

12-10  
200



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

## “ESTUDIO DE LA PRESA ENDHO Y SUS EFECTOS EN LAS POBLACIONES ALEDAÑAS, LOCALIZADAS EN EL MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE, TGO.”



T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN GEOGRAFÍA

P R E S E N T A:

ERIKA E. ESPARZA HERNÁNDEZ

MEXICO, D. F.

1992

TESIS CON  
FALTA DE CUBRIMIENTO



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE GENERAL

INTRODUCCION .....	1
--------------------	---

### CAPITULO I ANTECEDENTES

Historia del Drenaje en la Cuenca del Valle de México .....	4
Comportamiento Hidrológico del Valle de México .....	14
Contaminación en la Cuenca del Río Tula .....	22
Aguas Residuales y Tratamiento .....	24
Presas .....	28
Características de la Presa Endho .....	31

### CAPITULO II MEDIO FISICO

Antecedentes Históricos .....	36
Localización .....	38
Geología .....	41
Clima .....	43
Suelo .....	45
Hidrología .....	47
Vegetación .....	49
Riego .....	51

CAPITULO III  
LIRIO ACUATICO

Descripción .....	54
Origen .....	55
Taxonomía .....	56
Morfología .....	56
Reproducción .....	57
Invasión del Lirio Acuático .....	58
Control del Lirio Acuático .....	59
Beneficios .....	60

CAPITULO IV  
MOSCO CULEX

Introducción .....	64
Taxonomía .....	65
Características .....	65
Daños a la Salud .....	67
Características de Algunas Especies de Culex .....	69
Enfermedades que causa el Mosco Culex .....	70
Presencia del Mosco Culex en la Presa Endho .....	73
Daños en la Población .....	74
Control de Mosquitos .....	75

CAPITULO V  
POBLACION

Generalidades del Municipio de Tula de Allende .....	78
Cifras de Poblacion .....	79
Actividades Economicas .....	84
Aspectos Sociales .....	90
Contaminacion y Desequilibrio Ecológico .....	97
Soluciones .....	101
Conclusiones .....	103
Bibliografía .....	110

## INTRODUCCION

Desde la aparición del hombre en el planeta siempre ha existido la inquietud de mejorar las condiciones dentro del medio en el cual se desenvuelve. Poco a poco ha logrado conocer mejor su entorno y es así que a través del tiempo y de la herencia cultural que ha alcanzado un grado de avance cada vez mayor.

Podemos señalar que el Progreso se ha presentado junto con el desarrollo del hombre, aumentando así las opciones de un mayor control sobre el medio, en el que se realizan toda una gama de actividades relacionadas.

Actualmente se puede decir que el hombre tiene un cierto grado de control sobre la naturaleza, aunque no en su totalidad, pues en ella se presentan procesos que no se pueden alterar ni aún con el progreso científico.

El conocimiento de la naturaleza contribuye a que se modifiquen ciertas zonas del planeta, creando así grandes ciudades que han ido creciendo sin ningún control. Esto representa una mayor necesidad de servicios para abastecer a la población, sobre todo en la capital del país que requiere traer los recursos de las zonas aledañas, provocando la ineficiencia de los mismos en las localidades afectadas, a las cuales se les causa un problema local que se va acrecentando por restarles dicho suministro. Superficialmente

se ha dado solución a los problemas de abastecimiento de servicios de la capital, pero sólo se han ocasionado perjuicios a las localidades afectadas, restándoles posibilidades de desarrollo por la carencia de sus propios recursos canalizados a la ciudad de Mexico.

Debido a que el municipio de Tula de Allende se encuentra a escasos 70 kms. de la capital se ha presentado un gran crecimiento industrial, por la presencia de las grandes compañías cementeras, que abastecen a gran parte del mercado nacional. Asimismo, la práctica de la agricultura está muy difundida, en virtud de que la región se encuentra beneficiada por el distrito de riego 03, el cual aumenta notablemente su producción.

