monocotiledóneas de 1 a 2 m de altura.

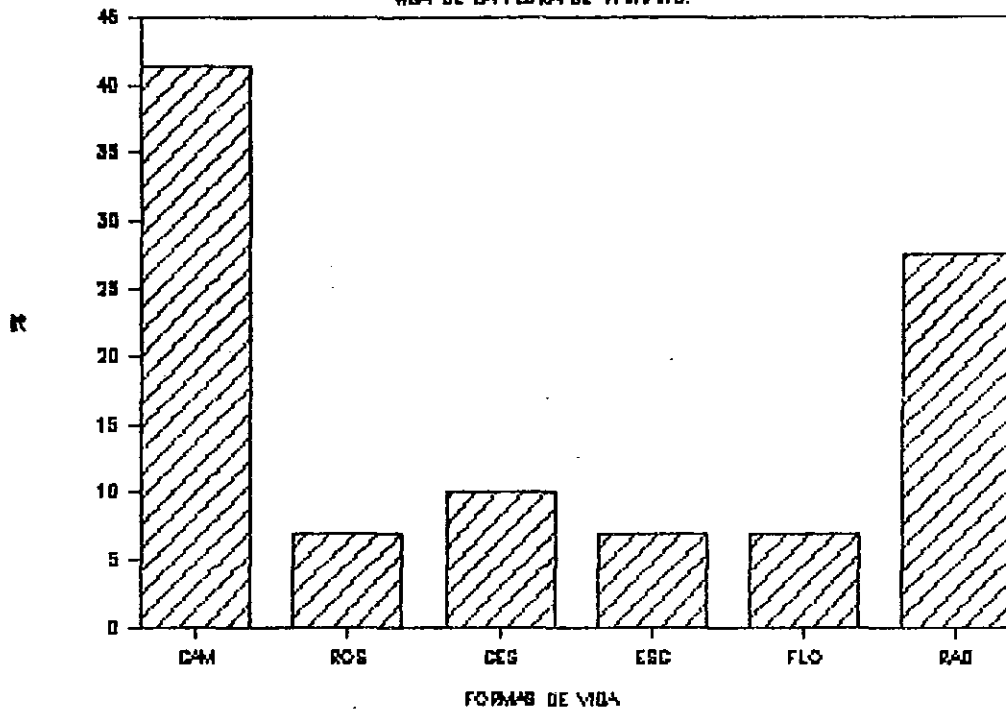
La relación de la vegetación encontrada es la siguiente:

CUADRO I. LISTA FLORISTICA DEL PANTANO DE LA REGION CHICONAUTLA-TEPEXPAN. (FIG.29).

ESPECIE	FORMA DE VIDA
<u>Anthericum</u> sp. (Torrey) Espiga.	Hemicriptófito escaposo.
<u>Aster pauciflorus</u> (Nutt)	" cespitoso.
<u>Chenopodium murale</u> (L)	" cespitoso.
<u>Cnicus niveles</u> (HBK)	" escaposo.
<u>Cyperus niger</u> (Ruiz and Por)	Caméfito.
<u>Dystichlis spicata</u> (L) Pasto salado.	"
<u>Eleocharis</u> sp. (L) Berro.	Hidrófito radicante.
<u>Eleocharis montevidensis</u> (Kunth)	Caméfito.
<u>Gnaphalium inernatum</u> (DC) Gordolobo.	"
<u>Hordeum jubatum</u> (L) Cola de zorra.	"
<u>Hydrocotyle ranunculoides</u> (L.F.)	Hidrófito radicante.
<u>Juncus effusus</u> (L)	Caméfito.
<u>Lemna gibba</u> (L) Lentejilla.	Hidrófito flotante.
<u>Lemna minor</u> (L) Lentejilla.	" "
<u>Leptochloa fascicularis</u> (Lam) Gray	Caméfito.
<u>Paspalum distichum</u> (L)	Hidrófito radicante.
<u>Polypogon interruptus</u> (HBK)	Caméfito.
<u>Polypogon monospeliensis</u> (L)	Caméfito.
<u>Ranunculus hychrochardides</u> (Gray)	Hidrófito radicante.
<u>Rumex obtusifolius</u> (L)	Hemicritófito en roseta.
<u>Scirpus californicus</u> (Steud) Tule.	Hidrófito radicante.
<u>Scirpus maritimus</u> (L) Tule.	" "
<u>Sonchus oleraceus</u> (L) Lechuguilla.	Hemicritófito en roseta.
<u>Sporobulus indicus</u> (L)	Caméfito.
<u>Suaeda maritima</u> (Mez) Romerito.	"
<u>Typha latifolia</u> (L) Tule.	Hidrófito radicante.
<u>Xantocephalum centuroides</u> (Willd)	Hemicriptófito cespitoso.
<u>Xantocephalum humile</u> (Sch. Bip.)	Caméfito.
<u>Zannichellia palustris</u> (L)	Hidrófito radicante.

\* Los ejemplares colectados fueron depositados en el herbario del departamento de Bosques de la Universidad Autónoma de Chapingo.

FIG.29. HISTOGRAMA DE LAS FORMAS DE  
VIDA DE LA FLORA DE PANTANO.



CAM: Caméfito.  
 ROS: Hemícriptófito en roseta.  
 CES: " cespitoso.  
 ESC: " escaposo.  
 FLO: Hidrófito flotante.  
 RAD: " radicante.

El espectro de las formas de vida de la zona de pantano deja ver que las caméfitas están representadas en un 41.4 % del porcentaje total, predominando en particular la forma de pastizal; las hidrófitas en un 34.6 %, siendo las radicantes las de mayor abundancia (27.6%) y las flotantes las menos abundantes (7%); y las hemicriptófitas en un 24 %, con las cespitosas representando un 10% y las escaposas y en roseta con un 7 % cada una.

Entre los géneros más representativos se encuentran Eleocharis, Lemna, Polypogon, Scirpus y Xanthocephalum, con dos especies cada uno; aunque esta representatividad no indique necesariamente su valor de importancia (densidad + dominancia + frecuencia), ya que hay géneros con una sola especie cuyo valor de importancia en la comunidad es mayor a ellos (CUADRO II).

CUADRO II. RESULTADOS DEL ANALISIS CUALITATIVO DE LA VEGETACION ACUATICA DE LA REGION CHICONAUTLA-TEPEXPAN, POR EL METODO DE TRANSECTO EN LINEA (FIG. 30).

DISTANCIA DE LA ORILLA (M)	PROFUNDIDAD (CM)	ESPECIES	PUNTO DE MUESTREO
3	14	<u>Scirpus maritimus</u> <u>Ranunculus hychrochardides</u> <u>Leptochloa fascicularis</u> <u>Polypogon monspoliensis</u>	1
25	17	<u>Scirpus maritimus</u> <u>Hordeum jubatum</u> <u>Lemna gibba</u> <u>Lemna minor</u> <u>Juncus effusus</u>	2
40	30	<u>Scirpus maritimus</u> <u>Hordeum jubatum</u> <u>Lemna gibba</u> <u>Lemna minor</u> <u>Scirpus californicus</u>	3
50	40	<u>Scirpus maritimus</u> <u>Hordeum jubatum</u> <u>Lemna gibba</u> <u>Lemna minor</u> <u>Hydrocotyle ranunculoides</u>	4
60-649	56-96	<u>Scirpus maritimus</u> <u>Lemna gibba</u> <u>Lemna minor</u>	5-19

Continúa.....

DISTANCIA DE LA ORILLA (M)	PROFUNDIDAD (CM)	ESPECIE	PUNTO DE MUESTREO
650	56	<u>Scirpus maritimus</u> <u>Juncus effusus</u> <u>Scirpus californicus</u>	20
670	26	<u>Scirpus maritimus</u> <u>Polypogon interruptus</u>	21
685	24	<u>Lemna gibba</u> <u>Lemna minor</u> <u>Leptochloa fascicularis</u> <u>Zannichellia palustris</u> <u>Anthericum sp.</u>	22
690	14	<u>Scirpus maritimus</u> <u>Paspalum distichum</u> <u>Ranunculus hychrochardides</u> <u>Polypogon monospeliensis</u>	23
691	4	<u>Scirpus maritimus</u> <u>Paspalum distichum</u> <u>Ranunculus hychrochardides</u> <u>Polypogon monospeliensis</u> <u>Sporobulus indicus</u> <u>Eleocharis montevidensis</u> <u>Xanthocephalum humile</u>	24

En cuanto a la vegetación acuática se refiere, las especies de mayor valor de importancia son Lemna gibba, Lemna minor y Scirpus maritimus, por lo que se puede describir a una asociación Lemna-Scirpus. Aunque también los géneros Juncus, Ranunculus, Paspalum y Leptochloa son significantes (con un valor de importancia de IV, III, V y VI, respectivamente). Estos resultados coinciden con los de Rzedowski (1978), quien dice que en México las asociaciones más frecuentes son las dominadas por Scirpus, Typha y Cyperus; señalando, además, que Lemna es de los componentes más comunes. El mismo autor menciona que entre los 1000 y 2500 msnm es donde quizá se presenta la mayor diversidad florística de comunidades acuáticas (el charco está a una altitud de 2300 msnm), enlistando a algunos de los géneros reportados en el presente trabajo: Eleocharis, Hydrocotyle, Juncus, Polypogon, Leptochloa, Ranunculus y Sporobulus (CUADRO III).

FIG.30.GRADIENTE DE PROFUNDIDAD—ESPECIE  
DE LA ZONA DE BANTANG.

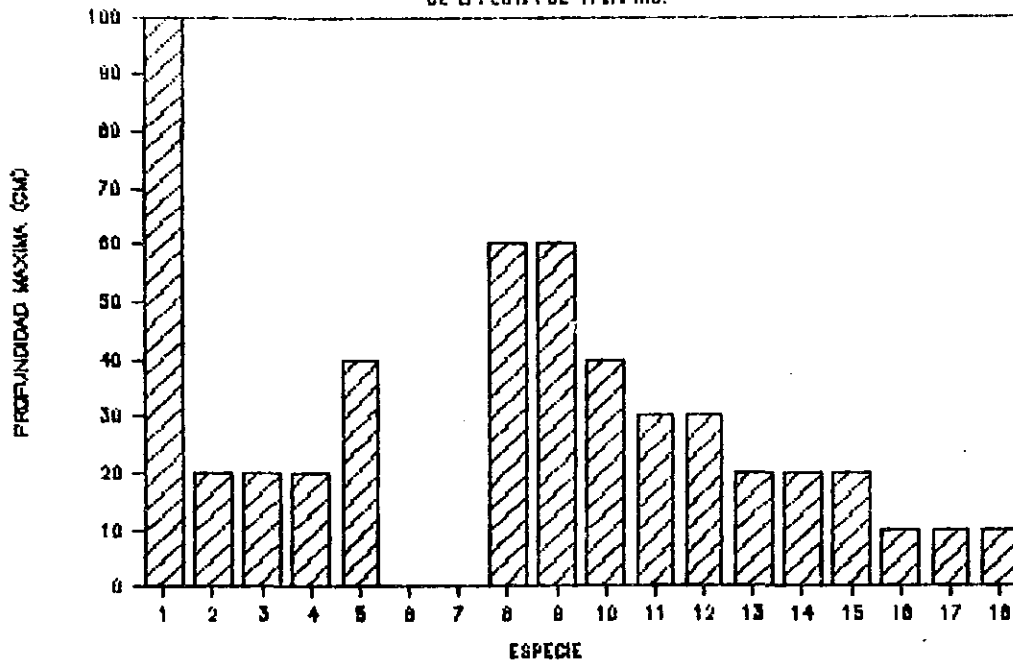
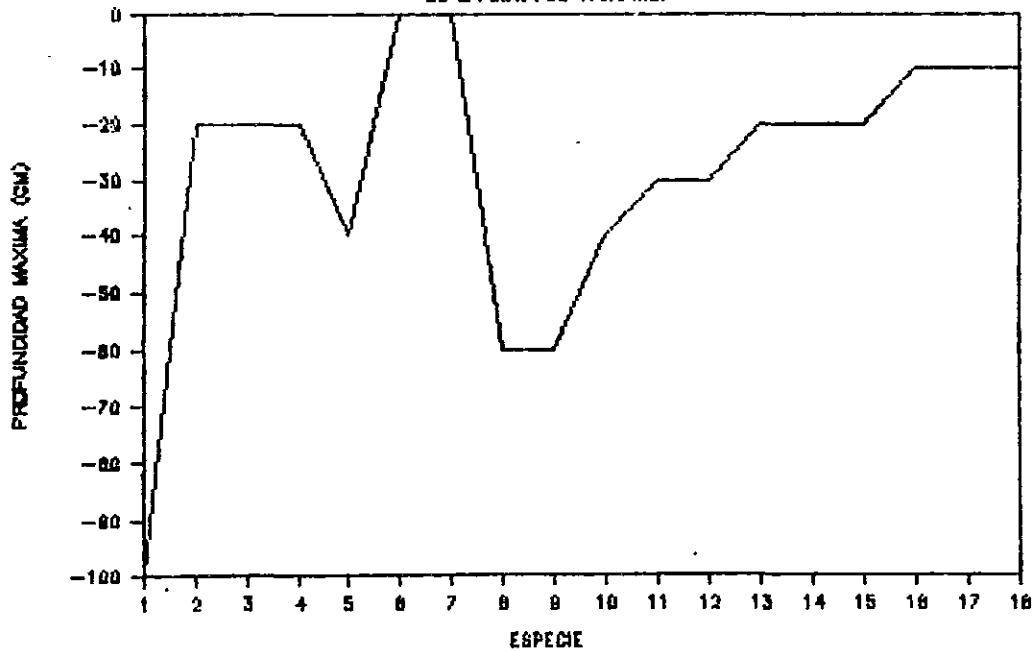


FIG.30.GRADIENTE DE PROFUNDIDAD—ESPECIE  
DE LA ZONA DE BANTANG.



CUADRO III. RESULTADOS DEL ANALISIS CUANTITATIVO DE LA VEGETACION ACUATICA DE LA REGION CHICONAUTLA-TEPEXPAN POR EL METODO DEL ANALISIS FITOSOCIOLOGICO (FIGS. 31, 32, 33 Y 34).

ESPECIE	DENSIDAD	DENSIDAD RELATIVA
<u>Scirpus maritimus</u>	0.011	0.17
<u>Ranunculus hychrochardides</u>	0.00057	0.0086
<u>Leptochloa fascicularis</u>	0.00091	0.014
<u>Polypogon monospeliensis</u>	0.00022	0.0033
<u>Hordeum jubatum</u>	0.000079	0.0012
<u>Lemna gibba y Lemna minor</u>	6.6	99.70
<u>Juncus effusus</u>	0.00041	0.0062
<u>Scirpus californicus</u>	0.00012	0.0018
<u>Hydrocotyle ranunculoides</u>	0.00020	0.0030
<u>Typha latifolia</u>	0.00037	0.0056
<u>Polypogon interruptus</u>	0.00002	0.0003
<u>Paspalum distichum</u>	0.00058	0.0087
<u>Sporobulus indicus</u>	0.00041	0.0062
<u>Eleocharis montevidensis</u>	0.0001	0.0015
<u>Xanthocephalum humile</u>	0.000012	0.00018
<u>Zannichellia palustris</u>	0.0000083	0.00013
<u>Anthericum sp.</u>	0.000016	0.00024

ESPECIE	DOMINANCIA	DOMINANCIA RELATIVA
<u>Scirpus maritimus</u>	0.65	42.61
<u>Ranunculus hychrochardides</u>	0.06	3.93
<u>Leptochloa fascicularis</u>	0.04	2.62
<u>Polypogon monospeliensis</u>	0.008	0.53
<u>Hordeum jubatum</u>	0.005	0.33
<u>Lemna gibba y Lemna minor</u>	0.50	32.77
<u>Juncus effusus</u>	0.06	3.93
<u>Scirpus californicus</u>	0.03	1.96
<u>Hydrocotyle ranunculoides</u>	0.03	1.96
<u>Typha latifolia</u>	0.03	1.96
<u>Polypogon interruptus</u>	0.004	0.26
<u>Paspalum distichum</u>	0.06	3.93
<u>Sporobulus indicus</u>	0.03	1.96
<u>Eleocharis montevidensis</u>	0.01	0.66
<u>Xanthocephalum humile</u>	0.0004	0.03
<u>Zannichellia palustris</u>	0.004	0.26
<u>Anthericum sp.</u>	0.004	0.26



Continúa....

ESPECIE	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA
<u>Scirpus maritimus</u>	0.9166	33.85
<u>Ranunculus hychrochardides</u>	0.1250	4.62
<u>Leptochloa fascicularis</u>	0.0833	3.08
<u>Polypogon monospeliensis</u>	0.1250	4.62
<u>Hordeum jubatum</u>	0.1250	4.62
<u>Lemna gibba y Lemna minor</u>	0.7916	29.24
<u>Juncus effusus</u>	0.0833	3.08
<u>Scirpus californicus</u>	0.0416	1.54
<u>Hydrocotyle ranunculoides</u>	0.0416	1.54
<u>Typha latifolia</u>	0.0416	1.54
<u>Polypogon interruptus</u>	0.0416	1.54
<u>Paspalum distichum</u>	0.0833	3.08
<u>Sporobulus indicus</u>	0.0416	1.54
<u>Eleocharis montevidensis</u>	0.0416	1.54
<u>Xanthocephalum humile</u>	0.0416	1.54
<u>Zannichellia palustris</u>	0.0416	1.54
<u>Anthericum sp.</u>	0.0416	1.54

ESPECIE	VALOR DE IMPORTANCIA
<u>Scirpus maritimus</u>	76.63 (II)
<u>Ranunculus hychrochardides</u>	8.56 (III)
<u>Leptochloa fascicularis</u>	5.71 (VI)
<u>Polypogon monospeliensis</u>	5.15 (VII)
<u>Hordeum jubatum</u>	4.95 (VIII)
<u>Lemna gibba y Lemna minor</u>	161.71 (I)
<u>Juncus effusus</u>	7.02 (IV)
<u>Scirpus californicus</u>	3.50 (IX)
<u>Hydrocotyle ranunculoides</u>	3.50 (X)
<u>Typha latifolia</u>	3.50 (XI)
<u>Polypogon interruptus</u>	1.54 (XVII)
<u>Paspalum distichum</u>	7.02 (V)
<u>Sporobulus indicus</u>	3.50 (XII)
<u>Eleocharis montevidensis</u>	2.20 (XIII)
<u>Xanthocephalum humile</u>	1.57 (XVI)
<u>Zannichellia palustris</u>	1.80 (XIV)
<u>Anthericum sp.</u>	1.80 (XV)

NOTAS: La velocidad del agua descargada por la termoeléctrica del valle de México en su llegada al "charco" es de 1 m/seg.

Se midió el peso de 1 m<sup>2</sup> de vegetación de la zona del agua de desecho de la termoeléctrica y 1 m<sup>2</sup> de vegetación de la zona de agua estancada, los resultados son los siguientes:

AE	ADT
Peso húmedo:3200 gr	Peso húmedo:3000 gr
Peso seco:742 gr	Peso seco:860.5 gr
Peso cenizas:209.2 gr	Peso cenizas:113.3 gr

El perfil de la vegetación acuática sugiere la presencia de plantas enraizadas al fondo del agua como Scirpus y Typha, plantas flotantes como Lemna, Hydrocotyle y Zannichellia, y sumergidas como Paspalum; asimismo, las plantas que se presentan en la zona de transición tierra-agua son Eleocharis, Anthericum, Juncus, Polypogon, Ranunculus, Leptochloa y Sporobulus (FIGS. 31, 32 Y 33).

El danserograma describe un tular cuyas especies son algunas emergentes y otras sumergidas. Todas son plantas herbáceas con el tamaño y forma de la hoja que va de ancha a taloide, con cierta dominancia de Scirpus y Lemna; y con una función predominantemente perenne, aunque hay especies de función semidecídua (FIG.34).

FIG.31. Diagrama de la vegetación acuática de la región Chiconautla-Tepexpan.

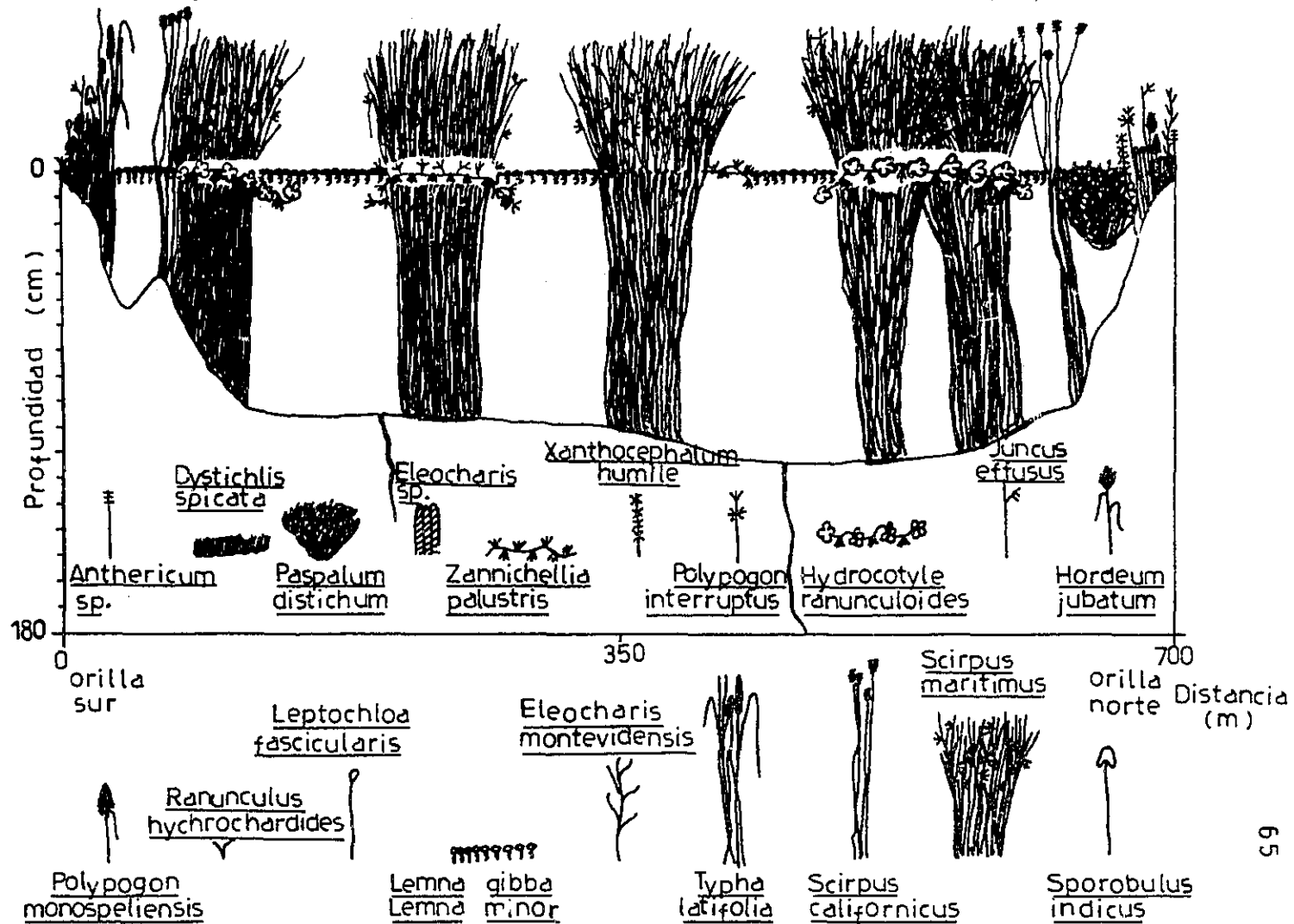


FIG.32. Diagrama de la vegetación acuática de la región Chiconautla-Tepexpan en su lado sur.

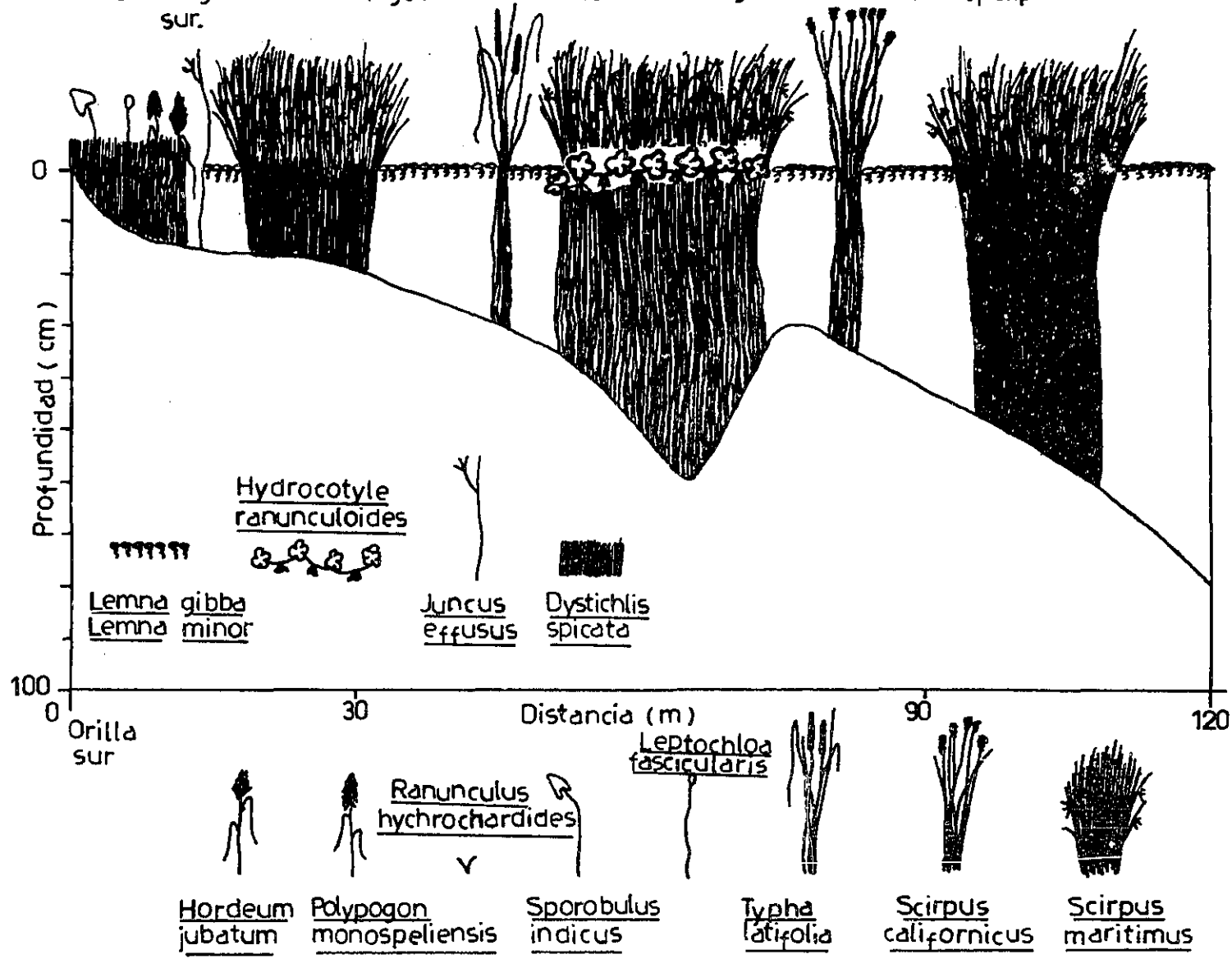


FIG. 33. Diagrama de la vegetación acuática de la región Chiconautla-Tepexpan en su lado norte.

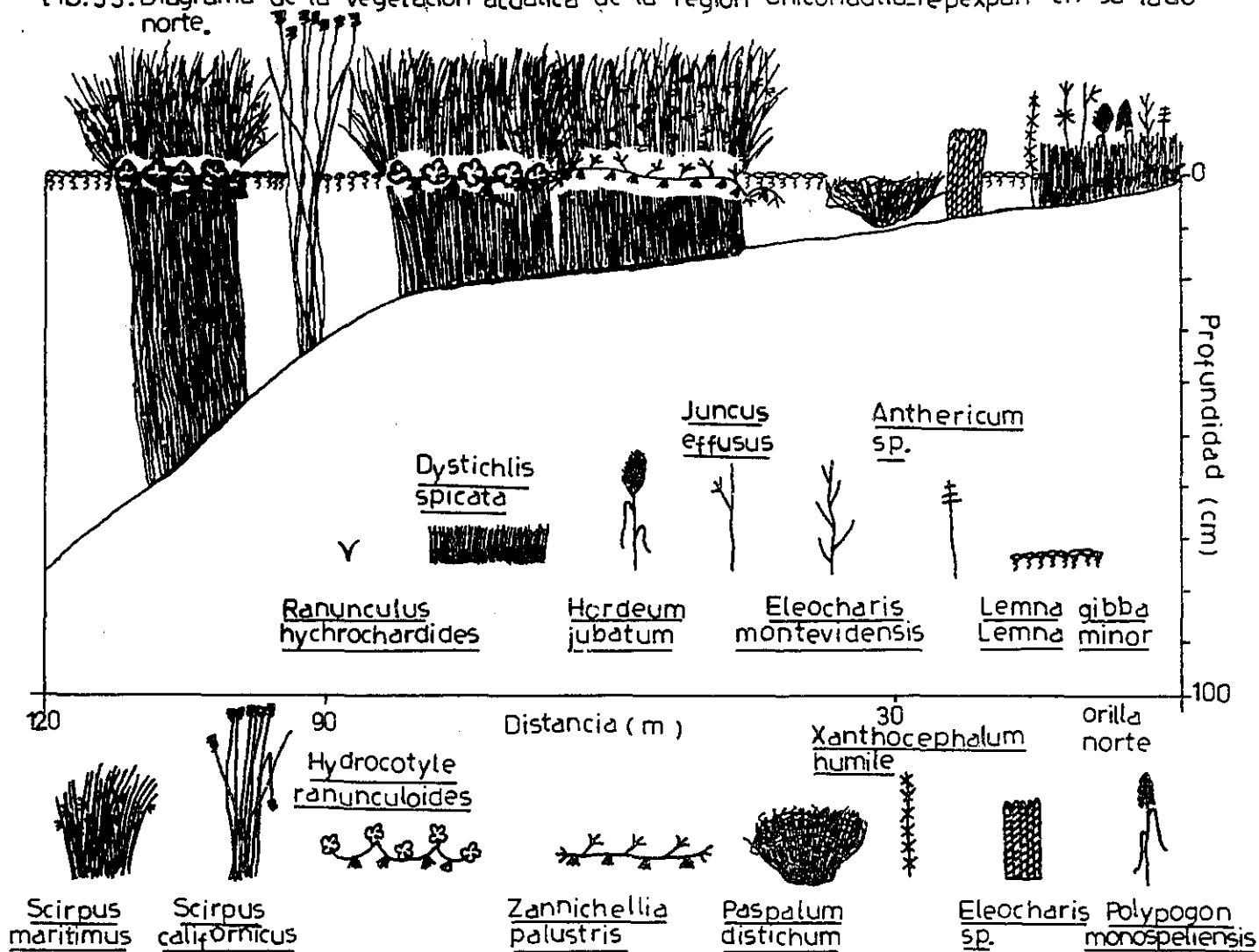
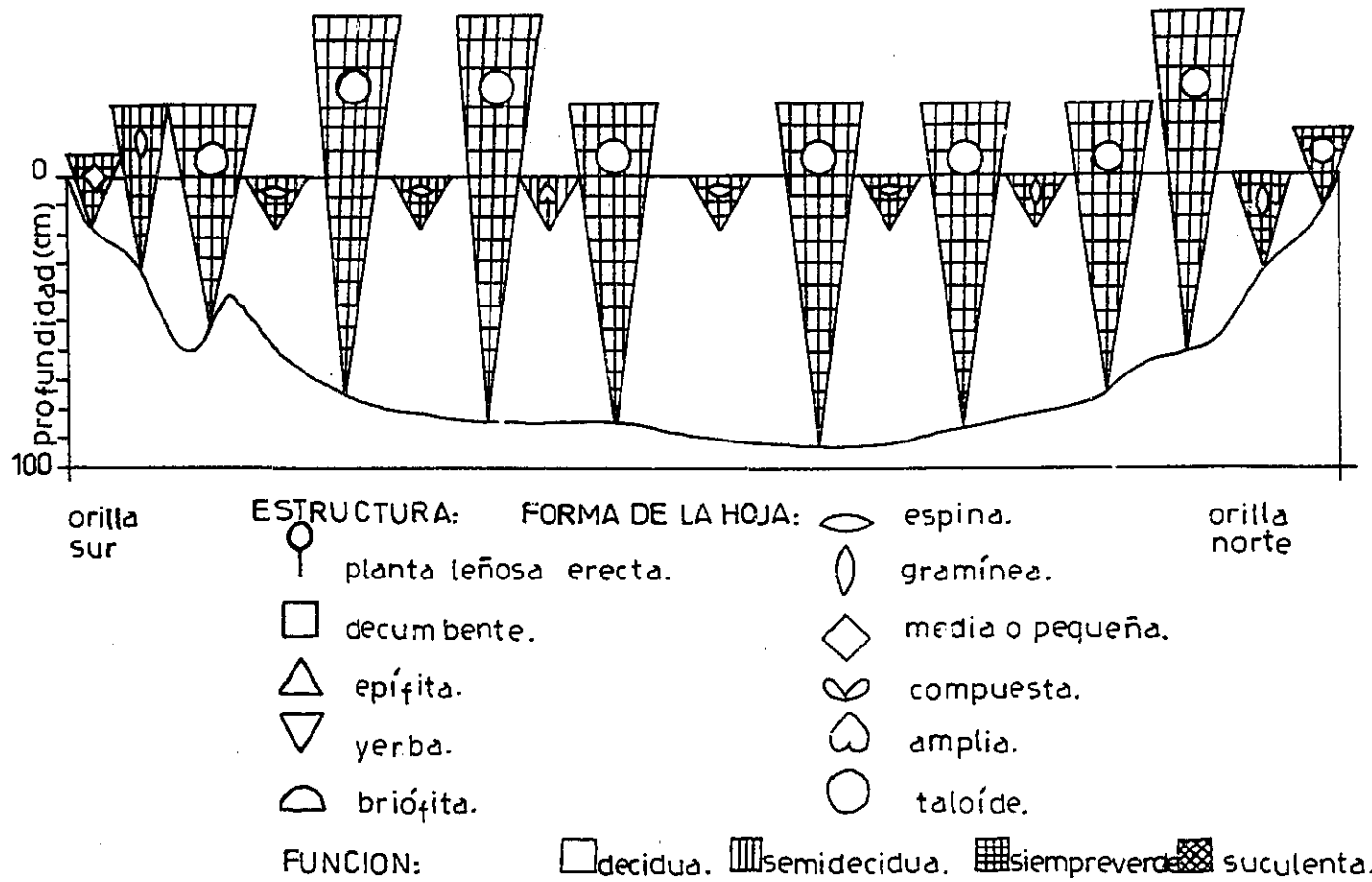


FIG.34. Diagrama de las formas de vida de la vegetación acuática de la región Chiconautla-Tepexpan, (Wood, 1975).



En la vegetación de pastizal las especies de mayor valor de importancia son Dystichlis spicata y Sporobolus indicus, por lo que es una asociación Dystichlis-Sporobolus. Aunque los géneros Eleocharis, Scirpus, Xanthocephalum, Suaeda, Hordeum y Ranunculus, son importantes en la composición florística del pastizal (con un valor de importancia de XVI, III, IV, XII, VIII y VI, respectivamente). Algunos de estos géneros se relacionan directamente con la presencia de agua (subacuáticas), ya que no debe olvidarse que esta zona se ve sometida a inundaciones en la época de lluvias; otros géneros como Suaeda, sin embargo, tienen en el factor salinidad su principal requisito para su establecimiento. Rzedowski (1978), cita a Dystichlis spicata, Suaeda nigra y Xanthocephalum centauroides como componentes del pastizal, por lo que concuerda con los datos obtenidos (CUADRO IV).

CUADRO IV. RESULTADOS DEL ANALISIS CUANTITATIVO DE LA VEGETACION HALOFITA (PASTIZAL) DE LA REGION CHICONAUTLA-TEPEXCAN, POR EL METODO DE LA LINEA DE CANFIELD (FIGS. 35 Y 36).

ESPECIE	DENSIDAD	DENSIDAD RELATIVA
<u>Suaeda maritima</u>	0.00034	0.91
<u>Hordeum jubatum</u>	0.00083	2.22
<u>Dystichlis spicata</u>	0.00133	3.55
<u>Sonchus oleraceus</u>	0.00200	5.34
<u>Ranunculus hychrochardides</u>	0.00500	13.36
<u>Aster pauciflorus</u>	0.00095	2.54
<u>Eleocharis sp.</u>	0.00100	2.67
<u>Scirpus maritimus</u>	0.00080	2.14
<u>Cyperus niger</u>	0.00250	6.68
<u>Juncus effusus</u>	0.00200	5.34
<u>Chenopodium murale</u>	0.00100	2.67
<u>Eleocharis montevidensis</u>	0.00100	2.67
<u>Gnaphalium inernatum</u>	0.00066	1.76
<u>Rumex obtusifolius</u>	0.00166	4.43
<u>Cnicus niveles</u>	0.00100	2.67
<u>Sporobolus indicus</u>	0.01000	26.72
<u>Xanthocephalum centauroides</u>	0.00333	8.90
<u>Xanthocephalum humile</u>	0.00200	5.34

Continúa.....

ESPECIE	DOMINANCIA	DOMINANCIA RELATIVA
<u>Suaeda maritima</u>	0.02152	1.79
<u>Hordeum jubatum</u>	0.05488	4.57
<u>Dystichlis spicata</u>	0.90000	74.93
<u>Sonchus oleraceus</u>	0.00018	0.02
<u>Ranunculus hychrochardides</u>	0.00022	0.02
<u>Aster pauciflorus</u>	0.00120	0.09
<u>Eleocharis sp.</u>	0.00016	0.01
<u>Scirpus maritimus</u>	0.16000	13.32
<u>Cyperus niger</u>	0.01000	0.83
<u>Juncus effusus</u>	0.00066	0.06
<u>Chenopodium murale</u>	0.00044	0.04
<u>Eleocharis montevidensis</u>	0.00058	0.05
<u>Gnaphalium inernatum</u>	0.01000	0.83
<u>Rumex obtusifolius</u>	0.01000	0.83
<u>Cnicus niveles</u>	0.00120	0.10
<u>Sporobulus indicus</u>	0.01000	0.83
<u>Xanthocephalum centauroides</u>	0.01000	0.83
<u>Xanthocephalum humile</u>	0.01000	0.83

ESPECIE	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA
<u>Suaeda maritima</u>	0.12	3.75
<u>Hordeum jubatum</u>	0.20	6.25
<u>Dystichlis spicata</u>	0.98	30.62
<u>Sonchus oleraceus</u>	0.04	1.25
<u>Ranunculus hychrochardides</u>	0.02	0.62
<u>Aster pauciflorus</u>	0.06	1.87
<u>Eleocharis sp.</u>	0.02	0.62
<u>Scirpus maritimus</u>	0.50	15.62
<u>Cyperus niger</u>	0.24	7.50
<u>Juncus effusus</u>	0.04	1.25
<u>Chenopodium murale</u>	0.02	0.62
<u>Eleocharis montevidensis</u>	0.02	0.62
<u>Gnaphalium inernatum</u>	0.12	3.75
<u>Rumex obtusifolius</u>	0.06	1.87
<u>Cnicus niveles</u>	0.04	1.25
<u>Sporobulus indicus</u>	0.24	7.50
<u>Xanthocephalum centauroides</u>	0.24	7.50
<u>Xanthocephalum humile</u>	0.24	7.50

Continúa.....



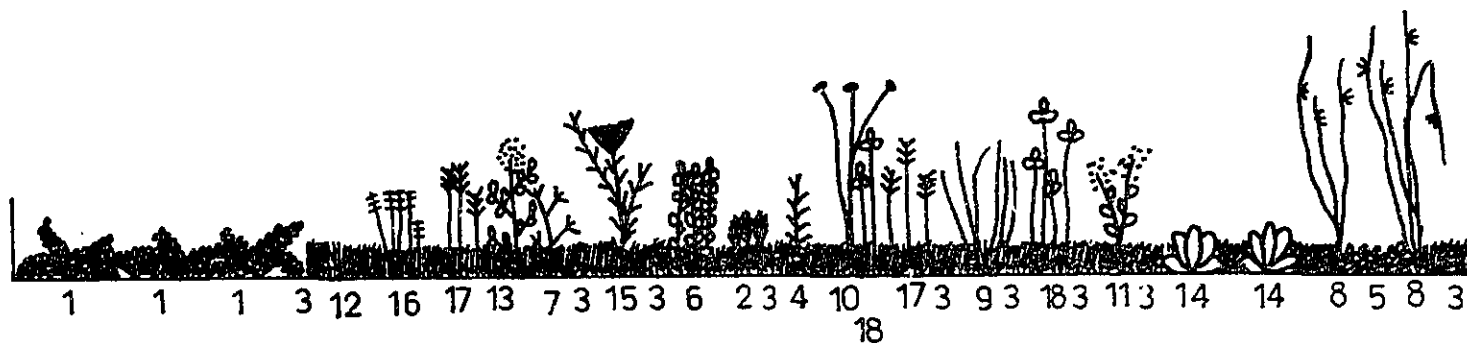
ESPECIE	VALOR DE IMPORTANCIA
<u>Suaeda maritima</u>	6.45 (XII)
<u>Hordeum jubatum</u>	13.04 (VIII)
<u>Dystichlis spicata</u>	109.10 (I)
<u>Sonchus oleraceus</u>	6.61 (XI)
<u>Ranunculus hychrochardides</u>	14.00 (VI)
<u>Aster pauciflorus</u>	4.50 (XIV)
<u>Eleocharis sp.</u>	3.30 (XVIII)
<u>Scirpus maritimus</u>	31.08 (III)
<u>Cyperus niger</u>	15.01 (V)
<u>Juncus effusus</u>	6.65 (X)
<u>Chenopodium murale</u>	3.33 (XVII)
<u>Eleocharis montevidensis</u>	3.34 (XVI)
<u>Gnaphalium inernatum</u>	6.34 (XIII)
<u>Rumex obtusifolius</u>	7.13 (IX)
<u>Cnicus niveles</u>	4.02 (XV)
<u>Sporobolus indicus</u>	35.05 (II)
<u>Xanthocephalum centauroides</u>	17.23 (IV)
<u>Xanthocephalum humile</u>	13.67 (VII)

DENSIDAD TOTAL: 0.0374305  
 DOMINANCIA TOTAL: 1.20104  
 FRECUENCIA TOTAL: 3.20

El perfil de la zona de pastizal sugiere la dominancia de Dystichlis spicata, así como la distribución de las especies de acuerdo a dos gradientes: el de salinidad y el de humedad; con respecto a la salinidad los géneros Suaeda y Dystichlis son los predominantes en lugares con elevada salinidad, mientras que Dystichlis spicata soporta las inundaciones en tiempo de lluvias, y algunas como Juncus effusus, Ranunculus hychrochardides y Scirpus maritimus necesitan la presencia permanente de agua para desarrollarse (les basta con que el suelo este húmedo aunque no este inundado, Obs. pers.) (FIG. 35).

El danserograma describe un pastizal halófito cuyas especies más altas alcanzan los 90 cm; todas son plantas herbáceas con el tamaño y forma de la hoja que va de ancha a pequeña y de graminoide a taloide; con cierta dominancia de Dystichlis; y con una función perenne, aunque con especies caducifolias (FIG. 36).

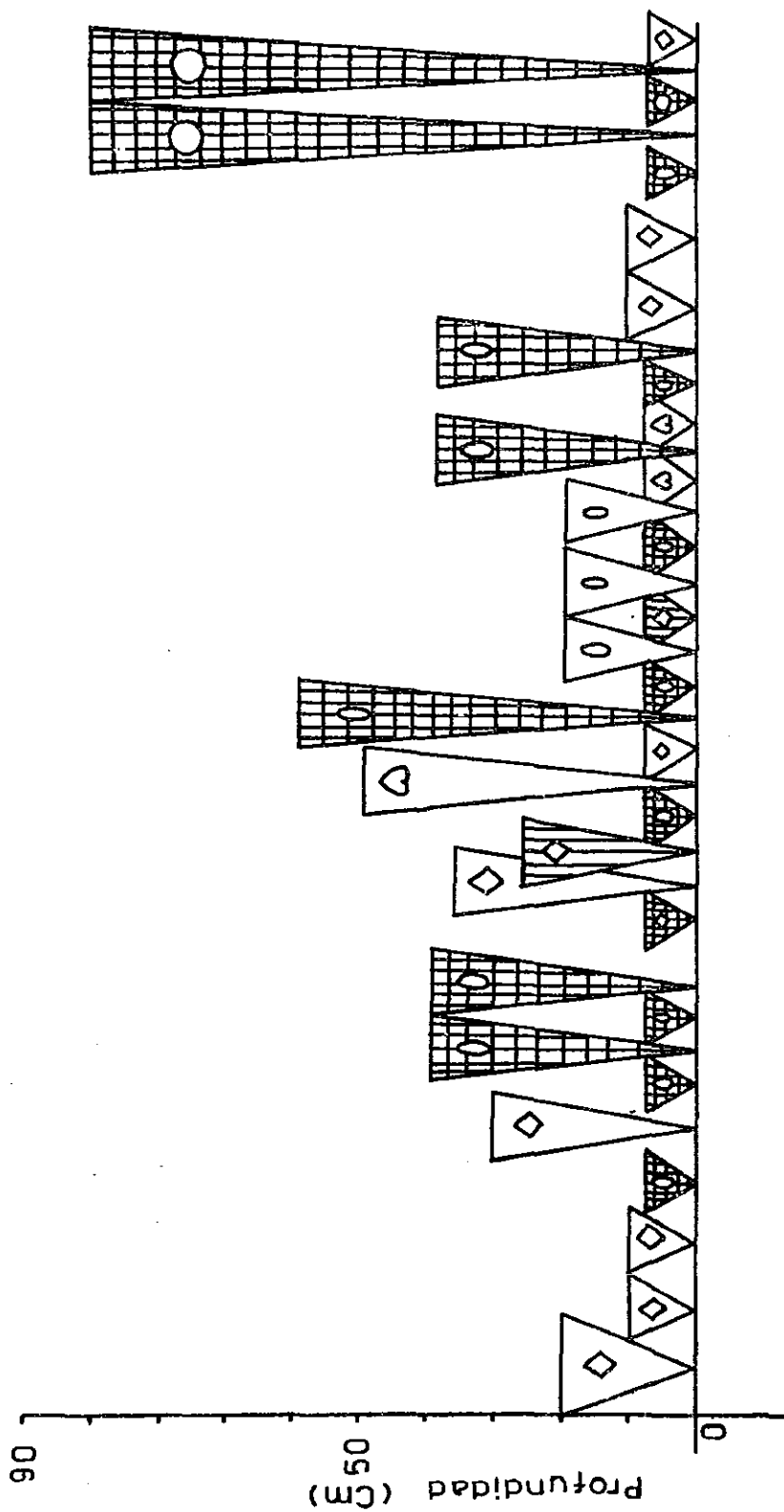
FIG.35. Esquema de la vegetación halófila (pastizal) de la región Chiconautla\_Tepexpan.



1. Suaeda maritima.
2. Hordeum jubatum.
3. Dystichlis spicata.
4. Sonchus oleraceus.
5. Ranunculus hychrochardides.
6. Aster pauciflorus.
7. Eleocharis sp.
8. Scirpus maritimus.
9. Cyperus niger.

10. Juncus effusus.
11. Chenopodium murale.
12. Eleocharis montevidensis.
13. Gnaphalium inernatum.
14. Rumex obtusifolius.
15. Cnicus niveles.
16. Sporobulus indicus.
17. Xanthocephalum centauroides.
18. Xanthocephalum humile.

FIG.36. Danserograma de la vegetación halófila (pastizal) de la región Chiconautla-Tepexpan, (Wood, 1975).



NOTA: La simbología se explica en la página 68.

La gran disponibilidad de agua, nutrimentos, oxígeno y dióxido de carbono en los sedimentos acuáticos del litoral, dan como resultado un crecimiento intenso de la vegetación.

Odum (1988), señala que la producción primaria de las plantas acuáticas emergentes es muy elevada.

Para este trabajo, se evidenciaron algunas diferencias como el peso vegetal por m<sup>2</sup>: al norte fue de 3000 gr en peso húmedo y 113.3 gr de peso en cenizas, y al sur fue de 3200 gr en peso húmedo y 209.2 gr de peso en cenizas; la composición florística: al norte 15 especies y al sur 11 especies; la abundancia vegetal: al norte mayor abundancia; y el tamaño vegetal: de mayor tamaño al sur.

Con base en lo anterior, la descarga de aguas de desecho afecta la distribución, tamaño, biomasa y composición de especies en el tular de Chiconautla-Tepexpan. Los resultados indican mayor abundancia y diversidad al norte, pero mayor tamaño y biomasa al sur.

Wood (1975), señala los géneros Lemna, Scirpus, Typha y Eleocharis como plantas características de aguas contaminadas. Seguramente las diferencias encontradas en la vegetación se deben al aporte de nutrimentos (nitrógeno y fósforo) y al incremento de temperatura a través del agua de desecho, lo cual favorece el desarrollo de algunas especies sobre otras. Además, el agua favorece el transporte de semillas o plantas que logran desarrollarse en la zona.

Lord (1982), señala los mismos géneros arriba citados como plantas útiles en el tratamiento de aguas residuales, aspecto que pudo evidenciarse en el presente trabajo.

El tular se caracteriza por ser la franja de vegetación emergente del pantano, con intrusiones ocasionales de macrofitas sumergidas y de hojas flotantes, destacando dos niveles herbáceos dentro de la estructura de la vegetación y baja diversidad de especies (Odum, 1988).

Cuando los acúmulos orgánicos aumentan desplazando el agua que quedaba estancada entre la vegetación, el nuevo hábitat constituido por turba y agua presenta una vegetación característica de gramíneas de tamaño medio y pequeñas plantas herbáceas en tres niveles (Odum, 1988).

Probablemente, el flujo de entrada y el agua de lluvia sean compensados por los flujos de salida (subterráneos y superficiales), la evaporación y la retención (por acúmulos de materia orgánica vegetal), ya que el pantano permanece inundado todo el año. La turba (materia orgánica a medio descomponer) se acumula en el litoral, permitiendo el desarrollo de grandes cantidades de vegetación emergente, hasta el punto de que la acumulación de materia orgánica hace subir el nivel de la flora acuática y los sedimentos por encima de la meseta de agua, a partir de cuyo momento la vegetación terrestre la invade.

Por consiguiente, la flora litoral está implicada en la senescencia del "charco" como factor crítico en la producción de materia orgánica en exceso para la actividad descomponedora.

Finalmente y como complemento al estudio del agua y de la vegetación del "charco", se realizó un examen fisicoquímico a los sedimentos del lago y al suelo del pastizal halófito de la región Chiconautla-Tepexpan de cuyos resultados (CUADRO V), se desprende lo siguiente.

CUADRO V. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FISICOQUIMICAS DE LAS MUESTRAS DE SUELO Y SEDIMENTOS DE LA REGION NORESTE DEL LAGO DE TEXCOCO.

PARAMETRO	SEDIMENTO ADT	SEDIMENTO AE	SUELO PASTIZAL
COLOR:Seco.	10 YR 3/3 CAFE OSCURO.	2.5 Y 6/2 CAFE GRISACEO BRILLAN- TE.	10 YR 6/3 CAFE PALIDO.
Húmedo.	10 YR 3/1 CAFE MUY OSCURO.	2.5 Y 4/2 CAFE GRISACEO OSCURO.	10 YR 4/4 AMARI- LLO-CAFE OSCURO.
DENSIDAD APARENTE:	0.53 gr/ml	0.89 gr/ml	0.76 gr/ml
DENSIDAD REAL:	1.8 gr	2.3 gr	2.0 gr
% ESPACIO POROSO:	70 %	60 %	62 %
C.R.A.:	46.6 %	79.7 %	124.8 %
C.H.R.:	15 %	20 %	15 %
TEXTURA:	84% ARENA 12% LIMO 4% ARCILLA ARENA MIGAJOSA	52% ARENA 20% LIMO 28% ARCILLA MIGAJON ARCILLO- SO ARENOSO	74% ARENA 12% LIMO 14% ARCILLA MIGAJON ARENOSO
pH:	7.68	9.60	9.45
C.I.C.T.	41.28 meq/100 gr	36.87 meq/100 gr	46.47 meq/100 gr
Ca <sup>++</sup> :	20.16 meq/100 gr	11.52 meq/100 gr	10.56 meq/100 gr
Mg <sup>++</sup> :	17.28 meq/100 gr	9.6 meq/100 gr	13.44 meq/100 gr

Continúa.....

PARAMETRO	SEDIMENTO ADT	SEDIMENTO AE	SUELO PASTIZAL
Na <sup>+</sup> :	7.8 meq/100 gr	10.5 meq/100 gr	9.8 meq/100 gr
K <sup>+</sup> :	0.3 meq/100 gr	0.2 meq/100 gr	0.2 meq/100 gr
MATERIA ORGANICA:	5 %	2 %	2 %
NITROGENO:	0.095 %	0.089 %	0.086 %
FOSFORO:	4.56 PPM/gr	3.2 PPM/gr	3.12 PPM/gr
CARBONATOS Y BICARBONATOS:	0.3 meq/100 gr	0.3 meq/100 gr	0.2 meq/100 gr
CLORUROS:	11 %	8.5 %	15 %

#### SEDIMENTO DE LA ZONA DE AGUA DE DESECHO DE LA TERMOELECTRICA:

El sedimento está formado por material mineral proveniente del arrastre del suelo de pastizal por efecto de las lluvias, por material orgánico en descomposición y por material particulado acarreado por el agua de desecho de la termoeléctrica del Valle de México. Es un sedimento de color café oscuro y de una clase textural perteneciente a la arena migajosa.