Dentro del municipio se encuentra la presa Endho, ubicada a unos 11 kms. aguas abajo de la localidad de Tula de Allende. Esta se ha convertido en un foco de infección para la población que habita esa región ya que ha desencadenado toda una serie de factores negativos para el desarrollo normal de sus habitantes.

Esta Presa recibe desde hace varios años todas las aguas residuales de la ciudad de México, las cuales son transportadas a través del canal del desagüe, que sumadas a las aguas de desecho locales han agravado el problema, ocasionando una alta contaminación de las aguas en la Presa, que ha llevado a que se multiplique considerablemente el lirio acuático Eichornia crassipes.

Como resultado del lirio acuático se ha desarrollado una plaga de mosquitos culex que atacan persistentemente a la población, atentando contra su salud y la higiene del medio en el que habitan. Como medida preventiva han tratado de controlar esta plaga mediante el uso indiscriminado de insecticidas, lo cual a la larga les causará un autoenvenenamiento irreparable.

Si a todo esto agregamos que la población de Tula de Allende es eminentemente rural y casi no pueden utilizar sus tierras pues la contaminación de la presa las ha dañado, las perspectivas que se tienen son totalmente deplorables, si no se toman medidas urgentes de la situación que ahí prevalece.

Todo esto, ha contribuido a que la población mantenga una lucha abierta y constante por su supervivencia contra la degradación del ecosistema y todo lo que ello representa.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

#### 1. HISTORIA DEL DRENAJE EN LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

En 1352 los aztecas llegaron al Valle de México y se establecieron en un gran islote en medio de un lago, fundándose así Tenochtitlán, la cual desde un inicio debe haber presentado problemas para dar salida a la gran cantidad de agua por el escurrimiento que existía. Desde entonces se presentaron inundaciones que afectaron a los habitantes. Fue en el año de 1449 que sobrevino la primera inundación considerable durante el reinado de Moctezuma I, quien consultó a Netzahualcōyotl para dar solución al problema. Este gran sabio propuso la construcción de un dique, utilizándose piedra y barro, y este alcanzó una extensión de 16 Kms. entre Atzacalco e Ixtapalapa, conociéndose con el nombre de "Dique de Netzahualcōyotl".

En la época de la dominación española los conquistadores fundaron la Ciudad de México, que presentó grandes problemas causados por inundaciones originadas por el desbordamiento del Lago de Texcoco. Existían una gran cantidad de canales, el transporte en canoa era muy común para ir de un lado a otro. Aún así dada la naturaleza del suelo, los españoles edificaron construcciones impresionantes que son dignas de

admiración. Durante el mandato del Virrey Don Luis de Velasco en 1555 se presentó una inundación considerable, por lo que se ordenó la construcción del Albarradón de San Lázaro, para desviar el cauce de las aguas del río Cuauhtitlán. Sin embargo el problema no logró solucionarse con esta obra, ya que en 1580 sobrevino nuevamente otra inundación.

En 1604, la temporada de lluvias fue muy intensa y afectó notablemente a la población. Debido a esto se realizaron varias obras para tratar de poner fin al problema, entre ellas la reparación del Albarradón de San Lázaro, se empedraron las calles y algunos ríos se encarcelaron como los de Sanctorum y los Morales. Nuevamente en 1607 hubo otra inundación, lo cual hacía impostergable la construcción de un desagüe general. El Virrey Don Luis de Velasco consciente del problema, decidió darle solución y convocó a la presentación de proyectos relacionados, con la construcción de obras de drenaje. Se presentaron varios proyectos, entre los que destacó el de Henri Martin o Enrico Martínez quien propuso la edificación del desagüe por la laguna de San Cristóbal Ecatepec, a través de la cordillera de las montañas del norte, mediante la excavación de un túnel en el cerro de Nochistongo.

Fue así, que se llevó a cabo la construcción de un gran túnel que medía 6,600 metros de largo, por 3.50 de ancho y 4.20 de altura. A pesar de que se utilizó maquinaria muy rudimentaria esta obra se terminó en sólo 11 meses.