Es un sedimento de baja capacidad para retener agua y con un movimiento de agua restringido; tiene un pH ligeramente básico y un porcentaje de saturación de bases elevado (sobresaturado de sodio), que lo sitúa como un sedimento poco fértil.

La capacidad de intercambio catiónico total tiene buen funcionamiento y sobresale de los demás el sodio intercambiable que es mayor al 15 %; asimismo, la presencia significativa de aniones (cloruros, sulfatos, etc.) permite el buen funcionamiento de la capacidad de intercambio catiónico (Ortiz y Ortiz, 1984).

La capacidad amortiguadora del sedimento es elevada debido al gran contenido de materia orgánica sumado a la presencia, aunque baja, de carbonatos y bicarbonatos. En relación al contenido de materia orgánica (5%), se trata de un sedimento rico, con una baja disponibilidad de nitrógeno total y una muy buena concentración de fósforo asimilable (Ortiz y Ortiz, 1984).

**SEDIMENTO DE LA ZONA DE AGUA ESTANCADA:**

El sedimento está formado por material mineral proveniente del arrastre del suelo de pastizal por efecto de las lluvias y por material orgánico en descomposición. Es un sedimento de color café grisáceo brillante y de una clase textural perteneciente al migajón arcilloso arenoso.

Es un sedimento de capacidad media para retener agua y con un movimiento restringido de agua; tiene un pH básico y porcentaje de saturación de bases elevado (sobresaturado de sodio). La capacidad de intercambio catiónico total tiene buen funcionamiento y prevalece sobre los demás el sodio intercambiable que es mayor al 15%; asimismo, la presencia significativa de aniones (cloruros, sulfatos, etc.) permite el buen funcionamiento de la capacidad de intercambio catiónico (Ortiz y Ortiz, 1984).

La capacidad amortiguadora del sedimento es baja debido a la presencia poco significativa de carbonatos y bicarbonatos. En relación al contenido de materia orgánica, se trata de un sedimento medio, con una baja disponibilidad de nitrógeno total y una muy buena concentración de fósforo asimilable (Ortiz y Ortiz, 1984).

**SUELO DE LA ZONA DE PASTIZAL:**

El suelo es un solonchak gléyico de color café pálido, de una clase textural perteneciente al migajón arenoso y de clase VII según la carta de uso potencial del suelo (CETENAL, 1970).

Es un suelo que tiene una capacidad excelente para retener agua y una buena aereación; es un suelo con un movimiento restringido de agua y aire; tiene un pH básico y un porcentaje de saturación de bases elevado (sobresaturado de sodio) (Ortiz y Ortiz, 1984).

El suelo presenta una fase sódica mayor al 15% de sodio intercambiable y una conductividad menor a 4 umhos/cm; de ahí que la composición media de las sales en el suelo sea: cloruro de sodio (NaCl) 50%, carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 40%, sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 2%, borato de sodio (NaBO<sub>2</sub>) 2% y cloruro de potasio (KCl) 6%. Cuando el cloruro de sodio se disuelve, otro catión (como el K<sup>+</sup>) puede remplazar al sodio y dar cloruro de potasio.

Cuando el Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> se encuentra en el suelo, fácilmente se hidroliza formando NaOH:



que es corrosivo para la materia orgánica, dañando los tejidos de las plantas (Prada, 1975).

Asimismo, la presencia de aniones como los cloruros permiten el buen funcionamiento de la capacidad de intercambio catiónico. En tanto que la capacidad amortiguadora del suelo es baja. Por lo que respecta al contenido de materia orgánica (2%), se trata de un suelo medio, con una baja disponibilidad de nitrógeno total y una muy buena concentración de fósforo asimilable (Ortiz y Ortiz, 1984).

Por último, al practicar un examen sobre el contenido de aceites y grasas en los sedimentos, se obtuvo el siguiente resultado:

Sedimento de la zona de agua estancada: No detectable.  
Sedimento de la zona de agua de desecho de la termoelectrica:  
Aceites y grasas (mg/100 gr de suelo): 1.73  
Hidrocarburos: 89.74 %  
Materia grasa: 10.26 %

Es decir, del 1.73 mg/l, el 90 % son hidrocarburos y el resto está conformado por otro tipo de materia grasa.



## J) RESUMEN Y CONCLUSIONES.

- Los ejidos de Chiconautla y de Tepexpan se localizan en la parte noreste de lo que fue el lago de Texcoco; la zona comprende parcialmente a los municipios de Ecatepec y de Acolman en el Estado de México. Limita al sur con la zona federal del ex lago de Texcoco, al oeste con las colonias Guadalupe Victoria y Ruiz Cortines, al este con los municipios de Tezoyuca y Atenco, y al norte con los pueblos de Santa Catarina Ximilpan y Ozumbilla (CETENAL, 1970).

\_ La región de estudio presenta un clima BS<sub>1</sub> Kw (w) (i'), esto es, semiseco o estepario con una temperatura media anual menor de 18 °C y régimen de lluvias en verano. Es el menos seco de los semiáridos (CETENAL, 1970).

\_ El suelo de lo que fue el lago de Texcoco es un solonchak gléyico de una clase textural perteneciente al migajón arenoso; con una fase sódica mayor al 15 % de sodio intercambiable (CETENAL, 1970).

\_ El agua estancada (AE) del "charco" presenta un color que va del amarillo claro al verde claro y un olor a lodo. Su pH es ligeramente básico (8.01), lo que facilita la descomposición de la materia orgánica. La salinidad es baja (2.008 ‰), dado que no es el agua original del lago de Texcoco, sino la que descarga la termoeléctrica del Valle de México.

La concentración de oxígeno disuelto esta por arriba de los 4 mg/l, lo que permite que haya formas de vida aeróbicas en las aguas y que se degrade la materia orgánica. Los valores de DBO<sub>5</sub> (17.78 mg/l) y DQD (15.38 mg/l) son bajos y similares, lo cual indica que la mayor parte de la materia es biodegradable.

La conductividad es elevada (3157.08 umhos/cm), por lo que se considera al agua de pésima calidad. Las coliformes totales (274.25 NMP/100 ml) son escasas pero en concentración tal que pueden dañar la salud humana si se tiene contacto primario con el agua. Los sulfatos son muy elevados (2262.14 mg/l). Los cloruros (579.10 mg/l) son elevados debido a la disolución de sales del sustrato y a la actividad de los organismos.

Las diferentes formas de nitrógeno se presentan en pequeñas cantidades debido a la actividad de los organismos, de forma tal que el nitrógeno orgánico es la forma más abundante (1.64 mg/l) y los nitratos la menos abundante (0.019 mg/l). Existe dominancia de compuestos nitrogenados reducidos debido a los compuestos orgánicos secretados por la vegetación acuática y a la abundancia de material orgánico en descomposición.

Los fosfatos son elevados (0.04 mg/l) y pueden ser causantes de eutroficación del "charco", favoreciendo el crecimiento abundante de las macrofitas. Los silicatos son muy bajos (0.0025 mg/l), aportados através del lavado de la cuenca. La temperatura (13.8 °C) es la del medio. Los sólidos sedimentables son mínimos (0.975 ml/l) y se trata de partículas acarreadas por la descarga del ADT o bien por materia orgánica en descomposición.

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

El agua es muy dura (807.5 mg/l) donde los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Ca}^{++}$  predominan. Tiene una alcalinidad elevada (557 mg/l) debido a la abundancia de bicarbonatos. La acidez es baja (28 mg/l). El  $\text{CO}_2$  es tres veces mayor que en el ADT debido a la descomposición de la materia orgánica (69.35 mg/l). Los detergentes son elevados (4.6 mg/l) y son unos de los principales agentes contaminantes del "cnarco".

\_ El agua de desecho de la termoeléctrica del Valle de México (ADT), tiene un color que va de café claro a café negruzco y un olor a aceite. El pH es ligeramente básico (8.21), lo cual favorece la descomposición de la materia orgánica. La salinidad es baja (1.741 ‰).

La concentración de oxígeno disuelto esta por arriba de los 4 mg/l, lo que beneficia la degradación de la materia. Los valores de DBO<sub>5</sub> (20.91 mg/l) y DQO (27.86 mg/l) son bajos, lo que es normal para aguas tratadas secundariamente como las de la termoeléctrica.

La conductividad es elevada (2614.16 umhos/cm) por ser agua de origen residual, se le considera de pésima calidad. Las coliformes totales (2010.91 NMP/100 ml) son numerosas debido a que el ADT recibe la descarga de aguas negras domésticas a lo largo de su curso. Los sulfatos son muy elevados (1958.51 mg/l). Los sólidos sedimentables son mínimos (2.45 ml/l) y no afectan el lugar de descarga.

Las diferentes formas de nitrógeno se encuentran en una concentración muy baja, siendo el nitrógeno orgánico (2.43 mg/l) el más abundante y los nitratos los menos abundantes (0.052 mg/l). El nitrógeno orgánico representa más del 50 % del nitrógeno total debido a la descarga de aguas negras domésticas, que contienen un alto porcentaje de materia orgánica.

Los fosfatos son elevados (0.03 mg/l) y seguramente deben su origen a los detergentes contenidos en el agua. Los silicatos son muy bajos (0.0027 mg/l), aportados através del lavado de las construcciones que existen junto al curso del agua de desecho. La temperatura es elevada (21.5 °C) por salir el agua de una torre de enfriamiento. Los cloruros (483.13 mg/l) son elevados debido, principalmente, a la descarga de aguas crudas domésticas que contienen un alto porcentaje de materia orgánica.

Es agua muy dura (817.08 mg/l), donde los iones  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Na}^+$  predominan. Tiene una alcalinidad elevada (475.6 mg/l) y una acidez baja (11.5 mg/l). El  $\text{CO}_2$  (20.39 mg/l) es menor que en el AE debido a la baja actividad de los organismos descomponedores y al aumento en temperatura del agua. La concentración de detergentes es elevada (4.2 mg/l) por ser agua de origen residual, y presenta un promedio de 0.2726 mg/l de aceites y grasas, lo que constituye dos de los mayores efectos contaminantes del agua.

\_ El ADT y el AE pertenecen a un mismo tipo de agua. Los valores fisicoquímicos coinciden generalmente, aunque existen algunas diferencias que tienen que ver con la presencia de la vegetación acuática en el AE, que hace variar algunos parámetros como los aceites y grasas, la DQO, los nitratos y el  $\text{CO}_2$ , por ejemplo.

\_ La calidad de uso del agua de desecho de la termoeléctrica del Valle de México y del "charco" es adecuada para uso agrícola (excepto para riego de legumbres que se consuman sin hervir o frutas que tengan contacto con el suelo), o para uso industrial (excepto procesamiento de alimentos), (SEDUE, 1986).

\_ La comunidad vegetal del "charco" es una interrelación de pantano con pastizal halófito.

\_ El espectro de las formas de vida refleja una dominancia de caméfitas e hidrófitas, con un 41.4 % y un 34.6 %, respectivamente.

\_ En cuanto a la vegetación de pantano se refiere, las especies de mayor valor de importancia son Lemna gibba, Lemna minor y Scirpus maritimus. Por lo que se puede hablar de una asociación Lemna-Scirpus.

\_ En la vegetación de pastizal las especies de mayor valor de importancia son Dystichlis spicata y Sporobolus indicus. Por lo que se puede hablar de una asociación Dystichlis-Sporobolus.

\_ El perfil de la vegetación acuática sugiere la presencia de plantas enraizadas al fondo como Scirpus y Typha, plantas flotantes como Lemna, Hydrocotyle y Zannichellia, y sumergidas como Paspalum.

\_ El danserograma del pantano señala plantas herbáceas con la forma de la hoja que va de ancha a taloide y con una función predominantemente perenne, aunque con algunas especies semidecíduas.

\_ El perfil de la zona de pastizal sugiere la dominancia de Dystichlis spicata, así como la distribución de las especies de acuerdo a los gradientes de salinidad y humedad.

\_ El danserograma describe un pastizal halófito cuyas especies más altas alcanzan los 90 cm; todas son plantas herbáceas, de función predominantemente perenne.

\_ Los géneros Lemna, Scirpus, Typha y Eleocharis se desarrollan a lo largo y ancho del "charco". Dichas plantas son consideradas como características de aguas contaminadas por materia orgánica y útiles en el tratamiento de aguas residuales (Wood, 1975) y (Lord, 1982). Siendo el "charco" un depósito de aguas de desecho tratadas secundariamente y habiéndose notado algunas diferencias en los parámetros fisicoquímicos entre las muestras del ADT y el AE, queda demostrado que, efectivamente, la vegetación acuática (principalmente los géneros arriba citados) ayuda en el tratamiento de las aguas contaminadas al eliminar o reducir la cantidad de algunos de sus contaminantes.

\_ La descarga del ADT al norte del pantano afecta la distribución, tamaño, biomasa y composición de especies en el tular. Los resultados indican mayor abundancia y diversidad al norte, pero

menor tamaño y biomasa que en el sur del mismo tular. La descarga de aguas de desecho de la termoeléctrica favorece, entonces, el desarrollo de algunas especies sobre otras en el "charco"; esto se debe seguramente al aporte de nutrimentos, al incremento en temperatura del agua y al transporte de plantas y semillas através de la misma.

— La flora litoral influye en la senescencia de "El charco". El agua acumulada entre la vegetación es desplazada por acúmulos orgánicos, formándose un nuevo hábitat constituido por turba y gramíneas (un ambiente más terrestre que acuático).

#### Sugerencias:

La termoeléctrica del Valle de México produce emisiones contaminantes la mayor de las veces dentro de los valores permisibles por las normas establecidas en México. Además, produce el 25 % de la energía eléctrica consumida en la cuenca de México (SEDUE, 1990). Sin embargo, el respeto por la naturaleza debe prevalecer sobre cualquier actividad que atente contra ella (por mínima que sea); si se respeta y conserva el ambiente, se respeta la vida misma.

La solución al problema de contaminación de la termoeléctrica del Valle de México no es anularla y sacarla de la cuenca, ya que esta medida además de radical es poco práctica y demasiado costosa. Sería mejor aplicar medidas más eficientes en el control de emisiones contaminantes, como el poner trampas a los hidrocarburos (mallas, fosas, colectores, etc.), por ejemplo; y buscar otras alternativas para producir energía eléctrica (que no sean contaminantes) como la luz solar y las corrientes de aire. Lo que hace falta es voluntad política para llevar a cabo proyectos de este tipo, se dispone de suficientes terrenos ejidales y federales en el lecho del ex lago de Texcoco que a lo largo del año tienen elevados índices de radiación solar y fuerza eólica.

Por otro lado, la termoeléctrica del Valle de México ayuda directa e indirectamente en aspectos económicos a la gente de la región; ya sea como fuente de trabajo o facilitando el agua de desecho para el riego de terrenos agrícolas, que de otro modo tendría un costo elevado. Además, ayuda en la conservación del lago de Texcoco, permitiendo que plantas y animales silvestres aún existan en la cuenca de México, es decir, de no ser por la descarga de agua de desecho, la zona noreste del lago de Texcoco ya hubiera desaparecido. Aunque podría ser mayor este beneficio si se emprendiera un proyecto ecológico de rescate, apegado a las tradiciones y costumbres de la gente de la región, con lo cual pagaría de alguna manera el daño que hace con sus actividades a la naturaleza.

## II. SEGUNDA SECCION.

ANEXO A. DESCRIPCION HISTORICO AMBIENTAL DE LA REGION  
NORESTE DEL LAGO DE TEXCOCO.

## DESCRIPCION AMBIENTAL.

## 1. VEGETACION.

En cuanto a la vegetación de épocas anteriores al Mesozoico superior no parece haber datos disponibles; a lo largo del Cretácico el área estaba cubierta por el mar y su vegetación sólo debe haber consistido de algas; fue en las postrimerías de ese periodo cuando comenzó a retroceder el agua y la región correspondiente a la cuenca de México emergió definitivamente (DDF, 1975).

La segunda mitad del Eoceno fue un lapso de intensa erosión, mientras que a partir del Oligoceno se sucedieron varios fenómenos de vulcanismo, posiblemente bajo un clima árido. A fines del Oligoceno o principios del Mioceno existieron Picea, Pinus, Abies, Podocarpus, además de una larga lista de angiospermas como Alnus, Bursera, Clethra, Eugenia, Guarea, Ilex, Liquidambar, Populus, Quercus, Tilia, Trichilia, Ulmus, y entre las macrofitas de pantano Typha y Scirpus (DDF, 1975).

En el Pleistoceno superior y el Holoceno la vegetación tiene fuertes semejanzas con la actual, aunque es interesante señalar que existía el género Picea, que hoy ya no existe en la cuenca de México; asimismo, Liquidambar y algunos géneros asociados, que hoy sólo existen en lugares más húmedos que al actual en el área (DDF, 1975).

En la actualidad se conoce de manera parcial la flora de la cuenca de México, sólo se puede estimar de manera gruesa el número total de especies y la participación cuantitativa de las diferentes categorías sistemáticas: (DDF, 1975), (Sánchez, 1980) y (Rzedowski, 1979 y 1985).

Fanerófitas	2000 spp
Pteridófitas	150 spp
Briófitas	250 spp
Hongos macroscópicos	2000 spp
Líquenes	200 spp
Algas	1000 spp

Total 5600 spp (sin incluir bacterias ni hongos microscópicos).

Dentro del grupo de las fanerógamas, cabe reconocer la siguiente composición: (Rzedowski, 1979).

Gimnospermas	16 spp
Angiospermas	
Dicotiledóneas	1500 spp
Monocotiledóneas	500 spp
y a nivel de familias:	
Compuestas	350 spp
Gramíneas	250 spp
Leguminosas	120 spp

Cerca del 70 % de las especies de plantas vasculares son herbáceas, el 4.5 % árboles y el 25.5 % restante son arbustos.

A la gran diversidad de ambientes acuáticos en la cuenca de México corresponde una abundancia de formas vegetales adaptadas a este medio; al grupo de plantas sumergidas pertenece la mayor parte de las algas y ciertas fanerógamas como Potamogeton y Utricularia, aún cuando muchos representantes de esta categoría asoman sus flores al medio aéreo con el objeto de realizar la polinización. Entre los vegetales flotantes hay algunos arraigados, como Nymphoides y el helecho Marsilea, en cambio otros carecen de órganos de fijación que tienen por lo general la capacidad de reproducirse rápidamente por medios vegetativos y en poco tiempo llegan a cubrir por completo la superficie de cuerpos de agua (Lemnaceae). Las plantas arraigadas al fondo del agua, pero emergidas, incluyen fanerógamas de un gran número de familias, se trata en su mayoría de especies herbáceas de los géneros Typha y Scirpus, pero también arbustos como Baccharis y árboles como Salix (Rzedowski, 1978).

Otro tipo de ambiente habitado por organismos vegetales especializados es el que corresponde a los suelos salinos y alcalinos de los antiguos fondos lacustres; elementos de hoja carnosa como Suaeda, Susuviu y Trianthema; y otra forma sobresaliente son gramíneas rígidas y provistas de rizomas, como Dystichlis spicata y Eragrostis obtusiflora (Rzedowski, 1978 y 1979).

En las planicies del centro y norte de la cuenca, a 2300 y 2400 msnm, y sobre áreas fuertemente perturbadas, se desarrolla una comunidad de pastizal en la que dominan gramíneas anuales, acompañadas por árboles espaciados de pirú y algunos nopales; la asociación vegetal más extensa dentro de este tipo de vegetación la forman las nopaleras en las que domina el nopal (Opuntia streptacantha), la uña de gato (Mimosa biuncifera), la palma (Yucca filifera) y la cenicilla (Zaluzania augusta) (Rzedowski, 1978).

## 2. FAUNA.

En el Pleistoceno superior y el Holoceno la cuenca de México sustentó una variada y rica fauna de vertebrados como conejos, liebres, peces, anfibios y aves acuáticas, la gran mayoría de las cuales desaparecieron al final del mencionado periodo geológico. Entre los animales presentes en este periodo en la cuenca se mencionan: los edentados (Paramylodon harlani y Gliptodonte brachyostreon), los cánidos (Aecocyion dirus, Canis latrans y Canis lupus), dos osos (Tremarctotherium simon y Ursus americanus),

tres félidos (Felix atrox, Felis imperialis y Smilodon californicus), Proboscídeos (Cuvieronius oligobonus, Mammuthus productus y Mammuthus imperator), cinco equinos y dos jabalíes (Platygonus), cuatro camélidos (Procamelus minimus, Gigantocamelus mexicanus, Camelops hesternus y Eschatius conidens), tres berrendos (Breameryx mexicana, Tetrameryx conkling y Antilocapra), dos bisontes (Bison cheneyi y Bison latifrons) y el ovido Euceratherium collinum. La avifauna era rica, incluyendo un flamenco extinto (Phoenicopterus copei) (DDF, 1975).

Animales como el berrendo, el coyote, el oso, mapache, gallareta, nutria y pato boludo chico, aún viven en la actualidad, aunque muchos de ellos no habitan más la cuenca de México; en el caso del berrendo debido a la caza intensiva de que fue objeto durante el imperio Azteca y principios de la colonia; otros como la nutria y el mapache, quizá debido a los cambios de su ambiente; el oso ha de haber sido muy escaso. El coyote, la gallareta y el pato boludo chico aún se encuentran en la cuenca, el primero cada vez en menor número, las otras dos son aves migratorias que vienen a pasar el invierno a las pocas lagunas que aún existen (DDF, 1975).

Fue la apertura del tajo de Nochistongo, en 1609, que dio salida a las aguas de la cuenca de México hacia el mar, la más importante obra humana que trastornó la biota del lugar. La cuenca de México, en la actualidad, presenta en su parte meridional restos del lago de Texcoco y de la laguna de Zumpango, han desaparecido por completo los lagos de Xaltocan, San Cristóbal y Chalco. Rzedowski (1971), señala que en 1521 el lago de Texcoco cubría un área de 700 Km<sup>2</sup>, para 1957 el máximo era de 100 Km<sup>2</sup> y para 1971 estaba reducido a 20 000 Ha. Ahora, en 1992, esa superficie se ha reducido a 14 500 Ha, de las cuales 2 900 Ha pertenecen al Estado de México, 900 Ha corresponden a "Sosa Texcoco" y 2 500 Ha son de zona ejidal, el resto (8 200 Ha) comprenden la zona federal del exlago de Texcoco (SARH, 1983).

Hasta hace no más de 50 años podía encontrarse en la región del lago de Texcoco una enorme variedad de fauna, desafortunadamente gran parte de ella ha desaparecido; no obstante, es posible encontrar en la actualidad algún representante de algunas de las especies enlistadas a continuación: (DDF, 1975).

#### A. Peces.

Chirostoma humbolatianum (Cuv. y Valenc.) Iztacmichin.

Chirostoma jordani (Woolman) Charal.

Chirostoma regani (Jordan y Hubbs) Charal.

Algansea tincella (Cuv. y Valenc.) Juile.

Evarra eigenmanni (Woolman) Juile.

Girardinichthis viviparus (Bustamante) Yacapitzáhuac o Mexclapique.

## B. Anfibios.

Siredon mexicanum (Shaw) Axólotl.  
Siredon edule (Hern) Axólotl.  
Ambystoma lacustris (Taylor y Smith) Axólotl.  
Ambystoma tigrinum velascoi (Wolterstorff) Axólotl.  
Ambystoma carolinae (Petiver) Axólotl.  
Scaphiopus multiplicatus (Cope) Sapito.  
Bufo compactilis (Wiegmann) Pozo.  
Hyla eximia (Baird) Xuchcatl.  
Rana montezuma (Baird) Acacuéyatl.  
Rana pipiens (Schreber) Rana.  
Rana halecina (Kalm) Rana.

## C. Réptiles.

Kinosternon hirtipes (Wagler) Tortuga.  
Kinosternon integrum (Leconte) Tortuga.  
Kinosternon pensylvanicum (Gmel.) Tortuga de pozo.  
Onichotria mexicana (Gray) Tortuga de pozo.  
Gerrhonotus imbricatus (Wieg) Techichicotl.  
Gerrhonotus lichenigerus (Wagler) Techichicotl.  
Pitiophis deppei (Jan) Cencoatl.  
Tamnophis collaris (Jan) Culebra de agua.  
Tamnophis pulchrilatus (Cope) Culebra de agua.  
Tamnophis insignarum (Cope) Culebra de agua.  
Tamnophis scalaris (Cope) Culebra de agua.  
Tamnophis melanogaster (Peters) Culebra ranera.  
Sceloporus microlepidotus (Wiegmann) Lagartija.  
Sceloporus aeneus (Wiegmann) Lagartija.  
Sceloporus ferrariperezi (Cope) Lagartija.  
Phrynosoma sp. Lagartija.  
Eumeles sp. Lagartija.  
Abronia sp. Lagartija.  
Gerrhonotus sp. Lagartija.

## D. Aves.

## Residentes:

Podiceps auritus (Linn) Acitli.  
Podylimbus podiceps (Linn) Yacapitzahoac.  
Nycticorax nycticorax (Gmelin) Hoactli.  
Dendrocygma bicolor helva (Peters) Tziqiotl.  
Anas diazi (Ridgway) Pato triguero.  
Oxyura jamaicensis rubida (Wilson) Atapalcatl o Yacatexotli.  
Grus sp. Toquilcoyotl.  
Rallus longirostris tenuirostris (Ridgway) Rascón.  
Rallus limicola (Vieillot) Rascón de agua.  
Aramides cajanea mexicana (Bangs) Popoxcal.  
Porphyrola martinica (Linn) Yohoalcoacchillin.  
Porzana carolina (Linn) Atotolli.  
Fulica americana (Gmelin) Quachilton.



Ceryle alcyon (Linn) Achalalactli o Michalalactli.  
Cassidix palustris (Swainson) Zanate.  
Falco sparverius (Linn) Gavilán.  
Scardafelia inca (Lesson) Coquita.  
Hylocharis leucotis (S) Colibrí.  
Calothorax lucifer (S) Colibrí.  
Dendrocopos scalaris (Wagler) Pájaro carpintero.  
Contopus pertinax (C y H) Papamosca.  
Thryomanes bewickii (A) Saltaparedes.  
Catherpes mexicanus (S) Saltaparedes.  
Turdus rufopaliatus (L) Primavera.  
Passer domesticus (L) Gorrión.  
Carpodacus mexicanus (M) Gorrión.  
Spinus psaltria (Say) Dominico.  
Spizella passerina (Bech) Chimbuto.

Migratorias:

Hirundo rustica (L) Golondrina.  
Pelecanus erythrorhynchus (Gmelin) Atotolin.  
Phalacrocorax olivaceus mexicanus (Brandt) Xalcuani.  
Phalacrocorax pelagicus (Pall) Cormorán.  
Anhinga anhinga leucogaster (Vieillot) Huizote o Acoyotl.  
Ardea herodias (L) Xoxohua.  
Casmerodius albus egretta (L) Aztatl.  
Nyctanasa violacea violacea (L) Garza nocturna.  
Ixobrychus exilis (Gmelin) Jojoito.  
Botaurus lentiginosus (Montagu) Tolcomoctli o Ateponaztli.  
Plegadis falcinellus mexicana (Gmelin) Atotola.  
Ajaia ajaia (L) Tlahquechol o Teoquechol.  
Tantalus loculator (L) Galambao.  
Tantalus ordii (Bp) Corvejón.  
Anser albifrons (Scopoli) Tlalacatl.  
Dendrocygma bicolor helva (Peters) Pichichi.  
Dendrocygma lucida (Friedman) Pichichi.  
Anas platyrhynchos (L) Zolcanauhtli.  
Anas strepera (L) Pato pinto.  
Anas crecca carolinensis (Gmelin) Cerceta verde.  
Anas discors (L) Canauhtli.  
Anas cyanoptera (Vieillot) Chilcanauhtli.  
Anas acuta (Vieillot) Tzitzihcoatl.  
Mareca americana (Gmelin) Xalcuani o Xalcanauhtli.  
Spatula clypeata (L) Tempathoac o Yacapatlahoac.  
Aix sponsa (L) Iztaczonyayauqui.  
Aythya valisineria (Wilson) Coacoxtli.  
Aythya affinis (Eyton) Pato boludo chico.  
Aythya americana (Eyton) Pato cabeza roja.  
Aythya collaris (Donovan) Texolotli.  
Bucephala albeola (L) Amanacochi.  
Lophodytes cucullatus (L) Ehecacotl.  
Pandion haliaetus (Gmelin) Guincho.  
Grus canadensis (L) Toquílcoyotl.  
Charadrius vociferus vociferus (L) Tildio o Amacozcatl.

Charadrius wilsonia (Ord) Tildio.  
Bartramia longicauda (Bechst) Ganga.  
Numenius americanus (Bechstein) Pico largo.  
Tringa solitaria (Wilson) Chichicuilote.  
Actitis macularis (L) Chichicuilote.  
Capelia gallinago delicata (Ord) Agachona.  
Erolia melanotos (Vieillot) Chichicuilote.  
Limosa fedoa (L) Agachona real.  
Catoptophorus semipalmatus (L) Chichicuilote patas amarillas.  
Crocethia alba (L) Chichicuilote.  
Recurvirostra americana (Gmelin) Icxixoxouhqui.  
Himantopus mexicanus (Muller) Comaltecatl.  
Steganopus tricolor (Vieillot) Atzizicuilotl.  
Larus californicus (Lawrence) Apipizca.  
Larus atricilla (L) Apipizca.  
Ceryle torquata (L) Achalalactli.

E. Mamíferos:

Procyon lotor (L) Mapech quahnpecotli.  
Cratogeomys sp. Tuzan.  
Cratogeomys merriami (Thompson) Tuzan.  
Cratogeomys tylosinus arvalis (Hooper) Tuzan.  
Cratogeomys irrolonis (Nelson) Tuzan.  
Canis latrans cagotis (Ham) Coyotl.  
Bassariscus astutus astutus (Liechtenstein) Tepemaztlaton.  
Didelphis marsupialis californica (Senet) Tlacuache.  
Sorex S. saussurei (Merriam) Musaraña.  
Dasypus novemcinctus davisii (Russell) Armadillo.  
Sylvilagus floridanus orizabae (Merriam) Conejo.  
Sylvilagus cunicularis (Merriam) Conejo.  
Spermophilus mexicanus (Erxleben) Ardilla.  
Microtus mexicanus (Saussure) Metorito.  
Urocyon cinereoangentatus (L) Zorra.  
Mustela frenata (Lich) Comadreja.  
Lepus callotis (Merriam) Liebre.  
Mephitis macroura (Lich) Zorrillo.  
Spilogale angustifrons (Howell) Zorrillo.

F. Invertebrados:

Apus lacussanus (Say) -----  
Hydropyrus hians (Say) -----  
Lamproscatella dictaeta (Loew) -----  
Corisella spp.  
Corisella edulis (Say) -----  
Corisella mercenaria (Say) -----  
Cicindela trifasciatus ascendens (Le Conte) -----

Entre los invertebrados, las mariposas ascienden a cerca de 200 spp, para la cuenca de México; de las anteriores, la llamadora (Papilio daunus), Nymphalis antiopa, la cuatro espejos (Rothschildia orizabae) y la mariposa monarca (Danaus peexippus), son las más abundantes (DDF, 1975).

Entre los coleópteros Euphoria basilis (Cetonia), escarabajos coprófagos como Phanaeus quadridens, Phanaeus adonis, Onthophagus mexicanus y Canthon humectus, abundan en épocas de lluvias. La hormiga roja (Pogonomyrmex barbatus) y el chapulín (Sphenarium purpurecens), son muy comunes al igual que el cara de niño (Stenopelmatus talpa). Quedando pendientes en el enlistado, las especies animales de áreas urbanas (DDF, 1975).

## ANEXO B. MANEJO TRADICIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES.

Durante el Wisconsiniano (último período glacial del Pleistoceno), grandes cantidades de agua del planeta se acumularon en los polos y los mares bajaron de nivel varias decenas de metros; estos cambios permitieron el paso de grupos humanos a través del estrecho de Behring, los que se expandieron rápidamente a lo largo de todo el continente Americano. La expansión del Hombre coincidió con la retirada del hielo de la última glaciación y, al mismo tiempo, con la extinción de muchas especies de grandes mamíferos. Los primeros hombres de América no fueron capaces de domesticar animales como lo hicieron los hombres asiáticos y europeos; su incapacidad para domesticar animales, llevó al Hombre a enfrentar su supervivencia (con la caza se extinguió un gran número de especies herbívoras) colectando plantas y pequeños animales, incluso insectos, más tarde aceleró la domesticación de plantas de cultivo. Cuando la agricultura comenzó a desarrollarse en la cuenca de México, los primeros grupos sedentarios se establecieron en áreas planas que poseían un buen potencial productivo y adecuada humedad, pero que, al mismo tiempo, se encontraban cerca de áreas más elevadas como para evitar las inundaciones durante la temporada de lluvias (CUADRO VI) (Fuente: Museo de Tepexpan, 1991).

Hoy resulta bastante difícil de imaginar con exactitud el aspecto que presentaba la región de los lagos en la época del inicio de la agricultura; se habla de una gran superficie plana rodeada de montañas que iban decreciendo en altura hacia el interior; estas montañas estaban cubiertas por espesos bosques y por las vertientes corrían numerosos ríos pequeños. La mayor parte de aquella superficie estaba ocupada por dos lagos separados entre sí, aunque no totalmente, por una lengua de tierra en la que destacaban varios cerros; ambos lagos diferían uno de otro no sólo en tamaño sino en la calidad de las aguas. El que estaba al sur, llamado Chalco, era largo y estrecho y tenía agua dulce gracias a la gran cantidad de manantiales que allí había; en cambio el del norte o de Texcoco, era redondo y mayor, sus aguas eran saladas por la gran cantidad de sales arrastradas de la tierra por las lluvias; no estaban a la misma altura, el de Texcoco era más bajo y por esa razón el agua dulce del de Chalco se desbordaba sobre él; estos dos lagos fueron quizá en un remotísimo pasado uno solo (DDF, 1975) y (Wolf, 1976).

Las fuertes precipitaciones pluviales y la humedad general así como las numerosas fuentes y manantiales, parecía que asegurarían la existencia perenne de los dos lagos; pero el hecho es que hubo alteraciones en la temperatura prevaleciente, cambió el régimen pluviométrico y disminuyó el caudal del subsuelo; entonces comenzaron a declinar los lagos y aparecieron algunas islas y penínsulas; el azolvamiento contribuyó finalmente a fraccionarlos en seis lagos: Zumpango, Xaltocan, San Cristóbal (al norte), Texcoco (al centro), Xochimilco y Chalco (al sur). Los del norte quedaron aislados por la sierra de Guadalupe y la comunicación al de Texcoco se producía a través del estrecho profundo de Chiconautla (Mc Clung, 1979) y (Wolf, 1976).

La humedad ambiental no declinó a tal grado que permitiera la ausencia de vegetación, por el contrario, había gran variedad de tules, espadañas, huejotes en el nivel inferior, encinos en las laderas y coníferas en las partes más altas; a la orilla de los lagos, fue donde el Hombre desarrolló la cultura que culminó con el esplendor Mexica. La extinción de la fauna mayor y posibles cambios climáticos en la cuenca, empujaron a los grupos cazadores existentes a transformar su modo de vida; tuvieron que contentarse de momento con la carne de animales más pequeños y con el alimento que proporcionaban los frutos y raíces de las plantas; en estas condiciones, construyeron sus viviendas de materiales débiles y perecederos (ramas y paja) (Mc Clung, 1979) y (Wolf, 1976).

En los alrededores de los lagos se fueron formando pequeños poblados de gente agrícola, sedentaria y fabricante de cerámica; en Zacatenco, el Arbolillo, Tlapacoaya y Tlatilco, los pobladores hacían tejidos burdos y utensilios de piedra pulida; cultivaban el chile, el maíz, el jitomate, la calabaza, el frijol, el huautli, la chia y otras plantas; complementaban su dieta con animales del monte y lacustres como liebres, conejos, peces y ajolotes, también cazaban aves acuáticas; había comenzado la íntima relación del hombre con la naturaleza (CUADRO VII) (Sánchez, 1951).

Más tarde proliferaron las aldeas, se incrementó la población en otros sitios como Guadalupita, Chimalhuacán, Ticomán y Cuicuilco; los primeros poblados grandes empezaron a formarse al noreste de la cuenca (Texcoco y Teotihuacan) (Sánchez, 1951).

A finales del periodo formativo la cuenca sufrió una transformación a causa de una etapa de sequía prolongada; el nivel de los lagos descendió, la flora y la fauna existentes disminuyeron y esto dificultó la supervivencia del Hombre; es posible que en ese tiempo se haya iniciado la irrigación, llevando hasta los lugares de cultivo, por medio de canales, el agua de los ríos cercanos. La única región con suficiente agua para la irrigación, era Teotihuacan, pues contaba con la que bajaba de la sierra y desagüaba en el río San Juan y además con numerosos manantiales; la población allí establecida en forma dispersa dio origen a la ciudad de los Dioses. Los Teotihuacanos desarrollaron la agricultura practicando el sistema de milpa en las laderas de los cerros, en lugares con terrazas y en el valle de Teotihuacan; hicieron una vasta red de canales y cultivaron en chinampas (Mc Clung, 1979).

Una tribu procedente del norte irrumpió en la cuenca de México a principios del siglo X y arrasó con los vestigios de los Teotihuacanos, pero asimiló sus elementos culturales, se trata de los Toltecas. A la caída de los Toltecas, los Chichimecas avanzaron del norte hacia la cuenca; estos pueblos guerreros y nómadas eran conocedores de prácticas agrícolas; entre ellos venían los Mexicas; éstos se internaron en posesiones del reinado de Azcapotzalco, estableciéndose en Chapultepec, bajo el permiso de los Tecpanecas pero siendo aún tributarios; conscientes de la situación en que estaban y muy disminuidos por las continuas luchas, no se movieron de sus carrizales y allí vivieron pasivamente durante algún tiempo, comiendo raíces acuáticas y animalillos del lago (Sánchez, 1951).

CUADRO VI. SECUENCIA DE LA APARICION DE LAS DIFERENTES FORMAS DE VIDA ANIMAL EN LA TIERRA, INCLUIDA LA DEL HOMBRE (Fuente: Museo de Tepexpan, 1992).

ERA	MILLONES DE AÑOS	PERIODOS	VIDA DOMINANTE
CUATERNARIO: Antropozoica	01	Holoceno Pleistoceno	Hombre
TERCIARIO: Cenozoica	14 20 10 15 10	Plioceno Mioceno Oligoceno Eoceno Paleoceno	Mamíferos
SECUNDARIO: Mesozoica	70 30 25	Cretácico Jurásico Triásico	Reptiles
PRIMARIO: Paleozoica	25 55 45 35 70 100	Pérmico Carbonífero Devónico Silúrico Ordovícico Cámbrico	Anfibios Peces Invertebrados
PROTEROZOICA:	158	Precámbrico	

La aparición y desarrollo del Hombre se limita al último medio millón de años; en América el Hombre es recién llegado, su antigüedad no sobrepasa los 20-25 000 años.

PERIODO	EUROPA	AFRICA	ASIA	AMERICA
HOLOCENO		<u>Homo sapiens</u>		
Neolítico				
Mesolítico	Ofney		Wadjak	
PLEISTOCENO	Cro-Magnon			Tepexpan
PALEO. MEDIO	Neanderthal		Skhul	
PALEO. INFERIOR		Saldanha Kanjera		? Sin ocupación humana.
	Heidelberg			

CUADRO VII. SECUENCIA CRONOLÓGICA DE LAS POBLACIONES HUMANAS EN LA CUENCA DE MEXICO, (Sanders, 1972) en Mc Clung (1976).

FECHA	PERIODO	FASES
1519	Postclásico tardío	(1250-1519 D.C.)
1500		Azteca
1450		Teocalco
1400		Chimalpa
1350		Zacango
1300		Huextoc
1250	Postclásico temprano	(950-1250 D.C.)
1200		Mazapan
1150		Tolteca
1100		Xometla
1050		Xometla
1000		
950	Clásico tardío	(700-950 D.C.)
900		Oxtoticpac
850		
800		
750		
700	Clásico medio	(500-700 D.C.)
650		Maquixco
600		Xolalpan
550		
500	Clásico temprano	(300-500 D.C.)
450		
400		Teotihuacan
350		
300	Protoclásico	(100-300 D.C.)
250		Miccoatli
200		
150		
100	Formativo terminal	(100 A.C. a 100 D.C.)
50		Teopan
0		
50		
100	Formativo tardío II	(300-100 A.C.)
150		Oxtotla
200		
250		Tezoyuca

Continúa...

FECHA	PERIODO	FASES
300 350 400 450 500 550	Formativo tardío I	(600-300 A.C.) Cuanalan
600 650 700 750 800 850	Formativo medio III	(900-600 A.C.) Chiconautla
900 950 1000 1050 1100 1150	Formativo medio II	(1200-900 A.C.) Altica
1200 1250 1300 1350 1400 1450	Formativo medio I	(1500-1200 A.C.)
1500 1550 . . 2500	Formativo temprano	(2500-1500 A.C.)

FORMATIVO. (2500 A.C. a 300 D.C.). Se establece la vida sedentaria en la parte central de Mesoamérica; agricultura como base de subsistencia complementada por la recolección de plantas y animales salvajes.

Desarrollo de los centros Olmecas en el sureste del país. Se descubren centros ceremoniales con asentamientos rurales alrededor, se trabaja el jade.

Surgen varios centros regionales con arquitectura monumental (Tikal, Monte Albán, etc.).

Reposición de Cuicuilco por Teotihuacan como centro de poder en el Altiplano Central (Mc Clung, 1976).



CLASICO. (300-950 D.C.). Desarrollo de la escritura y el calendario de los Mayas. Estados imperialistas con sociedades estratificadas; especialización económica; mercados y comercio; desarrollo del urbanismo (Mc Clung, 1976).

POSTCLASICO. (950-1519 D.C.). Reemplazamiento de Teotihuacan por Tula. El Altiplano Central se caracteriza por pequeños Estados, constantemente en competencia, hasta el dominio del Imperio Azteca. Redes de comercio a gran escala. El periodo termina con la invasión de los Estados Aztecas y Mayas por los españoles (Mc Clung, 1976).

La población Azteca fue creciendo y cada vez era mayor la necesidad de terreno para extenderse, consiguieron acomodo en las riberas; los materiales que necesitaban los conseguían a cambio de productos que obtenían del agua, logrando con ello su independencia y considerando aquellos sitios como propios. Cazaban y pescaban todo género de especies animales; sabiendo cuáles eran los días de mercado en los diferentes pueblos, cargaban sus mercancías y las iban a cambiar por madera, cal y piedra; el transporte hasta su isla lo hacían por canoas (Johansson, 1988).

Empieza así lo que sería con el tiempo uno de los más grandes y portentosos imperios a nivel mundial, los Aztecas. Y es precisamente en estos pobladores en quienes se centrará esta parte del trabajo, debido a que en esta etapa se da un manejo racional e integral de los recursos naturales en la cuenca de México.

Se sabe que Tenochtitlan era una ciudad limpia; en los caminos había unas chozas construidas de cañas, paja y hierba para el uso de los transeúntes y en ellas se acumulaban los detritos; de allí los recogían los canoeros que llevaban su carga hasta el desembarcadero de Tlaltelolco, y en ese lugar los vendían. El excremento humano era utilizado para curtir pieles, para procesar sal y para abonar cultivos (Johansson, 1988) y (León-Portilla, 1988).

Las calzadas de Tenochtitlan (Iztapalapa, Tepeyacac y Tlacopan), estaban hechas de piedra y tierra, y bastante levantadas sobre el nivel del agua; a través de albarradones como el de Ahuizotl, el de Netzahualcóyotl y el de San Lázaro se protegían de inundaciones. Hay que advertir que el lago de San Cristóbal (Ecatepec) no existía en la época prehispánica, ya que era prácticamente una sección del lago de Xaltocan y que se formó gracias a la construcción del dique (calzada que va de Ecatepec a Venta de Carpio) construido para evitar el paso del agua de los lagos del norte al de Texcoco (Muñoz, 1990).

Tenochtitlan era una ciudad lacustre en la que sus habitantes estaban acostumbrados a navegar en canoas, por lo que miraban con cierta indiferencia los efectos de las inundaciones; por tanto, no pasaba por su mente tratar de sacar las aguas de la cuenca, sino sólo contenerlas (caso contrario al de los españoles que al tener

otro estilo de vida construyeron diques y canales, para desalojar las aguas y empezar así con la destrucción de uno de los medios naturales más bellos del mundo).

A continuación se expone una selección de los principales productos que se manejaban en la cuenca de México.

Las rocas aprovechadas en las construcciones eran la traquita anfibólica (chiluca) y el basalto compacto (recinto); después se empleó el conglomerado pomoso (tepetlatl) y en seguida la lava escorirosa (tetzontl) (Rojas, 1974).

Rígidas eran las leyes suntuarias que no permitían usar al plebeyo más que ropas de la pita del maguey, de las fibras de la palma o de algodón basto; por el contrario, los nobles vestían de tejidos finos de algodón. Los pueblos obligados a dar el tributo de plumas, criaban a los pájaros para despojarlos cuidadosamente de sus galas, o bien los cazaban con ligas o redes para no maltratar o empañar las plumillas; las aves que suministraban las plumas finas a los Mexicas eran el quetzaltototl, el hutzitzilín (chupamirto), garzas y patos. En los mercados se trataban ropas, jicaras y loza, cuchillos y navajas de obsidiana, lancetas para sangrar en la cirugía y otros útiles cortantes o punzantes. En el mercado de Acolman se vendían perros; reunían allí los mercaderes perros de todas clases, para gusto, para sacrificio a los Dioses y para acompañar a los difuntos; la carne del perro, ya casi extinguido hoy, servía de alimento a los pueblos del Anáhuac (Johansson, 1988).

Los Mexicas distinguían varias especies de maíz por su color; el iztactlaolli o maíz blanco, el yauhtlaolli yauitl o maíz negro, el cuztictlaulli o maíz amarillo, el xiuhctoatlaulli o maíz colorado, el xuchicentlaulli o maíz de colores, el cuappachcentlaulli o maíz leonado y el xiuhctoepitl tepitl o maíz que se logra en cincuenta días. Utilizaban el grano en sus diferentes estados, en maneras muy variadas: el grano seco, aunque no duro, tostado en el comalli, produce el izquitl o esquite, revienta quedando en forma de florecilla. Calentado en agua de cal hasta cierto punto, lavado en seguida hasta quitarle el hollejo, molido en el metlatl con agua hasta reducirlo a pasta consistente y fina, se toman porciones de ésta, que comprimidas en las palmas de las manos, se ensanchan en forma redonda más o menos delgada; colocada sobre el comal queda confeccionado el tlaxcalli o tortilla. La tortilla tostada en el comalli se convierte en el totopochtli, que no alterándose en algún tiempo, servía de bastimento a caminantes y soldados. Duro el grano, tostado y molido en seco, da el pinolli, harina de maíz, que conservando por muchos días sus propiedades, servía en viajes, bien tomado el polvo a puños o bien diluido en agua. Cocido y molido en seco, envuelto el producto en las hojas que cubren la mazorca y cocido en ollas al vapor del agua se obtienen los tamalli. Cocido y molido, diluido en agua y quitadas las partes gruesas en un cedazo, hervido hasta darle cierta consistencia, rinde el atolli, que hace bien a los enfermos; el maíz tierno y hervido se come como elotl (Johansson, 1988).

El frijol (Ayacotli), condimentado de diversas maneras constituía un platillo universal; comiéndose también la vaina

tierna exotl o ejote (Johansson, 1988).

De amaranto (Chian) hay dos clases: chianpitzahuac negra, de la cual se saca un aceite para la pintura, y la chianpatlahuac, de mayor tamaño; ambas mezcladas y puestas a hervir en agua, sueltan mucilago formando endulzada una bebida refrescante. Del mismo género es el chiantzotzulli y es la que sirve tostada para hacer alegría con miel. El chianzotzolatolli era bebida compuesta de chian y maíz (Johansson, 1988).

El huautli, es una semilla morada y amarilla que nace de matas con la hoja en forma de lengua de vaca, da en el pendón de arriba sus semillas o quautzontli, del que se hacen unos tamalillos llamados tzoales; el quautzontli o huausontle, se come fresco en diversos guisos.

El chilli o chile con siete géneros: cuauhchilli o chilli de árbol; chiltecpin o chilli pulga, por su tamaño y por la fuerza del picante, con tres especies: tonalchilli, chilli del sol y chilli veraniego; chilcoztli o chilli amarillo; tzincuayo, por el escozor que produce al descomerlo; milchilli o chilli de sementera. El chilli se comía verde o seco; molido formaba la variedad de guisados conocidos con el nombre de molli; salsas y guisos estaban compuestos además del chilli, ya con el tomatl (tomate) ya con el xictomatl (jitomate) (Johansson, 1988) y (Maynez, 1988).

Aprovechaban una gran variedad de setas u hongos (nanacatl), así como las malezas de los campos de maíz como verdura fresca; otras eran utilizadas también como medicinales. Urgidos por el hambre comían diversas raíces, las hojas tiernas del nopalli, cactus asados, mizquitl, una semilla llamada polucatl, el popoiatl o maíz descompuesto, el xolotzontli o cabellos de las mazorcas, el metzalli o raspaduras del maguey, nochxochitl o flor de la tuna y mexcalli o las pencas del maguey cocidas. El michhuautli, semilla blanca y menuda, de que se hacían tamalli o tostado y molido se tomaba diluido en aguamiel. De hortalizas y verduras: berros, cebollas, xonacatl, verdolagas, itzmiqutilitl y epazotl, usado con los frijoles; gran variedad de calabazas y el chayotli, que cocido es dulce, agradable y jugoso (Johansson, 1988) y (Maynez, 1988).

Toca enumerar las principales frutas indígenas; el noctli o tuna, presentándose multitud de variedades así por el color como por la forma, aunque la mayor parte dulces o agridulces y jugosas; a estas frutas pertenecen el xoconochtli y la variedad de las pitahayas. Del ahucatl o ahucate, distinguían la especie grande tlacocatahuacatl y los pequeños quilahuacatl; el texocotl o tejocote, se comía confitado; el capolin o capulín, con tres especies: el olocapolin, el tlaolcapolin y el xitomacapolin; el moral o amacapolin (Johansson, 1988).

En la descripción del mercado de México, Córtes decía: "venden miel de abejas y cera, miel de cañas de maíz y miel de unas plantas llamadas maguey". A lo llamado ahora aguamiel se le llamaba nenecutli, cocida hasta la consistencia de jarabe era la miel neutlatilli, neutlatetzahualli o neutlatlazalli. La miel servía para los diferentes condimentos de la cocina, principalmente en la preparación de pinolli, atolli, chian, tamalli y cacao (León-Portilla, 1988).

Con respecto a la bebida, se extraía del maguey (metl); la

bebida que produce es el octli o pulque. Para lograr el octli, luego de que el metl se acerca a la inflorescencia y antes de que el quiotl (quiote) se presente, se arranca el cono central de las hojas, dejando en su lugar una cavidad, en la cual viene a recogerse el cambium, líquido blanquecino compuesto de agua, azúcar y gluten en suspensión, esto es el aguamiel. Tres veces al día se extrae el aguamiel por medio del acocotli, durando la cosecha de cuatro a seis meses; a cada extracción se raspa la cavidad, la cual se ensancha y profundiza hasta que la planta se agota y muere; el aguamiel es conducido a las oficinas, se le deja fermentar, obteniéndose al poco tiempo el octli en estado perfecto. Dos clases principales se distinguen: el pulque puro y el tlachique; los catadores juzgan al tlachique de menor calidad. Castigada severamente la embriaguez, reglamentada la cantidad que debía beberse, permitido el licor en exceso sólo a los ancianos, no por eso dejaba de ser de uso general; los médicos daban ciertas medicinas en él; a las mujeres en el día siguiente al alumbramiento se les hacía beber un poco. Mezclaban el pulque con miel o chilli, frutas, hierbas y otros ingredientes, según el gusto (Mc Clung, 1979) y (Johansson, 1988).

Las puas terminales de las hojas del maguey servían en las penitencias religiosas; se les empleaba como punzones, de clavos en las paredes y maderas, y de alfileres para retener lienzos gruesos; en algunas especies se arrancan unidas a las fibras de las plantas y entonces sirven de aguja e hilo a la vez; las hojas frescas servían a las molenderas para recibir la masa, a los albañiles para acarrear el barro. Las flores del agave son comestibles; con la parte carnosa y blanda de las pencas, unida al maíz, se confeccionan las tortillas de maguey; molida esa misma parte, desecha en aguamiel y hervida, rinde una especie de atole. Las pencas de ciertas especies asadas a la lumbre o en barbacoa, se mascan y chupan, pues el hilo impediría tragarlas, teniendo un sabor dulce (Johansson, 1988).

Fabricaban bebidas embriagantes de las cañas del maíz cuando la mazorca está en leche (tierna), de las palmas y de las piñas; el tule (tollin) era utilizado para la construcción de chozas y para la fabricación de petates (Maynez, 1988).

Los teonanacatl, carne divina, hongos amargos y desagradables, eran comidos para practicar actos supersticiosos; tomaban dos o tres solamente con un poco de miel de abejas. La semilla ololiuhouli de la planta coatlxoxouhqui (toloache), emborracha y enloquece haciendo ver visiones, produce los mismos efectos del peyotl, aunque sólo persistentes por tres días (Mc Clung, 1979).

Las siguientes especies cuando se encuentran en estado vegetativo poco avanzado, se utilizaban como alimento: quelite, verdolaga, epazote (condimento), vaina, tubérculos de Cyperus y romeritos (con mole, papas y haba); comíanse hervidas con sal, fritas, con chile o con carne (Maynez, 1988).

Agotando los recursos, los Mexica, al decir de los cronistas, comían hasta la espuma de las aguas (algas o tecuitlatl), tendiéndolas sobre ceniza para secarlas, hacían unas tortas de ellas y tostadas las comían (Johansson, 1988).