Posteriormente Don Luis de Velasco regresó a España, con lo cual Enrico Martínez perdió un gran apoyo, ya que posteriormente se ignoró su labor y se le atacó, hasta que fue relevado injustamente.

Debido a la suspensión de las obras del desagüe, estas se deterioraron por falta de mantenimiento, dando origen a la gran inundación que comenzó en 1626 y duró hasta 1634. Se culpó a Enrico Martínez y hasta fue encarcelado por considerársele el causante de dicha tragedia. Murió en 1632 sin que se le reconocieran sus méritos. Después de esto, no se realizaron avances importantes en las obras, debido a la mala dirección de los encargados de dicho asunto.

En septiembre de 1690 se encargó a Don Pedro de Labastida la continuación del desagüe y se decidió trabajar en el tajo de Nochistongo, ésta obra se terminó en 152 años con la pérdida de vida de varios peones.

Durante 1742 se inundó nuevamente la ciudad, por lo que se construyó un dique en la Hacienda de Aragón para tratar de aminorar el problema, pero este continuó latente. En 1747 se presentó otra inundación considerable ya que afectó fuertemente a la ciudad. Ante esto, el virrey Francisco de Gómes y Horcasitas mandó construir varios puentes en Mexicaltzingo, Tacubaya, Popotla, Camarones, Tlanepantla y Atzacapotzalco. También unas zanjas dispersas por la ciudad que en total median 80,000 metros.

En 1767 resultó electo el tribunal del Consulado de México, para terminar las obras, que fueron entregadas en 1789 y que comprendían la excavación a tajo abierto de 12,989 metros que daban salida a las aguas del río Cuautitlán. Años más tarde entre 1796 y 1798 se excavaron 2 canales más por el tajo de Huehuetoca para desalojar las aguas de la laguna de Zumpango y San Cristóbal.

En 1819 se hicieron ciertas reparaciones menores, debido a la inundación que aquejó a la población. El virrey Apodaca ordenó desenzolvar puentes y abrir conductos y presas para evitar que el agua se estancara. En 1831 Lucas Alamán elaboró un plan de trabajo orientado hacia el mejoramiento del desagüe. Empezó por reparar los derrumbes, desenzolvar los canales, reforzar bordos y diques de San Cristóbal y Zumpango.

e instalar compuertas. En 1832 surgió una guerra civil que suspendió las obras.

Durante los años posteriores no hubo grandes avances en lo relacionado al desahúe, ya que el país atravesó por etapas políticas difíciles que requerían de toda la atención posible, restándole importancia a estas cuestiones. En 1856 hubo nuevas inundaciones debido a que subieron los niveles del Lago de Texcoco. Se nombró una junta que convocó a todos los interesados a presentar sus proyectos para resolver los siguientes puntos:

- Evitar los riesgos de inundaciones para la ciudad y zonas aledañas, mediante el control de los lagos, evitando su desbordamiento, así como del cuidado de las aguas que entraban por el valle.
- Ejecutar los trabajos necesarios para que las aguas de las atarjeas corrieran libremente, y no ocurrieran estancamientos de lodo.
- Construcción de un mayor número de canales de riego y transporte para favorecer la agricultura.

Después del análisis de los proyectos presentados, se eligió por unanimidad el del Ing. Francisco de Garay, ya que establecía dar una solución definitiva a todas las cuestiones

requeridas. Proponía la construcción de un túnel para captar las aguas de los ríos que pasaran por ahí, posteriormente desembocaría en el barranco de Ametlac. Para después unirse al río de Tequisquiac, luego al Tula, llegando al Pánuco y desembocando en el Golfo de México. También el proyecto incluía la construcción de tres canales secundarios para mejorar la distribución del agua en la ciudad. En 1865 una inundación provocó el desbordamiento de los ríos amenazando nuevamente a la capital. Se nombró al Ing. Francisco de Garay para que dirigiera las obras necesarias, gracias a lo cual se logró dominar la inundación después de enfrentarse a toda una serie de vicisitudes.