En la época náhuatl el desarrollo de las poblaciones dependió

de la recolección, caza y pesca para su aprovisionamiento de proteínas animales; aún en el apogeo del imperio Azteca y durante los periodos colonial e independiente, prácticamente hasta principios de este siglo, las clases humildes encontraron en los lagos una importante fuente de proteínas animales (Sánchez, 1951).

Las poblaciones ribereñas a los lagos, consagraban la parte más importante de su actividad a la pesca y a la caza de aves acuáticas; sus armas eran la red y el atlatl o lanzadardos, cuyo uso para cazar las aves se ha perpetuado hasta hoy en día (Johansson, 1988).

Enorme es la lista de guisos en que intervienen aves, peces, batracios e insectos, muchos de ellos nativos de la cuenca: las ranas en salsa verde, el pescado blanco, el axolotl sazonado con chile, las hormigas aladas, los gusanos de maguey (meocuilin), etc.; los mamíferos más aprovechados fueron los conejos y las liebres, quizá por su abundancia y facilidad de obtención; los venados, jabalíes y berrendos, aunque más difíciles de obtener, les brindaban mayor rendimiento por la mayor cantidad de carne y tamaño de la piel (Johansson, 1988).

Según Guzmán (1953), los charales son de los alimentos más ricos en proteínas de alta calidad, al igual que el axayacatl y el ahuate, que contienen además calcio, tiamina, niacina y riboflavina (DDF, 1975).

Para facilitar la lectura al lector se ha agrupado en grandes grupos taxonómicos a los animales que en el pasado o que todavía hoy en día, son consumidos en la cuenca de México.

### Insectos.

La abeja común era conocida de los Méxicas en el estado silvestre, explotaban la cera; distinguían la abeja que forma panal en los árboles (cuauhcuayoli), de la mimcahuatl que fabrica también panal; la pipiyoli o montesa; la tlaletzatl que anida debajo de la tierra; el abejorro o xicotli y el temoli de mayor tamaño; explotaban además la miel (necutli) (Johansson, 1988).

Otro recurso explotado era el ahuate, nombre aplicado a los huevecillos de ciertos hemipteros acuáticos llamados axayacatl o axaxayacatl. Hernández 1949, (en DDF, 1975), dice que se trata de pequeñas moscas lacustres que se reproducen en la superficie del agua y se recolectan con redes en los lagos mexicanos en cierta época del año; sus huevecillos llegan a ser tan abundantes que triturados y formando una masa se venden en los mercados, después de haber sido cocidos en agua, envueltos en hojas de maíz. Visto con el microscopio el huevecillo presenta la forma de un verdadero huevo, ofreciendo la mayor parte la abertura por donde salió la larva y toda una depresión producida en el punto de apoyo; de manera que propiamente no se aprovechan los embriones sino el cascarón (Johansson, 1988).

Ancona (1933), estudiando entomológicamente el ahuate, encontró que corresponde a los huevos de los hemipteros acuáticos: Corisella texcocana, Corisella mercenaria, Notonecta unifasciata y Krizousacoriza azteca, especies conocidas con el nombre común del mosco del ahuate; en el lago encuentran refugio durante la época

de secas. Peñafiel 1884, (en Ancona, 1933), calculó 200 larvas de ahuate por cada decímetro cúbico de agua, con un total de 3 650 000 000 000 en todo el lago de Texcoco.

A mediados de marzo las larvas de estos corixidos pululan en las aguas y al caer las primeras lluvias de abril la postura de los huevos se intensifica; de La Llave 1885, (en Ancona, 1933), había descrito cómo los campesinos toman hojas de tule, las amarran en haces quebrándolas por la mitad y así las sumergen, dejándolas atadas; tres o cuatro días después las extraen con cuidado y aparecen llenas de huevos; este es el ahuate, comido todavía hoy en día y que tiene el sabor a caviar. El modo más común de preparar el ahuate es moliéndolo crudo, mezclándolo y batiéndolo con huevos de gallina para hacer unas tortillas que cortadas en pedacitos sirven para guarecer el platillo llamado revoltijo, usado en semana santa. Las tortas de huauzontle con ahuate se hacen de la siguiente manera: se pone a cocer el huauzontle con sal y se deja escurrir; el ahuate se muele, después de haberlo cernido en una manta, quedando como harina; ésta se pone en un platón, con un huevo, sal y agua hasta hacer una masa, se le pone queso y se capea con la misma masa del ahuate, friéndolo después en aceite o manteca; las tortas se guisan en chile pasilla (DDF, 1975).

El mosco sirve de alimento a las aves y por este concepto constituye un importante factor económico para los nativos de la zona, la explotación más intensa se realiza en los meses de agosto a noviembre; actualmente la recolección mayor está concentrada en los estanques periféricos del Caracol, tanque de evaporación de la compañía Sosa Texcoco; para el efecto, sobretudo en la época seca del año, se sumergen manojos de zacate salado (Dystichlis spicata), colocándose en el fondo del estanque.

El mismo Ancona (1933), cita que los pescadores de Texcoco recolectan grandes cantidades de insectos en el inicio de las lluvias, empleando redes de lona de un metro de largo por sesenta centímetros de ancho que se sumergen en los nideros; los insectos se colocan en canastas, donde se les deja secar al sol, de este modo se venden como mosco para pájaros; bien molidos y martajados se expenden en tortas pequeñas, que son muy gustadas cuando se tuestan.

La larva salida del huevo es un gusanillo blanco; recogidas en grandes cantidades, las pupas se preparan enteras, cocidas en hojas de maíz o molidas (reducidas a pasta), se le pone igualmente en hojas, entonces se le llama puxi, el cual se lava y se pone a secar; posteriormente, es molido en el metate hasta hacerlo polvo, esto se bate con agua y ya convertido en masa se hacen metlapiles, se procede entonces a envolverlo en hojas de maíz y se ponen a cocer en tamales (DDF, 1975).

Las larvas de dos mariposas que atacan el maguey púlquero, Agave atrovirens, han tenido una extraordinaria demanda desde tiempos precortesianos; se trata del gusano blanco, meocullin o meocuil (Acentrocne hesperiaris) y el gusano colorado, chilocuil, chilomil, chemicuil o tecoles (Hypopta agavis); los campesinos sacan con cuchillos los gusanos de su escordite y los empacan en bolsas hechas con la epidermis de las hojas del maguey (DDF, 1975).

El azcamoli o escamol (pasta de huevecillos de hormigas), Lidmetopum apiculatum, se consume por semana santa; se busca el nido de estas hormigas, que preparada como pasta es semejante a una mantequilla; a otra especie de hormiga llamada necuazcatl o de miel, se les chupa el abdomen lleno de un licor dulce; las langostas o chapolin, y principalmente la nombrada acachapolin; asimismo, se aprovechaban los gusanos que viven en las mazorcas del maíz. Los alacranes también se consumían, sólo se les quitaba el dardo ponzoñoso (Johansson, 1988).

#### Crustáceos.

Los acociles o acociltin (Cambarellus montezumae), servían de alimento; la comida consistía en tamales acompañados por una versión de lo que es hoy el caldo de camarón; también se comían tostados (Johansson, 1988).

#### Peces.

Las aguas proveían de alimentación a los Mexicas, quienes aprovechaban el amilotl o pescado blanco, el xohuili o juiles de lugares pantanosos; el xalmichi, pescadillos de arena, el cuitlapetlatl pequeño y dado a los niños como medicina; y los michcahuan se veían aparecer y desaparecer en los manantiales (Johansson, 1988).

Al género Chirostoma, pertenece el pescado blanco, uno de los peces de mayor calidad culinaria del mundo; hasta la desecación casi total del lago, los peces constituían parte importante de la dieta; eran consumidos juveniles y adultos de las familias Atherinidae, Cyprinidae y Goodeidae. Hoy día ha disminuido notablemente su cantidad, aunque siguen vendiéndose en diversos mercados los charales, juiles y mexclapiques (Johansson, 1988) y (Mc Clung, 1979).

#### Anfibios y Reptiles.

Fue muy importante el consumo de ranas y ajolotes por los pueblos precortesianos del lago; Herrera (1890), cita el consumo de Rana montezuma, Rana halocina y el ajolote o axolotl (familia Ambystomidae). Estos se comían cocidos o asados (Johansson, 1988).

Aprovechaban las culebras y hasta la víbora de cascabel, cortándole previamente la cabeza; las tortugas o ayotl también eran utilizadas como alimento (DDF, 1975) y (Johansson, 1988).

#### Aves.

Los pueblos ribereños de los lagos de la cuenca cazaban una gran variedad de patos o canauhtli, distinguidos por los cazadores con nombres particulares, garzas o aztatl, gallinetas y demás aves acuáticas, las cuales abundan en el invierno para desaparecer en el verano; el chichicuilotl o tzitzicuilotl, abundante en época de lluvias, etc (Mc Clung, 1979).

Según Villada 1883, (en DDF, 1975), los patos eran las aves

de mayor consumo y eran cazados primero utilizando redes y luego a través de armadas: se colocan a la orilla del agua un cierto número de fusiles de desecho (tubos), a veces más de cien; se les sujeta a vigas de buen tamaño, cargándolos en exceso con pólvora y municiones; en seguida se atan a las llaves de todos ellos largas cuerdas, con el fin de dispararlos al mismo tiempo; se forman dos hileras de fusiles; una horizontal, de tal suerte que los proyectiles rocen casi la superficie del agua y otra bajo un ángulo agudo; se suele colocar otra serie casi vertical; todo este aparato se oculta cuidadosamente con ramas verdes. Desde que comienzan a llegar los patos en octubre y noviembre, se sitúan uno o varios cazadores en las inmediaciones del lugar elegido, para impedir el tránsito de embarcaciones que ahuyenten las aves; después de que se reúne un número considerable de ellas (poniendo como señuelo maíz o trigo), se procura encaminarlas hacia un punto cercano al lugar en que la armada esté colocada; al siguiente día, al amanecer, se disparan los fusiles: primeramente los de la línea horizontal, y en seguida los que forman la oblicua; el mayor número de patos sólo quedan heridos siendo relativamente pocos los que mueren; los cazadores se ocupan de perseguir a los fugitivos, rematándolos a palos; junto con los patos perecen otras especies de aves; las armadas comienzan por lo general en el mes de noviembre; si hay abundantes patos, se puede tirar hasta tres veces a la semana, y sino, cada ocho días; en la actualidad, las armadas prácticamente han desaparecido, aunque en ocasiones se monte alguna, esto debido a la disminución en el número de las aves. Las aves acuáticas se guisan en chile macho; primero se despluman las aves, se frien en una cazuela (así también se comen) y cuando empiezan a dorarse se les añade la salsa que contiene pimientos, cominos, orégano, ajo y chile pasilla; se cuece hasta espesar (DDF, 1975) y (Johansson, 1988).

También aprovechaban las aves domésticas como las palomas y el guajolote o huexolotl (totolín).

#### Mamíferos.

Faltándoles a los Mexicas el toro, el carnero, la cabra y el puerco, carecían de carnes abundantes; suplíanlas con el venado o mazatl, el conejo o tochtli, la liebre o citli, el jabalí o coyameatl, el ayotochtli o armadillo y la totzan o ardilla. Completaba la dieta el perro, del que se conocen tres especies: el itzcuintepotzotli o perro jorobado, el tepeitzcuintli o perro montés y el xoloitzcuintli o perro paje, mayor que los otros, el cuerpo privado de pelo, llevando sólo en el hocico algunas cerdas largas y retorcidas (DDF, 1975), (Johansson, 1988) y (Mc Clung, 1979).

Por último, la región noreste de la cuenca (Chiconautla-Tepexpan), proporcionó una gran variedad de fauna de los lagos y del monte; así como la flora y materia prima de las minas de tezontle, la cal, el lavado de tequesquite (producción de sal) y zonas para la agricultura (Fuente: Museo de Antropología e Historia de la ciudad de México, 1991).



## Apropiación de recursos:

Minas de tezontle.	Lagartijas.	Venado.	Nopal.
Minas de arena.	Caracoles.	Liebre.	Maguey.
Grava.	Mariposas.	Coyote.	Huizache.
Biotita.	Libelulas.	Ardilla.	Garambullo.
Obsidiana.	Lechuzas.	Jabali.	
Arenisca.	Aguila.		
Pizarra.	Guajolote.		
Tepetate.	Paloma.		
Cal.	Gavilán.		

## Transformación de recursos:

Temporal:	Riego:	Agricultura intensiva:	Manantiales y Lago:
Maíz.	Camellones.	Maíz.	Peces.
Frijol.	Canales.	Frijol.	Insectos.
Calabaza.	Represas.	Calabaza.	Caracoles.
		Tomate.	Ranas.
		Jitomate.	Aves.
		Ajo.	Algas.
		Arrocillo.	Sal.

La producción de sal fue importante desde el clásico Teotihuacano; los montículos salineros se distribuyen a lo largo de Xaltocan y las antiguas playas de Chiconautla y Tepexpan; son montículos de forma alargada de cinco metros de ancho por diez a quince metros de largo; la altura es de tres a cinco metros y están formados por los desechos de las tierras salitrosas. Estas formas tienen restos de pisos de estuco y de materiales de construcción de diversas épocas; fue costumbre que las familias de los productores vivieran en estos lugares, a nivel arqueológico se encuentran desechos de cerámicas para uso doméstico, además de artefactos de obsidiana (Fuente: Museo de Antropología e Historia de la ciudad de México, 1991).

Los montículos salineros de Ecatepec están registrados en un plano del siglo XVIII con sus nombres antiguos: mogote del tiburón, mogote de la casa anegada, mogote de San Lorenzo, etc. (Fuente: Museo de Antropología e Historia de la ciudad de México, 1991).

Actualmente algunas personas de Nexquipayac (de origen otomí-nahua), siguen extrayendo sal (10 montículos alargados de 20 m por 3-4 m). La preindustria salinera en Nexquipayac es ejemplo de como se recogía la sal en el pasado; para su producción es necesario realizar perforaciones circulares con un diámetro de sesenta a ochenta centímetros y de sesenta a setenta centímetros de profundidad; se recubren las paredes con pequeñas piedras y arena, se acarrea salitre del ex lago de Texcoco y se llena el recipiente, conectando el extremo inferior del mismo con un carrizo hueco, al cual se le coloca una tela de ixtle (fibra de maguey) en el extremo que se encuentra encima de la boca de la olla, la que descansa en un nivel más bajo. La tela del carrizo sirve para colar la salmuera; se coloca la tierra salitrosa revuelta con arena y cal,

se pone agua en la superficie y se pisa fuertemente para que el agua arrastre la sal y lave la tierra a través del carrizo a la olla por goteo. Se deja reposar un día la salmuera en la olla y después se lleva a los hornos donde por medio de calor el agua se evapora y la sal ya cuajada esta lista para el consumo (Fuente: Museo de Antropología e Historia de la ciudad de México, 1991).

#### Resumen.

El manejo de recursos naturales en la región Chiconautla-Tepexpan es importante; conviene por principio de cuentas dividir a la región en dos zonas de explotación: la zona de planicie y la zona de monte.

En la zona de planicie se encuentra la zona conocida como "el charco", de la que se aprovechan variados recursos; entre ellos se encuentra la explotación del ahuate en época de secas y aprovechando la presencia de los tanques de evaporación solar (El Caracol) de la compañía Sosa Texcoco para introducir los materiales que sirven de anidación a los insectos. La colecta de este producto se da entre los meses de marzo y abril. Del mismo género (Corisella) aunque de diferente especie se saca provecho de pupas y adultos recolectados con red, que se venden en los mercados de los pueblos como alimento para las aves canoras. Otro recurso explotado en época de secas es el tequesquite (costras de sal sobre la superficie del suelo), que se recolecta por costales, llegando a contarse hasta 1200 costales de 50 Kg al mes.

Además, en el pueblo de Nexquipayac, una familia hace uso del tequesquite para obtener sal pura mediante una técnica rudimentaria de lavado y filtración del suelo, y una posterior evaporación del agua; este recurso se explota por lo regular durante seis meses (época de sequía), pero la cantidad de sal es mínima (no se tiene el dato exacto pero se calcula que se obtienen 100 gr de sal por costal de 50 Kg de tequesquite, aproximadamente), aunque entre la gente de la región tiene gran demanda. El tule (Scirpus spp) es usado por la gente que visita el pantano regularmente, para construir chozas en las que pueda protegerse de los rayos del sol y para ocultarse en la caza furtiva de las aves acuáticas; tocando este punto debe mencionarse el hecho de que la temporada de caza se da entre los meses de noviembre a febrero; es un método masivo de caza (armadas); hasta hace no menos de 5 años se mataban de 500 a 1000 aves por armada, tirándose un promedio de 30 armadas por temporada. En la caza no había selección de aves, morían tanto anátidos (patos) como escolapácidos (chichicuilotos) y rallidos (gallaretas); se comerciaban usando la medida conocida como "mano"; una mano equivale a cierto número de aves, dependiendo de su tamaño; si son aves de las más grandes, dos serán la mano y si son de las más pequeñas, la mano consistirá de cuatro aves. Afortunadamente, este tipo de caza ha dejado de existir, gracias a la estricta vigilancia de las autoridades de la SEDUE (SEDESOL) y de la Comisión del Lago de Texcoco (Huerta, 1984); precisamente esta comisión tenía el problema de que las aves que resguarda en la reserva, vuelan a la zona ejidal donde las mataban por la noche.

La industria Sosa Texcoco cultiva el alga espirulina, propia

de la región, y la comercializa a nivel mundial; para ello instaló un estanque de evaporación solar (El Caracol) en terrenos de propiedad ejidal (mediante la firma de un convenio con los ejidatarios) y agua salobre de pozos profundos. También explota algunas sales como el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Es la única industria que aprovecha los recursos de la región a gran escala, además de su mano de obra.

En la zona de planicie se manejan algunos cultivos comerciales como el maíz, la alfalfa, el frijol, la cebada y la avena; los rendimientos por hectárea son bajos (Obs. pers.) debido a que las variedades sembradas no resisten la salinidad del suelo, y alcanzan apenas para cubrir las necesidades de la familia, por lo que con el paso del tiempo se han visto abandonados y ocupado el terreno por casas habitación. Esto acarrea algunos problemas: el primero, el que la gente tenga que buscar alternativas económicas (generalmente trabajar en alguna fábrica o negocio particular) con el consiguiente descuido del campo y el ambiente; segundo, el crecimiento de la mancha urbana con toda su problemática: escasez de servicios públicos que equivale a montones de basura, aguas negras en las calles, defecación al aire libre, tolvaneras, etc., que repercutirán necesariamente en la salud de sus habitantes; y, tercero, elevados gastos energéticos y económicos por la introducción de servicios públicos, centros hospitalarios y escuelas, gastos que de haberse canalizado en el momento oportuno como apoyo al ejidatario hubieran sido menores y sobretodo habrían sido más efectivos, pues se tendrían rendimientos elevados y se cuidaría del ambiente que tanta falta hace hoy en día.

Por lo que respecta a la zona de monte, el recurso mayormente explotado son los yacimientos de tepetate y cascajo (rocas sedimentarias utilizadas para construcción), éstos han sido tan severamente extraídos que en los cerros de Chiconautla, de Tepexpan y de Tezoyuca se han formado hoyos amplios y profundos (en forma de cráter). De seguir la explotación a ese ritmo, tales cerros corren el peligro de desaparecer; y lo más seguro es que la extracción siga dado que la parte donde se encuentran las minas son terrenos de propiedad ejidal o privada que son vendidos o rentados a constructoras o dados en porcentaje por camión que salga con carga de la mina; se han contado de 150 a 200 viajes de camión al día. Por si fuera poco los cerros se han visto invadidos por casas habitación, por basureros a cielo abierto y por panteones, con toda la problemática que esto conlleva (Obs. pers.).

En la zona de piemonte, con escasa pendiente, se cultivan el maíz y el frijol, la mayor parte son terrenos de temporal y muy pocos de riego, los problemas a los que se enfrentan son los mismos señalados anteriormente, aunque habría que agregar otro problema más: el de la erosión del suelo, la gente no ha sabido controlar esta situación por lo que aquellas tierras que se cultivan han perdido su extensión original (Obs. pers.).

Las áreas de fuerte pendiente o barrancas se ven ocupadas por nopaleras o magueyales de los que se aprovechan sus frutos, hojas y bebidas, pero por ser de fácil acceso a la población se han visto sobreexplotadas y tienden a desaparecer. Esta misma presión se da para la fauna del monte, es muy raro observar algún animal característico de la zona.

La región Chiconautla-Tepexpan está gravemente deteriorada; debe ser una prioridad su rescate, no sólo por su riqueza histórica sino por lo que significa para el área metropolitana de la ciudad de México. Ahora que por fin se hace caso de no seguir descuidando el ambiente sino más bien de cuidarlo y rescatarlo, se deben unir y canalizar esfuerzos para lograrlo.

No es posible regresar su belleza y esplendor a la cuenca de México, pero sí es tiempo de mejorar las condiciones ambientales actuales y por lo tanto la calidad de vida de la gente.

Se han empezado a dar las medidas de rescate (descentralización de la población y de la industria, control sobre el uso del agua y la emisión de contaminantes, etc.), pero aún queda mucho por hacer y particularmente en el rescate de zonas ecológicamente importantes.

Específicamente, para la zona norte del área metropolitana se propone lo siguiente: un plan de reforestación urgente a todos niveles (desde las calles hasta los cerros), y la imperiosa necesidad de ya no autorizar la construcción de nuevas áreas urbanas, sino por el contrario tratar de aprovechar los espacios como áreas verdes; la zona del "charco", por ejemplo, requiere de ser rescatada y conservada como sitio de patrimonio ecológico.

Aunque las zonas deshabitadas aún albergan flora y fauna silvestres, éstas tienden a desaparecer sin remedio, por la presión a la que se han visto sometidas; no es posible por lo tanto manejar reservas naturales en la región pero sí dar forma a ambientes verdes de carácter urbano (como parques y lagos recreativos) en los que convivan flora y fauna urbanas en combinación con algunas especies autóctonas que se adapten a tales condiciones.

Para llevar a cabo esto se requiere, sin embargo, una gran voluntad política, industrial y civil, que permitan tener recursos monetarios y de asistencia técnica a los habitantes de la región.

ANEXO C. MEMORIA HISTORICA DE LA REGION NORESTE DEL LAGO DE  
 TEXCOCO. Información recopilada de las siguientes  
 fuentes: Ancona (1933), Brom (1990), Cué (1990),  
 DDF (1975), Díaz (1991), Ezcurra (1992), Gibson  
 (1989), Johansson (1988), León-Portilla (1988),  
 Muñoz (1990), Olivares (1990), Periódico Andares  
 (1991), Rojas (1974), Sánchez (1990), SEP (1988),  
 Vaillant (1947), Wolf (1976) y Zepeda (1952).

- 21 000 años A.C. El Hombre vive en la cuenca de México (restos en Tlapacoya así lo indican).
- 10 000 años A.C. Restos que indican la presencia del Hombre en Tepexpan.
- 7 000 años A.C. Surge la agricultura; se empieza a cultivar el maíz.
- 1 500 años A.C. Se forman las primeras aldeas de influencia Olmeca, Tlatilco.
- 1 000 años A.C. Se funda Zacatenco, también de influencia Olmeca.
- 900 años A.C. Florecimiento de los Toltecas en la cuenca de México.
- 800 años A.C. Se funda Cuicuilco, de influencia Tolteca.
- 500 años A.C. Aldeas en Ecatepec y Chiconautla.
- 420 años A.C. Erupción del volcán Xitlé, abandono de Cuicuilco y marcha de la población a Teotihuacan.
- 300 años A.C. Se funda Teotihuacan.
- 250 años A.C. Se funda la aldea de Tezoyucan.
- 50 años A.C. Se fundan las aldeas de Oxtotla y Teopan.
- 50 años D.C. Se funda la aldea de Apetlac.
- 271 años D.C. La región de Chiconautla-Tepexpan es habitada por Chichimecas.
- 544 años D.C. Los Toltecas llegan a Toluca.
- 640 años D.C. Se funda Toluca.
- 661 años D.C. Se funda Tula.
- 720 años D.C. Caé Teotihuacan a manos de los Chichimecas.
- 1116 años D.C. Salen de Aztlán las siete familias de habla náhuatl: Matlatzincas, Tecpanecas, Tlahuicas, Acolhuas, Xochimilcas, Chalcatzincas y Huexotzincas.
- 1120 años D.C. Los Chichimecas fundan Tenayuca.
- 1230 años D.C. Los Tecpanecas fundan Atzacapotzalco.
- 1267 años D.C. Los Mexicas llegan a la cuenca de México.
- 1300 años D.C. Los Chichimecas trasladan su capital a Texcoco.
- 1325 años D.C. Fundación de Tenochtitlán.
- 1334 años D.C. Chichimecatl, señor de Tepexpan.
- 1337 años D.C. Fundación de Tlatelolco.
- 1362 años D.C. Caltzin, señor de Tepexpan.
- 1377 años D.C. Techtlalatzin (jefe Acolhua) consolida las conquistas de Tepexpan y Chiconautla.
- 1394 años D.C. Chichimecatl Tencoyotzin, señor de Tepexpan.

- 1402 años D.C. Nace Netzahualcóyotl.
- 1409 años D.C. Ixtlilxochitl (padre de Netzahualcóyotl) libra una guerra contra los Mexicas, Tecpanecas y Tlaltelolcas, él es el vencedor.
- 1427 años D.C. Tenochtitlán y Texcoco se unen para luchar contra Atzacapotzalco, ellos son los vencedores.
- 1428 años D.C. Los tlatoanis en Ecatepec a partir de esta fecha y en orden cronológico son: Chimalpilli, Tezozomoc, Matlacohuatl, Chimalpilli II y Huanintzin.
- 1430 años D.C. Chichimecatl Cuacuahztzin, señor de Tepexpan.
- 1431 años D.C. (\*) Netzahualcóyotl, soberano de Texcoco; tiene como súbditos a 14 pueblos entre los que se cuentan Acolman, Tepexpan y Chiconautla. Surge la triple alianza (Texcoco-Tenochtitlán-Tlacopan) contra los Tecpanecas.
- 1440 años D.C. Cuacuahztzin (señor de Tepexpan), se casa con Azcalxochitzin de la nobleza Mexica.
- 1443 años D.C. Muere Cuacuahztzin, poeta conocido como "el forjador de cantos"; Netzahualcóyotl desposa a la viuda Azcalxochitzin y de esa unión nace Netzahualpilli.
- 1451 años D.C. Tencoyotzin II, señor de Tepexpan.
- 1470 años D.C. Tenochtitlán tiene aproximadamente 250 000 habitantes, lo mismo que París en ese tiempo.
- 1473 años D.C. Tenochtitlán derrota a Tlaltelolco y lo convierte en su barrio.
- 1510 años D.C. Cuacuahztzin II, señor de Tepexpan.
- 1517 años D.C. Teyaoyaulotzin, señor de Tepexpan.
- 1518 años D.C. Introducción de la naranja a México con la expedición de Grijalva.
- 1519 años D.C. Cortés llega a México e introduce el caballo; en Acolman reina Coyoctzin, en Chiconautla Tlatecatl, en Texcoco Cacamatzin y en Ecatepec Hanantzin.
- 1521 años D.C. Invasión de Tenochtitlán por los españoles; introducción del trigo, sembrado por primera vez por un negro de nombre Juan Garrido.
- 1522 años D.C. Los españoles introducen vacas, ovejas, cabras, puercos, asnos y yeguas. Se establece la encomienda. Encomienda de Tepexpan a Jerónimo de Medina.
- 1526 años D.C. Los españoles introducen la caña de azúcar.
- 1529 años D.C. Se cultiva el gusano de seda. Carlos V concede a Cortés un señorío con características feudales: La Nueva España. Cultivo de la palmera dátil. Encomienda de Tequisistlan a Juan de Tovar.
- 1530 años D.C. (\*) (\*) Cortés asigna a Ecatepec y sus estancias (Chiconautla, Atlautenco, Venta de Carpjo) a Leonor de Moctezuma. Construcción de un monasterio en Chiconautla por los Franciscanos. Quinta aparición Guadalupana en Tulpelac.

(\*) El pueblo de Chiconautla era fundamental en la estrategia militar; ocupa el estrecho que se localizaba entre los lagos de Zumpango-Xaltocan con el de Texcoco, de tal modo que la gente podía destruir cualquier fuerza en canoas que se movieran hacia el lago de Texcoco; sus fuerzas también pudieron combatir a cualquier ataque por tierra.

(\*)(\*) Excavaciones en el palacio del jefe de Chiconautla, revelan datos sobre el desarrollo de las habitaciones de la familia del soberano; este palacio fue continuamente renovado y expandido, los patios fueron arreglados a diferentes niveles, cada renovación requería de trabajos espaciosos y abiertos al sol y al aire; cada renovación demandaba espacio para una familia de hasta 8 miembros.

- 1532 años D.C. Los Dominicos llegan a Ecatepec. Se introduce el cultivo del lino.
- 1536 años D.C. Se establece la imprenta en México. Construcción de la iglesia de Chiconautla.
- 1537 años D.C. La encomienda de Ecatepec pasa a manos de Diego Arias Sotelo, esposo de la viuda Leonor Moctezuma de Valderrama. Se introduce el cultivo del plátano.
- 1538 años D.C. Encomienda de Tepexpan a Inés de Vargas Medina, quien se casa con Juan Baeza Herrera.
- 1541 años D.C. Tezoyuca queda encomendada al monasterio de los agustinos.
- 1542 años D.C. Se abre una acequia desde Cuautitlan hasta Ecatepec, que llevará las aguas de desagüe de la Sierra de Guadalupe, el manantial de Ozumbilla (Ojo de Agua) y el lago de Xaltocan hacia el lago de Texcoco; que permitiera el paso de canoas con bastimentos del norte hasta la ciudad de México.
- 1550 años D.C. Se introduce el cultivo del mango.
- 1552 años D.C. Encomienda de Tepexpan a Jerónimo de Baeza y Herrera.
- 1553 años D.C. Se funda la Real y Pontificia Universidad de México.
- 1554 años D.C. Un canal construido entre Zumpango y Xaltocan drenaba el agua de los lagos del norte, con el resultado de que una parte del antiguo lecho del lago de Ecatepec-Chiconautla se había desecado.
- 1555 años D.C. Inundación de la ciudad de México. Encomienda de Tequisistlan a Juan Hipólito de Tovar.
- 1556 años D.C. Se cierra la compuerta de Ecatepec y se encarcela el agua de Cuautitlán y manantiales de Ozumbilla en presas-lagunas de Zumpango, Tecamac y Chiconautla.
- 1558 años D.C. Se construye el albarradón-calzada que va de Ecatepec a Venta de Carpio y que obstruye el paso del agua hacia el lago de Texcoco.
- 1560 años D.C. Reglamentación del mercado de Texcoco. Construcción del convento de Acolman. Encomienda de Acolman a Pedro de Solís. Introducción de ganado a la región de Chiconautla-Tepexpan, dañando con ello los espacios dedicados a la agricultura.

- 1562 años D.C. Construcción de la iglesia de Ecatepec por los Dominicos.
- 1567 años D.C. Los Franciscanos llegan a Ecatepec.
- 1568 años D.C. Encomienda de Ecatepec a Fernando Sotelo de Moctezuma.
- 1570 años D.C. Doce corregimientos en la cuenca de México, entre ellos Ecatepec y Texcoco; Ecatepec era considerado un corregimiento de sexta clase, por los pocos rendimientos que dejaba.
- 1571 años D.C. Construcción de la capilla del señor de Esquipulas en Atenco.
- 1580 años D.C. Se inunda la ciudad de México.
- 1586 años D.C. Nace en Acolman la tradición de las posadas.
- 1589 años D.C. Desaparece la caballería como medida agraria, (una caballería equivale a 42 Ha y fracción). Un sitio de ganado mayor equivale a 1755 Ha y fracción y un sitio de ganado menor a 780 Ha y fracción. Una fanega equivale a 3 Ha y fracción, un criadero de ganado mayor son 438 Ha y fracción y un criadero de ganado menor son 195 Ha y fracción. Una estancia para ganado mayor son 17.49 Km<sup>2</sup> y una estancia para ganado menor son 7.76 Km<sup>2</sup>.
- 1600 años D.C. Manuel de Acosta Vello, posiblemente soldado español, recibe las tierras de la hacienda de labor Atlautenco y de la Venta de Carpio, ganando despacho de la Real Audiencia.
- 1604 años D.C. Se inunda la ciudad de México. La encomienda de Tequisistlan es devuelta a la corona.
- 1607 años D.C. Se inunda la ciudad de México. Inicia el desagüe de la cuenca de México con la construcción del tajo de Nochistongo.
- 1608 años D.C. El agua de la cuenca de México drena por primera vez hacia el mar.
- 1618 años D.C. Encomienda de Acolman pasa a manos de Pedro de Solís Orduña y Barrasa: La encomienda de Ecatepec es vendida por los hijos de Fernando de Moctezuma a Fernando Bocanegra.
- 1624 años D.C. La encomienda de Ecatepec es vendida por Fernando Bocanegra a Cristóbal de la Mota Ossorio de Portugal. Construcción de la presa de Acolman, que retiene las aguas del río San Juan.
- 1629 años D.C. Se inunda la ciudad de México. Primera inundación de Acolman debido a la construcción de la presa de Cuanalan, que evitaba el paso del río San Juan al lago de Texcoco.
- 1640 años D.C. Encomienda de Acolman pasa a manos de Pedro de Solís Orduña y Barrasa II.
- 1643 años D.C. María de Acosta se casa con Juan de Silva y recibe de herencia las tierras de labor de la hacienda de Atlautenco y de la Venta de Carpio.
- 1645 años D.C. Segunda inundación de Acolman, desaparece la capilla de Santa Catarina Ximilpan.



- 1653 años D.C. Se rompe el albarradón de San Cristóbal debido a las fuertes lluvias y a la consecuente acumulación de agua.
- 1678 años D.C. La encomienda de Tepexpan es devuelta a la corona.
- 1682 años D.C. La encomienda de Ecatepec pasa a manos de Leonor Zúñiga y Ontiveros, viuda de Cristóbal de la Mota.
- 1706 años D.C. La encomienda de Ecatepec es distribuida entre los hijos de Leonor Zúñiga.
- 1712 años D.C. Manuel de Silva, hijo de María de Acosta y Juan de Silva, presenta títulos de propiedad de la hacienda de labor Atlautenco y de la Venta de Carpio ante las autoridades. Los límites de las tierras son: al oriente (Tequisistlan) lindan con tierras de Don Alejandro de Novoa, al poniente con tierras del común y naturales del pueblo de Chiconautla, al sur con tierras de Micaela de los Angeles (Ecatepec), al surponiente (Ecatepec) con tierras de Don Gerónimo de Carranza y al nororiente (Tepexpan) con tierras de Don Bartolomé de Aranza.
- 1764 años D.C. Construcción de la iglesia de Tepexpan.
- 1770 años D.C. Tercera inundación de Acolman.
- 1800 años D.C. Introducción del cultivo del cafeto en México.
- 1815 años D.C. Fusilamiento de Morelos en Ecatepec.
- 1820 años D.C. Cuarta inundación de Acolman. Nuevas Divisiones y mediciones de las tierras de labor de la hacienda de Atlautenco y las de la Venta de Carpio entre los herederos de doña Sebastiana de Acosta, (hermana de María de Acosta y tía de Manuel de Silva) doce hijos; en la actualidad, los nietos de los doce hijos de doña Sebastiana de Acosta son los dueños de esas tierras; algunos han muerto y sus tierras han sido vendidas o invadidas por colonos; los nietos que aún viven tienen entre 60 y 70 años de edad.
- 1822 años D.C. Se instala el primer congreso mexicano e Iturbide es nombrado soberano.
- 1824 años D.C. Se erige el Estado de México.
- 1829 años D.C. Vicente Guerrero es presidente de México.
- 1830 años D.C. El gobierno del Estado de México pasa a Toluca.
- 1842 años D.C. Se acelera el proceso de industrialización en México.
- 1869 años D.C. Tezoyuca es elevada a rango de municipio.
- 1877 años D.C. Ecatepec recibe el apellido de Morelos y Acolman el de Netzahualcóyotl.
- 1900 años D.C. Se construye el gran canal.
- 1910 años D.C. La ciudad de México se extiende al Norte hasta Peralvillo y Nonoalco.
- 1924 años D.C. Se da ejido a Tezoyuca y Ocopulco, tomado de la hacienda "La Grande" de doña Manuela C. de Campero.
- 1929 años D.C. Se da ejido a Tequisistlan tomado de las haciendas de Iztapan y de Tepexpan pertenecientes a Don Pedro Echanove.
- 1938 años D.C. Se inaugura la industria Sosa Texcoco.

- 1945 años D.C. Se instala el hospital de enfermos crónicos "Gustavo Baz Prada" en la hacienda de Tepexpan.
- 1954 años D.C. En Iztapan se encontraron restos óseos de mamut, asociados con artefactos elaborados por el Hombre, teniendo una antigüedad promedio de 7 000 años A.C.
- 1960 años D.C. La ciudad de México se extiende a los municipios conurbados del Norte en el Estado de México.
- 1963 años D.C. Se inaugura el hospital campestre "José Sayago" en Tepexpan.
- 1968 años D.C. Se inaugura el hospital campestre "Adolfo Nieto" en Tepexpan.
- 1969 años D.C. Se inaugura el palacio municipal de Ecatepec.
- 1970 años D.C. Nace ciudad Netzahualcóyotl y crecen Ecatepec y Coacalco.
- 1974 años D.C. Se inaugura la "Vía Morelos" en Ecatepec.
- 1980 años D.C. Se ocupan terrenos de la región Ecatepec-Acolman-Atenco-Tezoyuca por casas habitación; la ciudad ha sobrepasado a los primeros municipios en su límite con el Estado de México, y sigue avanzando.
- 1990 años D.C. Las zonas ejidales han dejado de cultivarse y explotarse agrícolaemente, para ser ocupadas por casas habitación.
- 1992 años D.C. Surge un proyecto para ocupar los terrenos ejidales del lago de Texcoco (Atenco, Iztapan y Tequisistlan) para un corredor industrial; aparentemente serían industrias no contaminantes (maquiladoras o armadoras) del llamado tipo ecológico pero que acarrearía la presencia de casas habitación, con la problemática que éstas conllevan.

#### Resumen.

Con el paso del tiempo algunos sino es que la mayoría de los animales y plantas que el Hombre de la prehistoria ocupaba para sobrevivir empezaron a escasear (no se sabe con exactitud lo que pasó, quizá cambios climáticos con sequías prolongadas y un aumento en la población humana), esto obligó al Hombre a buscar una nueva forma de vida que pudiera sostenerlo; empieza una Era en la que el Hombre haciendo uso de su razonamiento encuentra la actividad que habría de salvarlo de morir y que le permite vivir hasta nuestros días: la agricultura.

Hace 7 000 años A.C. surgió la agricultura en América y uno de los lugares de origen se encuentra al centro de la República Mexicana, muy cerca de la cuenca de México, en el valle de Tehuacán en Puebla; por lo que la agricultura no tardó en extenderse. Con la aparición de la agricultura, el Hombre dejó de ser nómada y se convirtió en sedentario, ocupando espacios abiertos para sus cultivos y dando lugar a la formación de algunas aldeas; pronto las cosechas de sus cultivos no alcanzaron para cubrir las necesidades alimenticias de su creciente población y se vio en la necesidad de crear nuevos espacios donde poder cultivar, para ello despojó a la naturaleza de parte de su vegetación natural. Empezó la

degradación de la naturaleza por el Hombre, aunque se puede alegar que desde la misma aparición del Hombre, la naturaleza se ha visto degradada dado que se apropiaba de los elementos de ella, y es muy cierto, pero aquéllas actividades que se pudieran tomar como negativas no eran de tal cantidad ni de gran magnitud como para causar severos daños, lo que permitía a la naturaleza amortiguar los daños y recuperarse. Con la aparición de la agricultura el Hombre ya no sólo se apropió de algunos elementos sino que tuvo "dominio" sobre la naturaleza.

Mientras esto sucedía en la cuenca de México, hace 5 000 años A.C. se fundaba Egipto y hace 4 000 años A.C. Mesopotamia.

Hubo un largo periodo de desarrollo de la agricultura; para 1 500 años A.C. surge el pueblo de Tlatilco, después Zacatenco y Cuicuilco. Empiezan a formarse lugares que concentran mayor cantidad de personas.

En el año 1100 A.C. se forma la ciudad de Grecia.

Surgen aldeas en ecatepec y Chiconautla por el año 500 A.C. y en 420 A.C. hace erupción el volcán Xitlé ocasionando el abandono de Cuicuilco y la marcha de la población a Teotihuacan. El volcán cubre de lava y destruye el Sur de la cuenca de México; dando lugar con ello que la población del Sur al marcharse se concentre al Norte de la cuenca y forme la primer gran ciudad: Teotihuacan, en el año 300 A.C.

Teotihuacan se convierte así en el centro del poder y de la cultura en la cuenca de México; era un lugar rodeado de bosques y con agua en abundancia, donde las técnicas agrícolas alcanzaron un importante desarrollo sobre todo en aspectos de irrigación. Por la misma época se fundó la aldea de Tezoyucan.

En el año 271 D.C. comienzan a llegar a la región grupos nómadas del Norte, los Chichimecas; y ocupan algunos sitios como Tepexpan y Chiconautla.

En el año 300 D.C., Roma sigue siendo la primer potencia del mundo antiguo.

Teotihuacan cae en manos de los Chichimecas en el año 720 D.C.; mucho se ha escrito al respecto del ocaso de dicha ciudad, pero las hipótesis se centran en que la caída se debió más que nada a la destrucción de los recursos de la zona por una población humana creciente y que los Chichimecas sólo tomaron lo que ya estaba destruido. La desaparición de los bosques y sus animales trajeron problemas de sequía y erosión de la tierra, lo que ya no permitía su explotación y la permanencia humana.

En el año 800 D.C. Carlo Magno es Emperador Romano.

Las siete familias de habla náhuatl: Matlatzincas, Tecpanecas, Tlahuicas, Acolhuas, Xochimilcas, Chalcatzincas y Huexotzincas, salen de Aztlán en el año 1116 D.C. Mientras que los Chichimecas fundan Tenayuca en 1120 D.C.

En Europa ocurren las cruzadas en el año 1095 D.C.

Para el año 1325 D.C. los Aztecas fundan Tenochtitlan, estos guerreros deciden establecerse en la cuenca de México; al verse relegados a una zona poco habitable debido a que el lugar era una isla en medio del lago, ponen en práctica una técnica que les daría buenos resultados, las chinampas. Con las chinampas no sólo le iban ganando terreno al agua sino que también obtenían alimentos;

estrategias militares les permitieron apropiarse de otros lugares sobre tierra firme y con ello pudieron extender sus chinampas y controlar la disponibilidad de agua mediante bordos, canales y represas. Continuaba la transformación de la naturaleza de la cuenca de México.

Hasta el año 1473 D.C. se da un periodo durante el cual suceden numerosas guerras entre los diferentes pueblos de la cuenca de México; en ese año Tenochtitlan se apodera de Tlaltelolco y ya para entonces Texcoco, con un gobierno Acolhua, consolida sus dominios en la región noreste de la cuenca, abarcando Chiconautla y Tepexpan. Netzahualcóyotl, en Texcoco, construye una gran cantidad de jardines y procura la protección de la naturaleza. Tenochtitlan continúa poblándose y para 1470 D.C. tiene aproximadamente 250 000 habitantes, lo mismo que Paris en ese tiempo. Tenochtitlan era en ese momento el centro del poder y del gobierno en la cuenca de México.

Mientras tanto en Europa en 1337 D.C. inicia la guerra de los 100 años entre Inglaterra y Francia. En 1455 D.C. Gutenberg inventa la imprenta en Alemania y en 1492 D.C., Cristóbal Colón llega a América. En 1518 D.C., Grijalva llega a costas mexicanas.

En 1521 D.C., Cortés con sus soldados españoles y con la ayuda de aliados indígenas enemigos de Tenochtitlan invade la ciudad. Este año pone fin a una Era y da inicio a otra en la que la destrucción, la ambición y el poder son los principales objetivos; una época nefasta para la cuenca de México y sus pobladores, de la cual todavía no se ha podido recuperar. Con la invasión de los españoles la naturaleza de la cuenca se destruyó aceleradamente; acostumbrados a otra forma de vida empezaron por abrir caminos para poder transportarse a caballo y no en canoas como lo hacían los lugareños, construyeron edificios no propios en tamaño y peso para el suelo, veían al agua del lago como un enemigo a vencer y no un aliado, sobreexplotaron los bosques y sus recursos, introdujeron otras técnicas de cultivo de la tierra e introdujeron animales domesticados como la vaca, la oveja y la cabra que acabaron por dañar aún más la cuenca.

En 1534 D.C. Pizarro comandando soldados españoles invaden el Imperio Inca.

Al establecer la encomienda (recompensa a soldados españoles e indígenas aliados, de tierras de la cuenca y los recursos que poseían, pero debiendo entregar impuestos a la corona), el daño a la naturaleza es microregional; se abren campos para que las vacas puedan pastar, se secan charcas, la agricultura atiende cultivos colectivos y ya no se da atención individual a las plantas, la ciudad tiende a crecer y los pueblos de las orillas del lago a poblarse. En la zona noreste nacen las encomiendas de Tepexpan, Chiconautla, Tequisistlán, Acolman, Ecatepec y Tezoyuca.

Pronto el gobierno de la Nueva España se da cuenta de su error, la ciudad sufre varias inundaciones; la tala inmoderada de los bosques de la cuenca que no permitía la infiltración del agua al suelo, la falta de mantenimiento a los bordos, canales y drenes construidos por los Aztecas para controlar el agua del lago, el crecimiento de la ciudad sobre terrenos antes ocupados por agua y un tiempo de abundantes lluvias, fueron las causas de lo sucedido.

Ahora el enemigo a vencer no son los indígenas sino la propia naturaleza; empiezan por bloquear la entrada de los ríos al lago de Texcoco construyendo acequias y presas; en el noreste construyen en 1558 el albardón-calzada que va de Ecatepec a Venta de Carpio y que obstruía el paso de agua hacia el lago de Texcoco de la que proviene de Zumpango y Xaltocan; sin embargo, con esta acción se propicia que el agua inunde otros lugares y surge así la laguna de San Cristóbal. Pensando acabar radicalmente con el problema se decide desaguar la cuenca; para 1608 el agua de la cuenca de México por primera vez drena hacia el mar; este desagüe simboliza la acción más destructora y criminal emprendida por el Hombre contra la naturaleza de la cuenca de México. No obstante, la ciudad vuelve a inundarse en 1629 y decide ahora bloquearse la entrada del río San Juan al lago de Texcoco, construyendo una presa en Cuanalan; con esta acción Acolman sufrió dos inundaciones, una en 1629 y otra en 1643, desapareciendo inclusive el barrio de Ximilpan. En 1653 se vuelve a romper el albardón de San Cristóbal debido a las fuertes lluvias, pero ya no hay inundación en la ciudad de México.

El objetivo se había cumplido, pero también un gran daño a la naturaleza se había hecho; con el desagüe de la cuenca de México se acabó con uno de los paisajes naturales más hermosos del planeta, con él desaparecieron no sólo el agua, sino también especies vegetales y animales que antes abundaban; se rompió el ciclo de la naturaleza y las consecuencias pronto se verían.

Mientras esto pasaba en la cuenca de México, en el mundo se fundaban las ciudades de Québec y Montreal en Canadá y Galileo inventaba el termómetro en Italia.

En 1770 y 1820 se inunda nuevamente Acolman; las tierras que han venido secándose por el desagüe de la cuenca son ocupadas por terrenos agrícolas y para 1842 se acelera el proceso de industrialización en México; muchas plantas industriales se instalan en terrenos agrícolas de la cuenca y pronto se ven rodeadas de casas. Inicia el crecimiento desmedido de la ciudad de México. El agua que antes era un enemigo ahora tiende a necesitarse, ya no basta con la que se obtiene de los manantiales y ríos, hay que empezar a extraerla directamente del subsuelo.

En Europa, Leeuwenhoek inventa el microscopio en 1674; en 1760 se inicia la revolución industrial; para 1783 Estados Unidos se independiza.

Por último, en el presente siglo, la cuenca sigue deteriorándose, son tantos los desperdicios que es necesario abrir un gran canal en 1900 para desalojarlos de la cuenca; los terrenos que quedaron sin agua superficial se erosionaron y el aire en consecuencia levanta grandes tolvaneras que se complican en sus efectos en la salud por la presencia de microorganismos recogidos de basureros clandestinos y defecación al aire libre. El agua se extrae masivamente del subsuelo provocando que los edificios se hundan, para evitar esto es necesario traer agua de otros lugares, logrando con ello que esos mismos lugares se vayan secando y que se gasten grandes cantidades de energía en traer el agua. Una red importante de abastecimiento de agua se obtiene del Área de Teotihuacan pasando por Tepexpan y Chiconautla.

Entre tanto en 1889 nace Hitler y para 1914 inicia la primera guerra mundial; Fleming descubre la penicilina en Inglaterra (1928); en 1939 inicia la segunda guerra mundial y en 1955 nace la denominación de "Tercer Mundo".

La cuenca de México sigue con sus problemas que en lugar de disminuir han aumentado; la población en la ciudad ha crecido debido a que en ella se concentran grandes núcleos industriales que actúan como imán para gentes de otros lugares de la República Mexicana. Las casas absorben terrenos agrícolas del Estado de México, se necesita dotar a esa gente de servicios públicos, empleo y alimentos, esto se les ha venido dando, propiciando con ello mayores problemas. ¿Cuál es la perspectiva? la destrucción y el caos; ahora el enemigo a vencer es el exceso de contaminantes en el aire, el suelo y el agua. Para evitar esto hay que parar el crecimiento de la ciudad y descentralizar muchas de las actividades que se dan en ella como la industria, la política, los servicios públicos federales, las paraestatales, etc.; a menos gente menos contaminantes.

## ANEXO D. PLANTAS MEDICINALES.

Los antiguos habitantes de la región noreste del lago de Texcoco vivían en íntimo contacto con la naturaleza; por una experiencia adquirida a través de los siglos llegaron a conocer las propiedades curativas de las plantas y a usarlas con sorprendente acierto. Entre todos los potentados del Anáhuac, tiene Netzahualcóyotl el mérito de haber fundado el primer jardín botánico, en él reunió una colección completa de las plantas regnicolas, y en cuanto a las exóticas que no eran propias del clima, las mandó dibujar en sus palacios para conservar la memoria de ellas. Se sabe, sin embargo, que todos los conocimientos en medicina y en historia natural de los Acolhua les venían de los Toltecas (Maynez, 1988).

Los preparados medicinales de la ciencia actual derivan, por regla, de las plantas, pero por su costo están fuera del alcance de la población; por esto, las plantas medicinales (fácilmente asequibles) siguen teniendo importancia.

En este trabajo se mencionan algunas plantas medicinales de uso común entre la gente de la región Chiconautla-Tepexpan.

Las plantas aquí anotadas fueron tomadas de una encuesta realizada entre los habitantes de la región y cuyas preguntas aparecen en la metodología del presente trabajo. No se obtuvo información sobre plantas medicinales acuáticas.

1. Abrojo (Opuntia tunicata). El cocimiento de su raíz es utilizado como diurético.
2. Acahual blanco (Bidens odorata). Su cocimiento es útil como diurético y de propiedades espectorantes.
3. Ajenjo (Artemisia absinthium). Su infusión es un estimulante digestivo y se usa contra los parásitos intestinales.
4. Ajo (Allium sativum). Se aplica sobre la piel en caso de reumas o del piquete de algún insecto; y también para combatir parásitos intestinales (se come en ayunas).
5. Ahuehuete (Taxodium mucronatum). El cocimiento de sus hojas es utilizado por sus propiedades antidiarreicas.
6. Alfalfa (Medicago sativum). El jugo es usado como tranquilizante y como diurético.
7. Bolsa del pastor (Capsella bursa-pastoris). Se emplea para regularizar el flujo menstrual; también se utiliza para cortar los flujos de sangre por la nariz, tapandola con un algodón y el jugo de esta planta.
8. Cabellos de elote (Zea mays). Se emplean como diuréticos y para deshacer los cálculos biliares.
9. Calabaza (Cucurbita pepo). Las semillas tienen propiedades contra los parásitos intestinales (solitaria).

10. Carretilla (Medicago polymorpha). Se usa contra diarreas con vómito.
11. Cedrón (Aloysia triphylla). Su cocimiento se usa contra la gastralgia.
12. Chayote (Sechium edule). Sus frutos son utilizados para bajar la presión arterial y combatir la arterioesclerosis.
13. Chicalote (Argemone ochroleuca). Se usa el látex para quitar las manchas y carnosidades de los ojos; para conciliar el sueño y calmar la tos; las flores como emplasto curan la sarna.
14. Confitillo (Parthenium bipinnatifidum). Es útil en casos de reumatismo articular agudo y reumatismo muscular, aplicándose por medio de fricciones.
15. Coquito (Cyperus esculentus). Se usa como diurético, diaforético y emenagogo.
16. Diente de león (Taraxacum officinale). Util como aperitivo y laxante.
17. Epazote (Chenopodium graveolens). Sus hojas se usan por sus propiedades antihelmínticas.
18. Estafiate (Artemisia mexicana). Las flores en polvo se usan por sus propiedades antihelmínticas.
19. Eucalipto (Eucalyptus globulus). El cocimiento de sus hojas se utiliza para combatir problemas bronquiales.
20. Gordolobo (Gnaphallium spp.). Su cocimiento se usa contra la tos y la bronquitis.
21. Yerbabuena (Mentha piperita). Su cocimiento es remedio contra la gastralgia.
22. Lanté (Plantago major). Es usado como antidisentérico y vulnerario; es espectorante, purificador de la sangre, astringente, cicatrizante y antihemorrágico; indicado en catarros, disenterías, diarreas, afecciones de la boca y encías sangrantes.
23. Lentejilla (Lepidium virginicum). Sus hojas estrujadas se aplican en las fosas nasales como una propiedad anticitarral; además contra la inflamación y el dolor de estómago.
24. Maguey (Agave spp.). El aguamiel se considera con propiedades diuréticas; su penca verde (cocida) se aplica en golpes y magulladuras.
25. Manzanilla (Matricaria chamomilla). Su cocimiento es utilizado contra los dolores estomacales y cólicos.
26. Nopal (Opuntia spp.). La hoja cruda y tierna se consume como un remedio para controlar la diabetes.
27. Nopal tapón (Opuntia robusta). Su fruto es útil en diarreas y disenterías.
28. Orégano (Oreganum vulgare). El cocimiento de sus hojas junto con dientes de ajo es usado para curar la tos debida a un enfriamiento.



29. Pata de gallo (Cynodon dactylon). Se usa como diurético y emoliente.
30. Pericón (Tagetes florida). Empleado en dolores estomacales y cólicos.
31. Pexto (Brickellia veronicaefolia). Se usa contra la gastralgia y la dispepsia atónica.
32. Pirú (Schinus molle). Su savia se utiliza para hacer un lavado de ojos.
33. Quelite de puerco (Chenopodium murale). Usado por sus propiedades antiparásitos intestinales.
34. Santa María (Chrysanthemum parthenium). Se coloca una bolita de hojas estrujadas, junto con hojas de ruda (Ruta chalepensis) y hojas de pirú (Schinus molle), en el oído para expulsar el aire que entra y molesta.
35. Tepozán (Buddelia cordata). El cocimiento de la raíz se usa como diurético y las hojas se emplean para lavar llagas.
36. Tianguispepetla (Alternanthera repens). Su cocimiento se usa contra las infecciones del tubo digestivo acompañadas de fiebre; además se usa para combatir el tifo.
37. Uña de gato (Mimosa biuncifera). Su cocimiento se toma para el estómago y el reumatismo.
38. Vaina (Sisymbrium irio). Se usa como antiescorbútica.
39. Verdolaga (Portulaca oleracea). Su mucilago es útil como cataplasma, obrando como emoliente en las irritaciones de la vejiga y vías urinarias.
40. Závila (Aloe vulgaris). Sus pencas se usan en casos de hinchazones o contusiones.

Sólo se han anotado en esta parte a aquellas plantas de uso común (que se encuentran en los huertos familiares o bien como plantas silvestres en la región Chiconautla-Tepexpan), dejando fuera a un número no determinado de plantas usadas también en la medicina tradicional pero que no se encuentran en esta región. El hecho de hacer una lista de estas plantas equivaldría a hacer un trabajo exclusivamente dedicado a este tema.

## ANEXO E. SISTEMAS AGRICOLAS DE LA REGION CHICONAUTLA-TEPEXPAH.

Después de miles de años y de un cúmulo de conocimientos empíricos surge en el año 9,000 A.C. la actividad que Childe (1936) (en Gómez 1988) denomina la revolución agrícola, consistente en la domesticación de animales y la siembra de plantas, en condiciones ambientales favorables para su mejor desarrollo, liberadas de la competencia por el cuidado del Hombre, es decir, la agricultura.

Los estudios sobre el origen de la agricultura parecen coincidir en que el cambio de recolector-cazador a agricultor ocurre en Mesoamérica por la necesidad de reducir los efectos aleatorios de la producción espontánea de productos vegetales y fauna silvestre; en México, las regiones agrícolas han sido y siguen siendo notorias por la amplia variación de lluvias año tras año y de lugar en lugar; bajo estas condiciones y aún con una alta relación entre área y población humana, la constante e impredecible condición de escasez de alimentos, estimuló la atención hacia el cuidado de ciertas plantas que pudieran ofrecer la posibilidad de producción de alimentos permitiendo sobrellevar los periodos de incertidumbre en la dieta natural (Gómez, 1988).

El inicio de la agricultura se da por medio de la atención a formas espontáneas de especies como: zacate temprano (Setaria macrostachya), frijol, algodón, maíz, chile, calabaza y aguacate. En Mesoamérica el manejo de las plantas es individual, lo que redundó en mayor atención a la planta y no a la población cultivada. En México se pasó de la actividad recolectora de plantas silvestres a la domesticación lenta de cultivos de maíz, frijol, cucurbitas y cacao; a la domesticación siguió la selección empírica, a través de muchas generaciones los agricultores fueron cambiando los cultivos primitivos e incrementando su rendimiento (Chapela, 1982) y (Gómez, 1988).

Como la densidad y permanencia de las poblaciones humanas se incrementó, las especies vegetales preadaptadas a la domesticación tendieron a concentrarse en los ambientes perturbados en los alrededores de los poblados, la manipulación de estas poblaciones gradualmente redujo la selección artificial; estas especies eventualmente fueron llevadas bajo el control reproductivo del Hombre, a la diversificación de los sistemas agrícolas. Partiendo de una mayor seguridad en el suministro de los alimentos requeridos y un mayor conocimiento de las prácticas y procesos de la producción agrícola, se inicia el aumento de la población humana en su organización para el trabajo, en la división de labores, en la dedicación de tiempo para observar y meditar de los fenómenos físicos, biológicos y sociales (Gómez, 1988).

Una gran variedad de técnicas agrícolas que se encuentran en uso actualmente en la cuenca de México, posiblemente reflejan algunos aspectos de la agricultura prehispánica; las más importantes de ellas incluyen de acuerdo a Mc Clung (1979):

1. La irrigación por inundación. En un cauce de agua (barrancas) se construyen presas con piedras sueltas, tierra o masonería que bloquean el agua; el agua es desviada primero a canales primarios

y luego a canales secundarios y posteriormente a los campos de cultivo; cada presa tiene compuertas para controlar la corriente de agua.

2. La irrigación permanente. El agua es llevada de los manantiales a zanjas de poca profundidad y posteriormente a un canal central; el agua es usada para humedecer los campos antes de la siembra; la tierra fértil continuamente se humedece y fertiliza con vegetación flotante.

3. Las terrazas. Aparecen sobre pendientes del terreno donde la erosión es impedida por paredes de tierra o hileras de magueyes; son cultivos de temporal; el complejo sistema de terrazas se deterioró en la época posterior a la invasión española.

4. El cultivo de temporal. Depende de la lluvia y se práctica en áreas donde la profundidad de la tierra fértil es menor a 50 cm; el barbecho y arado de la tierra, alguna rotación de cultivos y la fertilización frecuente son sus características.

5. Las chinampas. Tierras agrícolas construidas sobre el agua misma; consistían de una cama de palos a manera de balsa sobre el agua, sujeta a la orilla, y sobre de la cual se ponían varias capas de lodo.

Sanders (1965), (en Mc Clung, 1979), sugiere que la técnica de cultivo tlacolol fue importante durante el preclásico. En el tlacolol se corta la yerba, se seca y se quema la milpa, se prepara la tierra con azadón y se siembra con bastón plantador. Se desyerba varias veces y se cosecha el cultivo. Después de tres años continuos de sembrar, sigue un periodo igual o más largo de descanso.

Es importante mencionar que desde tiempos prehispánicos Teotihuacan colectaba las rentas por el uso del agua para irrigación a los pueblos de Acolman, Tezoyuca y Tepexpan; hoy en día, algunos campesinos de Tepexpan siguen con esa actividad, aunque se quejan de que el agua que les mandan ya es muy poca (el uso del agua para irrigación en esta región recibe el nombre de tandeo).

En los tiempos prehispánicos el uso del suelo y del agua no era de propiedad privada, el control se ejercía a través del derecho de conquista; el contorno alrededor de un pueblo correspondía a la comunidad. La agricultura de la región noreste del lago de Texcoco es muy antigua y según Vaillant (1947), había una producción intensiva a través de chinampas; otro sistema fue el terracedo de las laderas del cerro de Chiconautla, que tenía un sistema de riego por canales. Se producía chile, frijol, aguacate, tomate, jitomate, calabaza, maíz, maguey y diversos árboles frutales (Fuente: Museo de Antropología e Historia, 1992).

La conquista española tuvo marcados efectos en las actividades agrícolas de nuestros antecesores, enfrentándose una cultura de origen árabe y la cultura mesoamericana. Algunos de los aspectos de este fenómeno son (Gómez, 1988):

1. Aporte, complementación y desplazamiento de especies domesticadas, de técnicas y de implementos.
2. La apertura de nuevas regiones agrícolas en respuesta a nuevas demandas.

3. La complementación de los procesos agropecuarios autóctonos con: cultivo de invierno, de temporal y de riego; cultivos al voleo; especies frutícolas perennes caducifolias para zonas templadas; animales para trabajo (tiro, carga y arrastre) y animales domesticados.

Cuando se compara a la tecnología instrumental prehispánica con las de otras partes del mundo antiguo se asume, en general, que alcanzó un menor desarrollo porque no utilizó los metales, los animales de carga o tiro, el arado ni la rueda. El repertorio de instrumentos utilizados por los campesinos mesoamericanos no fue tan restringido como se podría suponer; en Mesoamérica se alcanzó una complejidad en los métodos y técnicas de cultivo, y en el manejo de nichos ecológicos que permitieron explotar y acrecentar los recursos disponibles (Vailiant, 1949), (Mc Clung, 1979) y (Gómez, 1988).

En la actualidad, la región Chiconautla-Tepexpan cuenta con alrededor de 13 000 Ha para desarrollar actividades agrícolas; dentro de éstas 9 000 Ha son tierras agrícolas de temporal y 4 000 Ha son tierras agrícolas de riego (INEGI, 1990).

El tipo de vegetación que circunda y forma parte de éstos sistemas agrícolas, según Villegas (1979), son:

#### Arbóreas.

Schinus molle (pirú).  
Buddleia cordata (tepozán).  
Casuarina equisetifolia (casuarina).  
Eucalyptus globulus (eucalipto).  
Taxodium mucronatum (ahuehuete).  
Agave salmeana var. salmeana (maguey).  
Agave atrovirens (maguey)  
Opuntia robusta (nopal tapón).  
Opuntia streptacantha (nopal).  
Opuntia incarnadilla (tuna roja).

#### Arbustivas y Herbáceas (arvenses)..

Amaranthus hybridus (quelite).  
Chenopodium album (quelite).  
Chenopodium ambrosioides (epazote).  
Chenopodium graveolens (epazote de zorrillo).  
Chenopodium murale (hediondilla).  
Suaeda diffusa (romerito).  
Bidens odorata (acahual).  
Cosmos bipinnatus (girasol).  
Galisonga parviflora (estrellita).  
Parthenium bipinnatum (confitillo).  
Sabazia humilis (amarilla).  
Simsia amplexicaulis (acahual).  
Sonchus oleraceus (lechuguilla).  
Taraxacum officinale (diente de león).  
Tithonia tubaeformis (gigantón).  
Ipomoea purpurea (campanita).

Brassica campestris (nabo).  
Capsella bursapastoris (bolsa del pastor).  
Descurrainia impatientis (cilantrillo).  
Eruca sativa (jaramado).  
Lepidium virginicum (lentejilla).  
Cyperus esculentus (coquito).  
Avena fatua (avena loca).  
Bromus carinatus (avena loca).  
Cynodon dactylon (pata de gallo).  
Eragrostis mexicana (pasto).  
Hordeum jubatum (cebadilla).  
Poa annua (pasto).  
Medicago polymorpha (carretilla).  
Melilotus indicus (trébol).  
Anoda cristata (amapola).  
Argemone ochroleuca (chicalote).  
Plantago major (lanté).  
Portulaca oleracea (verdolaga).  
Lopezia racemosa (perita).  
Reseda luteola (acocote).  
Malva parviflora (malva).

Por lo que respecta al suelo donde se desarrollan los principales cultivos de la región Chiconautla-Tepexpan, a continuación se hace una descripción del perfil del suelo de la zona de pastizal en el lago de Texcoco (FIG. 37).

- 01 0-2 cm; "litter" superficial orgánico; formas originales reconocibles, (mantillo); consistente de hojas parcialmente descompuestas; es una capa discontinua que no ocurre en aquellos lugares libres de vegetación; abrupta y de límite ondulante.
- 02 2-5 cm; material orgánico no reconocible (humus); es una capa discontinua, de color negro claro (7.5 YR 4/4) de permeabilidad rápida, altamente calcáreo, con abundantes y finas raíces; de reacción ligera al agua oxigenada y de pH 7.6.
- A1 5-19 cm; color negro oscuro (10 YR 2/1); es una capa continua, moderadamente endurecida y de permeabilidad rápida; de pocos poros, finos y caóticos; de consistencia friable; sin estructura; con raíces abundantes y delgadas; altamente calcáreo de pH 8 y de reacción ligera al agua oxigenada.
- A2 19-22 cm; horizonte de transición a B1, que presenta las características de A1.
- B1 22-38 cm; color café-grisáceo (10 YR 6/2); es una capa continua, de compactación moderadamente endurecida y de permeabilidad rápida; de muy pocos y medianos poros; de consistencia muy friable; estructura débilmente desarrollada; con raíces escasas y de 3-5 mm de diámetro; calcáreo; de pH 8.
- B2 38-42 cm; horizonte de transición a C, que presenta las características de B1.

- C 42-93 cm; color gris (N 5/0), con motas negras; es una capa continua, endurecida y de permeabilidad rápida; de escasos y gruesos poros; de consistencia muy friable; estructura moderadamente desarrollada; con raíces raras y de diámetro mayor a 5 mm; calcáreo; de pH 8.
- AGUA 93 cm o más; manto freático.

Los cultivos que mayor abundancia tienen en la región Chiconautla-Tepexpan son el de maíz, el de alfalfa, el de frijol, el de cebada y el de remolacha, en ese orden de extensión (FIG.38).

#### Cultivo del maíz (Obs. pers.).

La preparación de las tierras agrícolas consta de varias operaciones; la actividad en esta región se inicia en los meses de diciembre y finales de febrero, siendo la aradura o labranza primaria (barbecho) la que representa la operación principal para el mejoramiento de la estructura del suelo; en esta operación se combaten las malas yerbas, se mejora la aereación del suelo y se deposita la materia orgánica descompuesta en la capa superior. Esta labor se ejecuta dos veces, al inicio y la otra cuando las plantas de maíz alcanzan una altura de 15 a 60 cm; la profundidad del barbecho es de 15 a 20 cm.

La práctica del surcado se realiza cuando se siembra en hileras, luego se realiza un rastreo cuando el terreno presenta agregados grandes (terrones) así como malezas y restos de ellas.

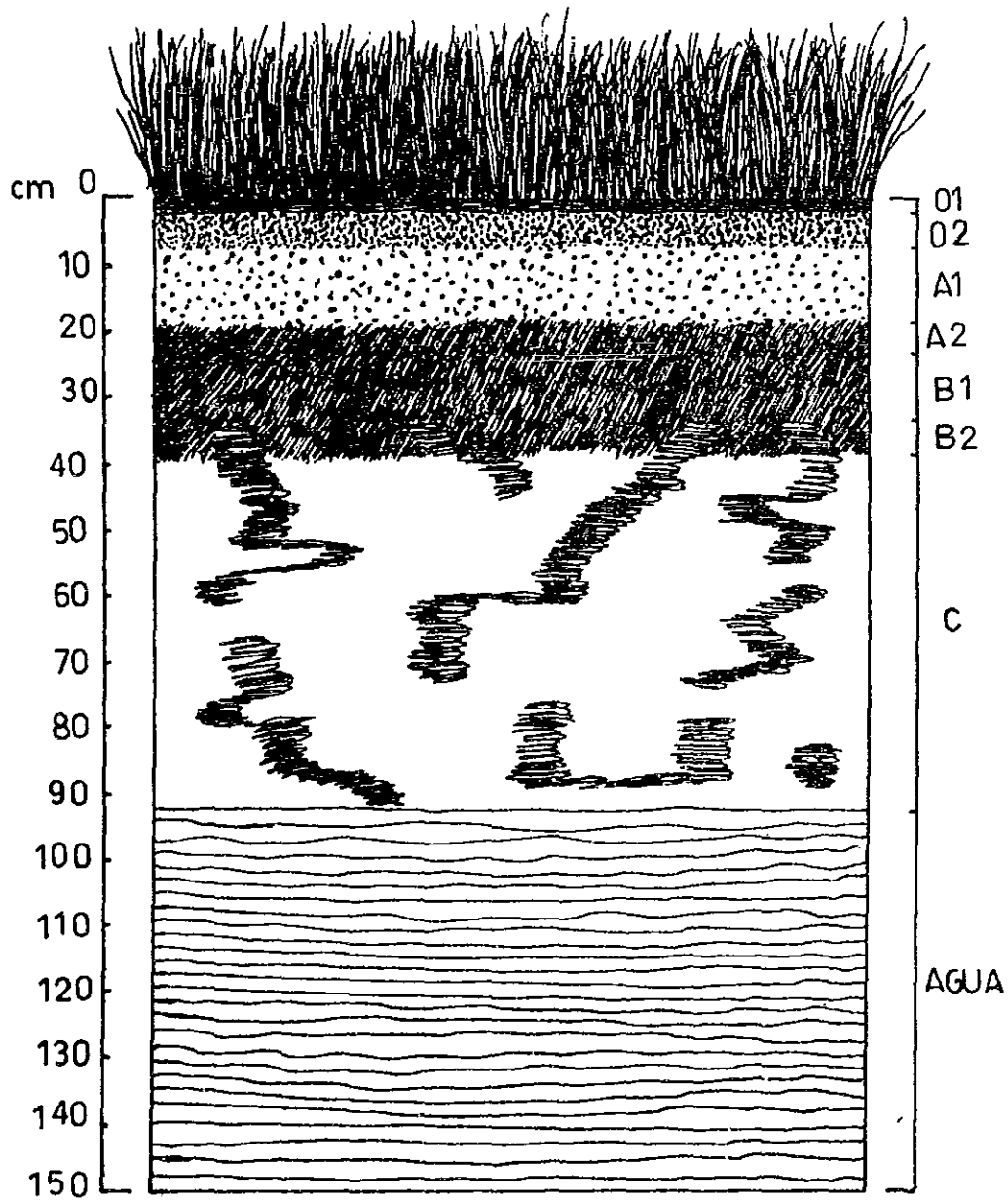
Después viene la escarda primaria que consiste en cortar el sotobosque para aprovechar los restos de las plantas anuales, bianuales y perennes (materia orgánica), evitando así la competencia de las malas yerbas por luz, espacio, nutrientes y agua; además de que dificultan la labranza de la tierra y hospedan organismos que transmiten enfermedades al cultivo (Gómez, 1988).

La siembra, generalmente, se inicia en los meses de marzo o abril; sembrando maíz blanco. Los granos son sembrados (de 3 a 5), en puntos equidistantes de 50-70 cm entre sí, formando hileras paralelas de 85-90 cm de separación; el número de individuos por hectárea oscila entre 20 000 a 40 000 plantas aproximadamente. Las plantas afloran a los 15-20 días después de haberse efectuado la siembra; se dan siembras de asociación, algunas veces, sobre todo de maíz con calabaza.

La operación de aporque consiste en mantener, formar y apilar tierra al pie de las plantas, con la ventaja de que: se eliminan malas yerbas, las raíces aéreas se fijan al suelo, el epicótilo no se daña, contrarresta el efecto del viento y facilita el riego de los surcos. En la segunda escarda se practica un surcado entre las hileras con el objeto de controlar las malas yerbas; se realiza cuando las plantas de maíz han alcanzado una altura de 15-60 cm.

A principios de octubre y finales de noviembre se levanta la cosecha. La operación se desarrolla de la manera siguiente: se recolectan los elotes tiernos y blandos para el consumo humano; corte y picado de maíz forrajero, para ensilaje o para consumo directo de los animales; arranque y desgrane de las mazorcas maduras para obtener granos secos; el material picado se utiliza

FIG.37. Diagrama que muestra el perfil del suelo de la zona de pastizal en el lago de Texcoco.



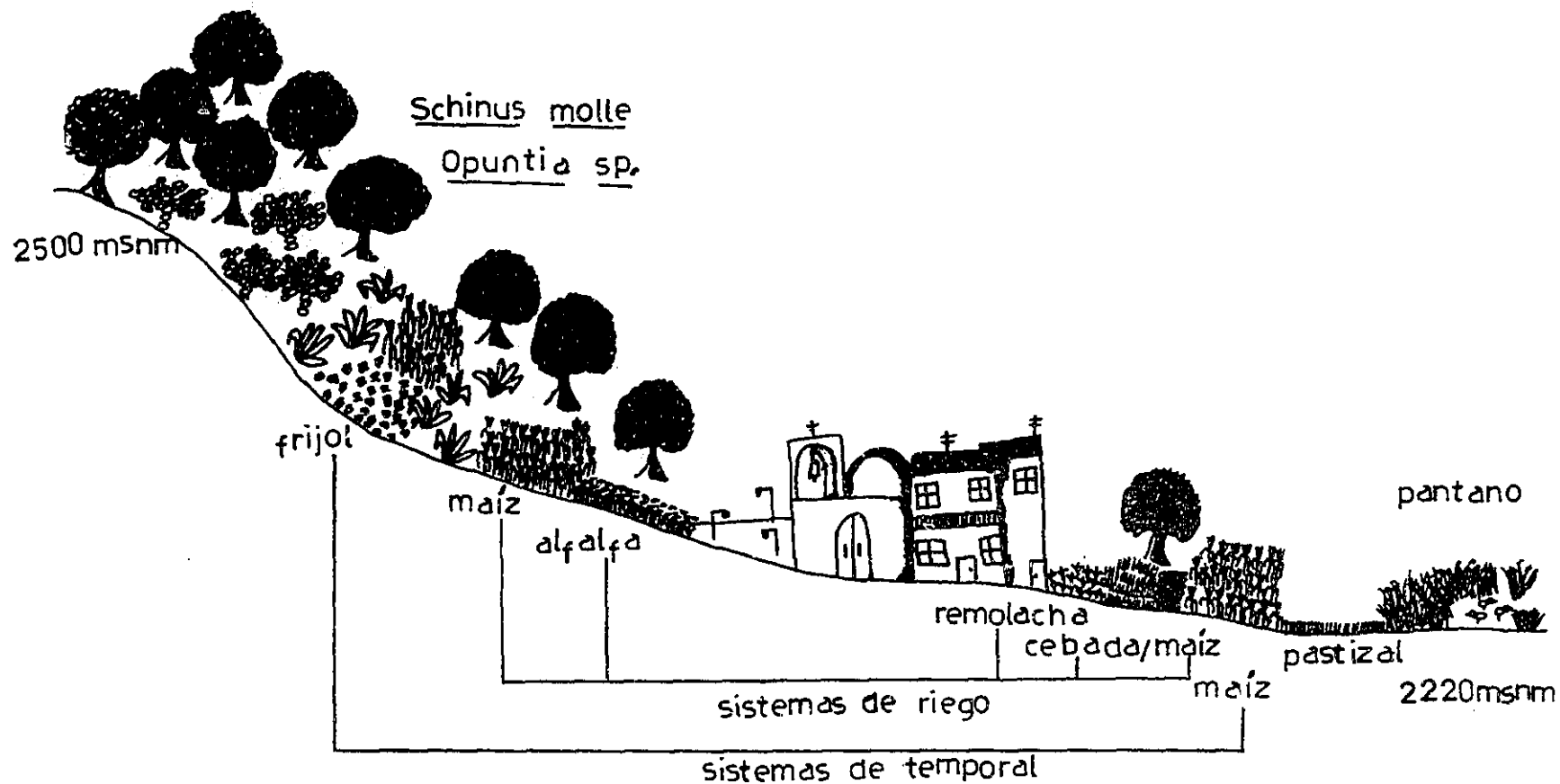


FIG.30. Perfil semirrealista de los sistemas de cultivo de la región Chiconautla-Tepexpan.



inmediatamente para alimentar el ganado o se conserva en silos para su uso posterior. Después del desgrane de las mazorcas (manualmente), los granos se encostalan para su almacenamiento bajo cobertizos.

La producción de maíz así como la de otros cultivos es más que nada para autoconsumo ya sea humano o animal, como abasto para el próximo cultivo y esporádicamente como venta al mercado o entre las familias por cuartillos. Muchos campesinos pierden el interés por seguir cultivando la tierra y buscan otra entrada de dinero trabajando en alguna fábrica del rumbo; dejando la parte económica del campo como un complemento; es decir, poca gente se dedica hoy en día de tiempo completo a la producción agrícola.

#### Cultivo de la alfalfa (Obs. pers.).

El suelo se prepara de manera semejante a la descrita para la siembra del maíz, y la semilla, de 20 a 40 Kg/Ha, se distribuye por toda la parcela; el tiempo más adecuado para la siembra parece ser el otoño, pero también se lleva a cabo a fines de la primavera.

Después de colocada la semilla se cubre con tierra de 1 a 3 cm de profundidad y posteriormente es mojada con el agua del primer riego de siembra; la germinación se lleva a cabo en 5-6 días; 15 días después del primer riego se aplica otro y se repite hasta llegar las lluvias de verano.

Cuando las plantas tienen alrededor de 50 a 80 cm de alto, se corta el follaje a 8 cm sobre la superficie del suelo; los siguientes cortes son cada mes y a veces se dan 1 ó 2 riegos después de cada uno de ellos.

La producción total anual de algunas variedades de alfalfa esta entre 84 y 106 ton/Ha, realizando seis cortes al año; ésta disminuye del segundo al cuarto año del corte. Al año o dos que se ha establecido el cultivo, la densidad baja, se establecen áreas ocupadas por especies arvenses, las que abundan al cabo de más tiempo y los individuos de la alfalfa se pueden encontrar cada vez más espaciados y entonces se lleva a cabo un rastreo con el fin de mejorar el terreno y destruir las plantas arvenses. Los alfalfares se mantienen de 2 a 5 años, posteriormente se procede a hacer una rotación por otro cultivo que a veces es maíz o se vuelve a sembrar alfalfa (Villegas, 1979).

#### Otras plantas cultivadas (Obs. pers.).

La cebada y la avena son cultivos densos que se desarrollan en suelo sujeto a labores semejantes a las que se realizan para sembrar maíz: barbecho, rastreo y fertilización; pero a diferencia de los cultivos sembrados en hileras, no se realiza surcado ni labores de limpia; por algunas condiciones se asemejan a la alfalfa, pero difieren de ella por su tamaño, y por el hecho de que su estancia en el terreno es de sólo 6 meses, iniciándose en abril o mayo y terminando en octubre o noviembre.

En forma semejante al maíz se cultiva el frijol y la remolacha, la diferencia es ligera en cuanto a la forma de preparar la tierra y de realizar la limpia y es mayor en cuanto a la

cantidad de semilla y forma de distribuirla.

En la figura 39 se muestra un diagrama del flujo de materia y energía de los sistemas de cultivo de la región Chiconautla-Tepexpan. En él se trata de resumir los caminos que siguen la energía y la materia a través de los ciclos de cultivo. Se empieza desde un origen o fuente, como el sol y la lluvia, hasta una transacción que indica la venta de la cosecha.

#### Problemática de los sistemas agrícolas de la región Chiconautla-Tepexpan.

Estas son algunas de las razones que han motivado el abandono del campo:

Precio por tonelada de productos:

Maiz \$ 1 200 000  
Frijol \$ 3 000 000  
Avena \$ 1 600 000

Pero debe tenerse en cuenta que este precio se consigue después de haber pasado un ciclo agrícola (1 año) y que de ahí habrá que descontar el alquiler del tractor (\$ 140 000 por Ha), trilladora (\$ 60 000 por hora), peones (\$ 20 000 persona por hora), insecticida (\$ 6 000 por bote) y el ensilado del maiz (\$ 30 000 por hora).

Además, la mayor parte de los ejidatarios no tienen propiedad privada y que la extensión del ejido por persona es de una o dos hectáreas; si se toman en cuenta los rendimientos de cada producto por hectárea, la situación se vuelve más crítica:

Maiz:  
Riego 1000 Kg/Ha  
Temporal 750 Kg/Ha  
Frijol:  
Riego 500 Kg/Ha  
Temporal 750 Kg/Ha  
Avena:  
Riego 750 Kg/Ha  
Temporal 500 Kg/Ha

#### Sugerencias.

Es posible apoyar las formas de producción agrícola de la región Chiconautla-Tepexpan, sin dañar el ambiente y sí mejorarlo y conservarlo. Se debe acabar con la amenaza que rodea a esas tierras: la urbanización. Para ello se propone volver a las formas de producción prehispánicas como son las chinampas y las terrazas; las primeras para la zona de planicie (en "el charco"), construyendo camellones de 10 por 100 m rodeados por zanjas de 2 m de profundidad; y para las segundas la zona de monte; debe aprovecharse la existencia de agua, que aunque es tratada (agua de desecho de la termoeléctrica del Valle de México), es útil para proyectos de floricultura, por ejemplo. Debe tomarse en cuenta que

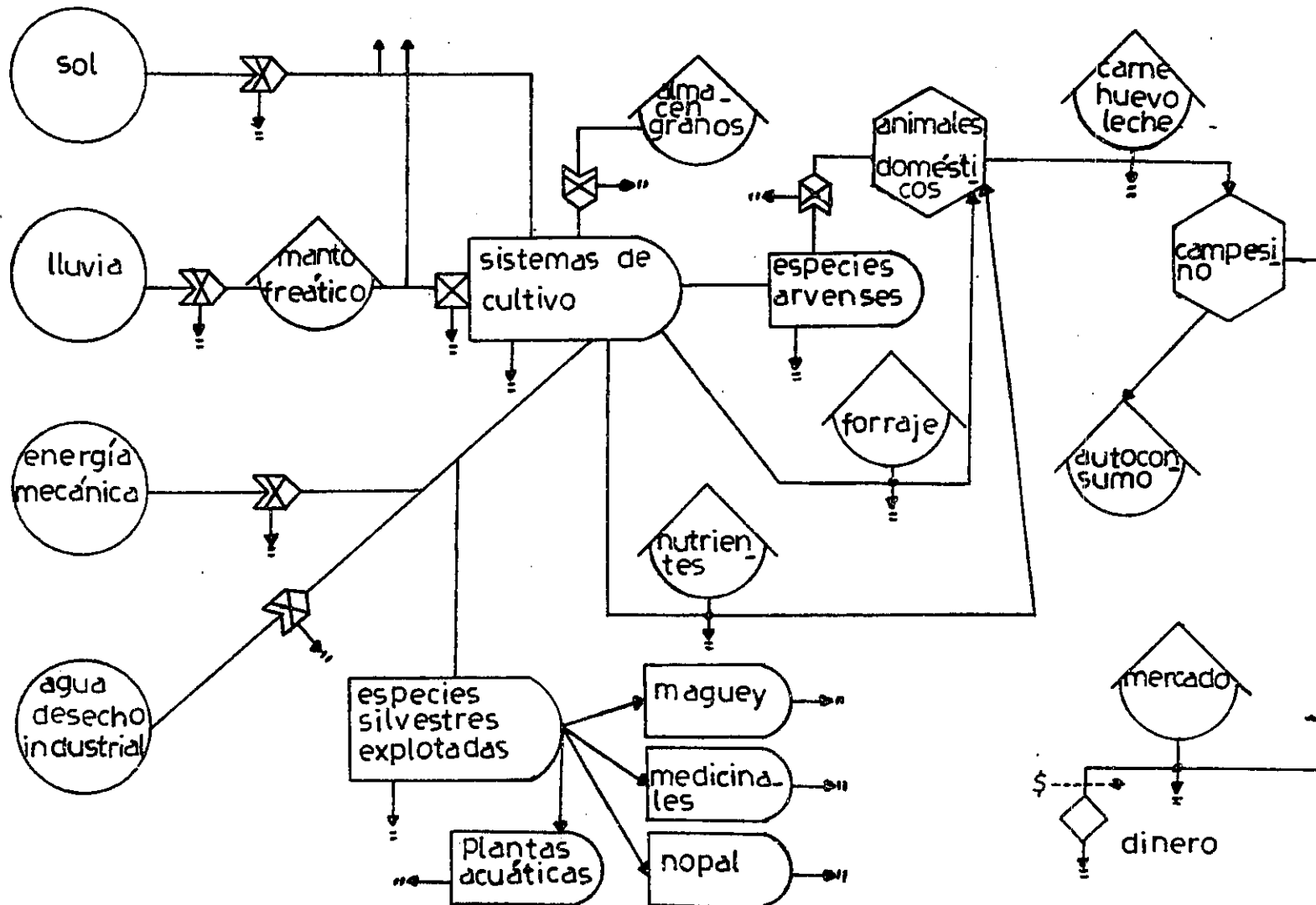


FIG.39. Diagrama del flujo de materia y energía de los sistemas de cultivo de la región Chiconautla-Tepexpan, simbología tomada de Odum (1980), de su obra: "Ambiente, energía y sociedad."

la comercialización de los productos se vería favorecida por la presencia en la misma región de la central de abastos de Ecatepec. Asimismo habría que impulsar la explotación de recursos naturales renovables como el ahuate y el cultivo de algas.

Quedan por lo tanto estas propuestas, que sin duda alguna de llevarse a cabo requerirán de un estudio completo y detallado.

ANEXO F. TOPONIMIA, FIESTAS, TRADICIONES Y COSTUMBRES DE LA  
REGION NORESTE DEL LAGO DE TEXCOCO (Díaz, 1991),  
(Muñoz, 1990), (Olivares, 1990) y (Sánchez, 1990).

- Santa María Magdalena Tepexpan: "Sobre los peñascos"; día de fiesta  
3 de mayo y 22 de julio.  
San Isidro Atlautenco: "En la orilla de la barranca"; día de fiesta  
15 de mayo.  
Cuanalan: "Junto al agua de las culebras"; día de fiesta 18 de  
mayo.  
Santa María Chiconautla: "Nueve tierras"; día de fiesta 1 de julio.  
San Buenaventura Tezoyuca: "El lugar lleno de tezontle"; día de  
fiesta 14 de julio.  
San Cristóbal Ecatepec: "En el cerro del viento"; día de fiesta 25  
de julio.  
San Salvador Atenco: "A la orilla del agua"; día de fiesta 6 de  
agosto.  
Tequisistlan: "Entre el tequesquite"; día de fiesta 24 de agosto  
y 7 de octubre.  
San Agustín Acolman: "Hombre con brazo o mano"; día de fiesta 10  
de septiembre.  
San Miguel Totolcingo: "En las gallinitas"; día de fiesta 29 de  
septiembre.  
Xometla: "Lugar de los acarreadores"; día de fiesta 29 de  
septiembre.  
Santa Catarina Ximilpan: "Sobre las sementeras"; día de fiesta 25  
de noviembre.  
San Mateo Chipiltepec: "En el cerro de los chipiles"; día de fiesta  
12 de diciembre.  
Santa Isabel Iztapan: "Lugar sobre la cal"; día de fiesta 25 de  
diciembre.

Algunos otros lugares relacionados con la zona de estudio y  
que de alguna manera indican explotación de algún recurso o bien  
una descripción ambiental son:

- Santa Clara Coatitla: "Donde abundan las culebras".  
Santo Tomás Chiconautla: "Nueve tierras".  
San José Jajalpa: "Sobre las arenas".  
San Pedro Jaloxtoc: "En la cueva de la arena".  
Santa María Tulpetlac: "En las esteras de tule".  
San Francisco Acuexcomac: "En el almacén de agua".  
San Cristóbal Nexquipayac: "Lugar del gusano velludo gris".  
Santa María Zapotlan: "Lugar de frutas carnosas".  
Santa María Tonanitla: "Nuestra madrecita".  
San Miguel Xaltocan: "Lugar de arena".  
Santa Cruz Tecamac: "En la mano de piedra".  
San Salvador Tizayuca: "Lugar de tizas".  
Santa María Ozumbilla: Diminutivo de "Lugar de Otomies".  
Teccitlan: "Piedra blanca".

Todos los pueblos de la región festejan el día de su Santo Patrono con cohetes, música de banda, juegos mecánicos y pirotécnicos, arreglos de papel y de flores en sus calles y su iglesia; la comida en ese día es de fiesta en cada una de las casas de los pueblos, se elaboran platillos como la sopa de arroz, el guajolote, la barbacoa de borrego, las carnitas, el mole y la salsa, sin faltar por la noche el baile en el auditorio del pueblo o en la misma calle. Lo mismo acontece en los domicilios particulares cuando se trata de celebrar una boda, XV años o un bautizo.

Mención especial merece el pueblo de Cuanalan, en donde las bodas tienen una tradición muy peculiar, una vez terminada la boda religiosa y en la casa del novio se baila la danza de xochitlpitzahua: los novios, los padrinos y los invitados al compás de una música de chirimía (música de percusión y de viento) se dedican a bailar, llevando la novia una canasta de flores desmenuzadas que arroja a los pies de los que bailan a su alrededor. Se presentan también algunas variantes a esta danza como el hecho de que en lugar de que la novia lleve una canasta sean los padrinos quienes lleven sobre sus cabezas y sin dejar de bailar los platillos que ese día servirán en la comida (mole, arroz, barbacoa, pulque, cerveza, etc.). Cuanalan es la única comunidad en la región donde algunas personas (ancianos) todavía hablan náhuatl (versión mexicana) (Díaz, 1991).

La mayor parte de los pueblos en el día de su fiesta presentan danzas en el zócalo de la comunidad que forman parte de sus celebraciones, entre ellas se tienen a la danza de los moros y los cristianos (que trata de revivir la guerra entre moros y cristianos sucedida en Europa), la danza de los serranos (que recuerda la forma de ser y de sentir de la raza negra), la danza de los vaqueros ( que lleva al espectador a la época de los caciques y las haciendas de la región), la danza de archareos, etc. Asimismo, en el día del Santo Patrono, la gente de cada localidad lleva la representación de su Santo (imagen, cuadro o estatua) por las calles del pueblo, como una forma de agradecimiento y de pedir ayuda al Santo. En San Isidro Atlautenco, por ejemplo, cada día 15 de mayo (se festeja a San Isidro Labrador) se saca en procesión al Santo por las calles y zonas de cultivo del pueblo (que por esos días ya han sido sembradas) acompañado con música de banda o chirimía y con cohetes; muy pocas personas en la actualidad adornan sus yuntas de labor en ese día, ya que éstas han sido sustituidas por el tractor por lo que esa tradición se ha ido perdiendo.

Las fiestas religiosas se llevan a cabo por mayordomía; cada año, a determinado número de personas les toca aportar una cantidad de dinero, la cual recaban con la ayuda de toda la población, siendo más grande la cooperación de los mayordomos. A unos les tocan los carros alegóricos y los juegos pirotécnicos, a otros las flores y las ceras de la iglesia, y los demás se distribuyen para dar de comer a los músicos y a los curas que celebran las misas y los rosarios (Díaz, 1991).

El lunes de San Lázaro (dos lunes antes de que concluya la cauresma) se festeja en Iztapan, con una procesión de imágenes de Cristo; éstas son llevadas por hombres que se visten con costales

y/o túnicas blancas y cubiertos de la cabeza; del Cristo se desprenden listones de colores bastante largos para que los niños vayan delante de él; antes de pasar por las calles, las personas en señal de respeto y veneración, esparcen sobre el piso flores y plantas (llamadas mostrante). De los brazos de los Cristos, penden hileras de naranjas, que al concluir la procesión se obsequian a los fieles (Olivares, 1990).

La Semana Santa se conmemora en todos los pueblos haciendo una representación viva (con gentes de la localidad) de la pasión y muerte de Jesucristo, ésta comienza con el domingo de ramos, luego la crucifixión y por último con el domingo de pascua o de resurrección.

Entre las fiestas populares la de mayor colorido es el carnaval que se realiza en los pueblos de Iztapan, Nexquipayac, Acuezcomac y Atenco, donde los hombres se disfrazan de viejos o ancianos; el carnaval se realiza durante los tres días anteriores al miércoles de ceniza, fecha en que se inicia la cuaresma; el carnaval consta de dos cuadrillas de viejos que danzan por las calles del pueblo los días de celebración. Los bailables más comunes de las cuadrillas son las tagarotas, las derechas, las Virginias, la jota, el jarabe, las calabazas y otras (Olivares, 1990).

El día martes de carnaval, un grupo de personas se disfraza de diversas formas y uno de los hombres se viste de mujer que simula un embarazo, a la cual le llaman la viuda, sus acompañantes bailan con ella como si de esa manera sintieran la pena de perder al marido; ella baila para ganarse el sustento, ya que pronto tendrá niño en brazos. Ese mismo día, toman las calles del lugar los arrieros y los bandidos (todos a caballo en Iztapan), quienes se disputan entre sí a la barragana, que es una evocación de la mujer mexicana en la época de la colonia, con la que con el permiso de la Santa Sede, los españoles podían tener relaciones; en Iztapan, la barragana representa a la patrona de la hacienda, los arrieros llevan el dinero y los bandidos quieren robar a la patrona el dinero. El siguiente domingo se lleva a cabo la octava de carnaval, llamada fiesta del toreo (Olivares, 1990).

El 5 de mayo en Nexquipayac y Atenco, un grupo de participantes se pinta la cara de negro, haciéndose llamar nacos y pelean contra los franceses.

En los días de muertos, en toda la región, se colocan ofrendas en las mesas de todas las casas para esperar a las ánimas y en Acuezcomac la gente va a velar al panteón el día 1 de noviembre, permaneciendo hasta el siguiente día. El mismo día se conmemora a los Santos Inocentes, las ofrendas consisten en dulces, cirios, veladoras, calaveras de azúcar, pan, flores, juguetes, incienso, fruta, agua y sal. El día 2 se festeja a los muertos adultos o Fieles Difuntos, a las ofrendas se añade vino, comida, tamales y cigarros. Las ofrendas se colocan en una mesa con un altar donde se colocan Santos o las fotografías de los difuntos, se adornan con carpetas de papel china picado y flores de cempasúchil; en la ofrenda y en la tumba se incluye el cempasúchil que significa las lágrimas que está derramando el ánima en el purgatorio. Los niños salen por la noche a las casas a pedir ofrendas con una calabaza

en forma de calavera y una vela en el centro; (Olivares, 1990) y (Sánchez, 1990).

Es importante señalar que en el templo de Santa María Chiconautla existe la figura de un Santiago mataindios, que es la representación de Hernán Cortés, mandado hacer por doña Leonor de Moctezuma; en esa figura se observan todavía pinturas sobre detalles de la fundación de Tenochtitlán.

Por último, en cada uno de los pueblos es posible recabar datos entre los habitantes a cerca de vestigios históricos hallados en excavaciones de predios particulares o en manos de las gentes de generación en generación; vestigios que van desde esqueletos de mamuts, vasijas de barro y planos, hasta imágenes o figuras de Santos de una gran antigüedad en las iglesias.



## III. BIBLIOGRAFIA.

1. Ancona, L.H. 1933. El ahuate de Texcoco. An. Ins. Biol. 4:51-69. UNAM. México.
2. Anguiano Lozano, J. 1984. Evaluación de la metodología de diluciones sucesivas de aguas freáticas y aguas negras en los suelos salino-sódicos del ex lago de Texcoco. UACH. México. p.p. 100. TESIS LIC.
3. APHA, AWWA y WPCF. 1989. Métodos estándar para el examen para aguas y aguas negras de desecho. Interamericana. México. p.p. 609
4. Becerra Moreno, A. 1983. Uso del azufre para recuperar suelos salino-sódicos del ex lago de Texcoco. UACH. México. p.p. 154. TESIS LIC.
5. Braun Blanquett, J. 1979. Fitosociología. Blume. España. p.p. 820.
6. Briseño de la Hoz, R. y Obregón Palacios, N. 1982. Origen, caracterización y uso actual del ex lago de Texcoco. UACH. México. p.p. 148.
7. Brom, J. 1990. Esbozo de historia universal. Grijalbo. México. p.p. 274.
8. Carabias, L.J. 1988. Deterioro ambiental en México. Ciencias: # 13. Fac. de Ciencias-UNAM. México. p.p. 13-19.
9. Cervantes Ramírez, M. 1987. Estudios a cerca de las adaptaciones a condiciones salinas en plantas del lago de Texcoco. UACH. México. p.p. 104. TESIS LIC.
10. Cervantes Sánchez, E. 1990. Cuadernos de urbanismo: la zona metropolitana de la ciudad de México. UNAM. México. p.p. 95
11. CETENAL. 1970. Mapas cartográficos del Estado de México, de la serie Texcoco (E14 B21). México.
12. Comisión del lago de Texcoco. 1981. Estudio agrológico detallado del ex lago de Texcoco. México. p.p. 135.
13. Cruickshank, V.M. 1981. Contribución al conocimiento actual de la composición florística del ex lago de Texcoco. UAM Iztapalapa-Comisión Lago de Texcoco. México. p.p. 40.
14. Cruz Ceballos, J. 1982. Proyecto meleagrícola de la comisión del lago de Texcoco. UACH. México. p.p. 98. TESIS LIC.
15. Cuanalo de la Cerda, H. 1981. Manual para la descripción de perfiles del suelo en el campo. Centro de Edafología, Chapingo. México. p.p. 40.
16. Cué Cánovas, A. 1990. Historia social y económica de México (1521-1854). Trillas. México. p.p. 422.
17. Chapela, G. y Pohlens, M. 1982. Proposiciones metodológicas para el estudio del proceso de producción agrícola. Chapingo. México. p.p. 106.
18. Chávez, A. M. et al. 1988. Memorias del VI curso y simposio internacional sobre Biología de la contaminación. ENEPI UNAM. México. p.p. 150.
19. Departamento del Distrito Federal. 1975. Memoria de las obras del sistema de drenaje profundo. Talleres gráficos de la nación. México. Tomos: I, II y IV.

20. Diario oficial de la Federación. 1988. Reglamento de la ley general de salud en materia de control sanitario de actividades, establecimientos, productos y servicios. Tomo: CDXII, No. 11. México. p.p. 27.
21. Díaz Montero, E. 1991. Monografía del municipio de Acolman. H. Ayuntamiento constitucional. México. p.p. 85.
22. Domínguez, R.I. y Aguilera, H.N. 1985. Metodología de análisis fisicoquímicos del suelo. Fac. de Ciencias-UNAM. México. p.p. 34
23. Ezcurra, R.E. 1992. Crecimiento y colapso en la ciudad de México. Ciencias No. 25. Fac. Ciencias-UNAM. México. p.p. 13-29.
24. García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Talleres Larios. México. p.p.252.
25. Garzón, C.C. 1986. Estudios para la adaptación de especies forestales en el área del ex lago de Texcoco. UACH. México. p.p. 123. TESIS LIC.
26. Gibson, CH. 1989. Los aztecas bajo el dominio español (1519-1810). Siglo XXI. México. p.p. 531.
27. Gómez, E.H. y Mendoza, A.O. 1988. Ecología y agrosistemas en San Andrés Timilpan, municipio de Timilpan, Estado de México. ENEPI-UNAM. México. p.p. 392. TESIS LIC.
28. Granados, S.D. y Tapia, V.R. 1983. Métodos de estudio de la vegetación. UACH. México. p.p. 58.
29. Herrera, A. 1983. Síntesis ecológica de la cuenca de México. CIENCIAS-UNAM. México. p.p. 100. TESIS LIC.
30. Huerta, L.A. y Chávez, C.T. 1978. Programa para la creación de una reserva biológica en la zona del ex lago de Texcoco. SARH. México. p.p. 20.
31. Huerta, L.A. y Chávez, C.T. 1984. Estudio ecológico de la comunidad de anátidos en el ex lago de Texcoco. CIENCIAS-UNAM. México. p.p. 200. TESIS LIC.
32. Imaz, M. 1989. Historia natural del valle de México. Ciencias No. 15. UNAM. México. 15: 15-24 pp.
33. INEGI. 1990. XI Censo general de población y vivienda. INEGI. México. p.p. 1021.
34. Iturbe Castillo, E. 1988. Evaluación de la desertificación de tierras en el ex lago de Texcoco. UACH. México. p.p. 151. TESIS LIC.
35. Jiménez, L.J. 1971. Aspectos fisiográficos y climatológicos del ex lago de Texcoco. SRH. Publicación # 2. México. p.p.39.
36. Johansson, P. 1988. La civilización Azteca. SEP. México. p.p. 259.
37. León-Portilla, M. 1988. Historia verdadera de la conquista de la Nueva España: Bernal Díaz del Castillo. SEP. México. p.p. 298.
38. Leopold, S. 1977. Fauna silvestre de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales. México. p.p. 600.
39. Lord, R.D. 1982. Uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales. OMS. México. p.p. 96.
40. Luna Orea, P. 1980. Clasificación campesina de los terrenos del ex lago de Texcoco y su relación con el levantamiento de suelos. UACH. México. p.p. 100. TESIS LIC.

41. Cierena, V.F. 1978. Establecimiento de pasto salado (Dystichlis spicata) como cubierta vegetal en suelos extremadamente salino-sódicos del ex lago de Texcoco. XI congreso nacional de la sociedad mexicana de la ciencia del suelo. México. p.p. 60.
42. Macías, R.J. 1972. Posibilidades de uso agropecuario de los terrenos del ex lago de Texcoco. UACH. México. p.p. 129. TESIS LIC.
43. Margalef, R. 1983. Limnología. Omega. Barcelona. p.p. 100.
44. Maynez, P. 1988. La botánica entre los Nahuas y otros estudios. SEP. México. p.p. 287.
45. Mc Clung, E.T. 1979. Ecología y cultura en Mesoamérica. UNAM. México. p.p. 106.
46. Metcalf, G. 1972. Wastewater engineering. Mc Graw Hill. EU. p.p. 782.
47. Muñoz López, L. 1990. Monografía del municipio de Ecatepec. H. Ayuntamiento constitucional. México. p.p. 63.
48. Odum, T. 1980. Ambiente, energía y sociedad. Blume. España. p.p. 409.
49. Odum, E.P. 1988. Ecología. Interamericana. México. p.p. 639.
50. Olivares Leyva, D. 1990. Folleto de identidad municipal: Atenco. H. Ayuntamiento constitucional. México. p.p. 6.
51. Ortiz, V. y Ortiz, S. 1984. Edafología. UACH. México. p.p. 374.
52. Periódico Andares. Año: I, #1. Diciembre de 1991.
53. Pesson, P. 1979. La contaminación de las aguas continentales. Mundiprensa. Madrid. p.p. 335.
54. Powell, T. 1987. Manual de aguas para usos industriales. Tomos: I y IV. Ciencia y Técnica. México. p.p. 632.
55. Prada, R. 1975. Capacidad de adaptación de tres especies vegetales a diferentes condiciones de ensalitramiento en suelos del ex lago de Texcoco. C.P. Chapingo. México. p.p. 100. TESIS POSGRADO.
56. Rivera Díaz, J. 1975. Estudio de las propiedades mineralógicas y termodinámicas de los sedimentos superficiales del ex lago de Texcoco. C.P. Chapingo. México. p.p. 132. TESIS POSGRADO.
57. Robles, V.E., Rivera, A.V. y Gallegos, N.E. 1990. Técnicas de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos del agua. UNAM. México. p.p. 71.
58. Rodríguez, L. 1965. Posibilidades de recuperación de los suelos del ex lago de Texcoco, aplicando mejoradores químicos. UACH. México. p.p. 98. TESIS LIC.
59. Rojas Rabiela, T. 1974. Aspectos tecnológicos de las obras hidráulicas en el valle de México. ENAH-UNAM. México. p.p. 205. TESIS LIC.
60. Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Limusa. México. p.p. 432.
61. Rzedowski, J. y Rzedowski, G. 1979. Flora fanerogámica del valle de México. Vol. I. Continental. México. p.p. 403.
62. Rzedowski, J. y Rzedowski, G. 1985. Flora fanerogámica del valle de México. Vol. II. Continental. México. p.p. 674.
63. Sánchez Colín, S. 1951. El Estado de México: su historia, su ambiente y sus recursos. Gobierno del Estado de México. México. p.p. 532.

64. Sánchez Sánchez, G. 1990. Folleto de identidad municipal: Tezoyuca. H. Ayuntamiento constitucional. México. p.p. 12.
65. Sánchez Sánchez, O. 1980. La flora del valle de México. Herrero. México. p.p. 519.
66. SARH. 1978. Cálculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwaite. Subdirección de agrología. Pub. # 7. México. p.p. 20.
67. SARH. 1982. Comisión del lago de Texcoco. Memoria 1977-1982. Vol. II. México. p.p. 165.
68. SARH. 1983. Comisión del lago de Texcoco: proyecto Texcoco. Departamento de información y difusión. México. p.p. 16.
69. SEDUE. 1986. Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas. Normatividad ecológica # 4. México. p.p. 40.
70. SEDUE. 1990. Solicitud de registro de descarga de aguas residuales: Termoeléctrica del Valle de México. México. p.p. 6.
71. SEP. 1988. Monografía del Estado de México. Secretaría de Educación Pública. México. p.p. 279.
72. Sociedad Mexicana de Mecánica del Suelo. 1984. Obras recientes en el ex lago de Texcoco. Mesa redonda del 1 al 4 de agosto. México. p.p. 44.
73. Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. 1979. Biometria. Blume. España. p.p. 832.
74. Spiegel, M.R. 1981. Estadística. Mc Graw Hill. México. p.p. 357.
75. Ureña, C. 1975. Estudio preliminar para la utilización de diversos mejoradores y láminas de lavado para la recuperación de los suelos salino-sódicos del ex lago de Texcoco. UACH. México. p.p. 87. TESIS LIC.
76. Uribe Avendaño, E. 1972. Transecto ecológico de los terrenos de la Escuela Nacional de Agricultura: lago de Texcoco al cerro de Tlaloc. UACH. México. p.p. 154. TESIS LIC.
77. Vaillant, G.C. 1947. Aztecs of Mexico. Doubleday company. USA. p.p. 340.
78. Vallentyne, J.R. 1978. Introducción a la limnología. Omega. España. p.p. 169.
79. Villegas, G.M. 1979. Malezas de la cuenca de México. Galache. México. p.p. 137.
80. Vizcaino, M.F. 1987. La contaminación en México. Fondo de cultura económica. México. p.p. 514.
81. Wetzel, R.G. 1981. Limnología. Omega. España. p.p. 671.
82. Wolf, R.E. 1976. The valley of Mexico. School of american research. USA. p.p. 340.
83. Wood, R.D. 1975. Hydrobotanical methods. University park press. London. p.p. 173.
84. Zepeda Sahagún, B. 1952. Historia universal. Enseñanza. México. p.p. 416.