Después de esto, se produjo una gran injusticia, ya que el Gobierno de Maximiliano decidió iniciar los trabajos del desazde utilizando el proyecto que proponía el trazo Smith en 1846, que nunca se aprobó. Aún así el Ing. Iglesias emprendió el proyecto realizando trazos para atravesar las montañas de Acatlán, en lugar de las de Ametlaco que proponía el Ing. Garay, lo que provocaría todos los problemas posteriores que persisten hasta la fecha. El Ing. Garay expuso concretamente las razones por las cuales no era conveniente seguir las obras por el trazo de Acatlán, pero se le ignoró alegando que debían continuar, pues ya se habían iniciado por ese lugar.

En 1877 se nombró director de las obras del desagüe al Ing. Garay que tuvo que salir del país para asistir a un congreso Internacional. Mientras tanto su colega el Ing. Espinosa, presentó un proyecto del desagüe del Valle de México, que fue aprobado y que se basaba en el punto de la economía, por lo cual redujo el volumen de salida de agua y modificó el del Ing. Garay. Se iniciaron los trabajos a cargo del Ing. Espinosa, mismos que se realizaban con mucha lentitud y en ocasiones eran interrumpidos por falta de capital. Al Ing. Garay nunca se le reconoció la importancia de su proyecto y se mantuvo aislado exponiendo sus ideas sin que nunca se apreciara el valor de las mismas, a pesar de que varios profesionales como el Ing. Derote lo apoyaron y declararon que su trabajo era el óptimo para la ciudad e incluso fue premiado por ser el mejor pero nunca llegó a realizarse.

En el año de 1885 el Gobierno acordó destinar un presupuesto anual de \$400,000.00 para la realización de las obras del desagüe a cargo del Ing. Espinosa. Se contrataron compañías extranjeras para la terminación de las mismas que consistían en la construcción del tajo de Nochistongo, el túnel de Tequisquiac y el Gran Canal del Desagüe. El Tajo fue el primer proyecto que se terminó, pues se aprovechó la excavación que había modelado naturalmente el agua en Acatlán. Se pensó que las compañías extranjeras conseguirían un mayor avance en menor tiempo, debido a su tecnología, pero se encontraron con múltiples dificultades. Se contrataron las



siguientes empresas: Read & Campbell, Bucyrus Construction Co. S. Pearson & Son, que junto con la participación de la junta directiva, lograron terminar la difícil tarea que parecía irrealizable, inaugurándose el 17 de marzo de 1900 ante el júbilo popular.

Posteriormente se planearon obras de alcantarillado que confluyan por gravedad al canal del desagüe, hasta llegar al túnel de Tequisquiác y salir del valle de México por la parte norte. La deficiencia del sistema de alcantarillado se debió al crecimiento acelerado de la ciudad, que demandaba mayores servicios, ya que en 1920 había aproximadamente 906,053 habitantes y 20 años después llegó a 1,775,530 habitantes.

En 1930 se inicia la prolongación sur del Gran Canal y en 1935 se decide emprender la construcción de un nuevo túnel de Tequisquiác, para aliviar el aumento de las aguas y las inundaciones, quedando terminado en 1954 con lo que se logra la comunicación por tres vías con la cuenca del río Tula, afluente del Pánuco. En aquel tiempo el desagüe trabajaba por gravedad pero el hundimiento del valle provocó desplazamientos causados por la utilización de pozos para el abastecimiento de agua. Debido a esto, se instalaron estaciones de bombeo que aumentaron los costos de operación.

En 1953 la Dirección General de Obras Hidráulicas Propuso un Plan de trabajo que consistía básicamente en lo siguiente:

- La explotación de aguas subterráneas fuera del valle de México y cercanas a éste, para evitar el avance del hundimiento general de la ciudad.

- La construcción de plantas de bombeo y la rectificación de colectores para mejorar su funcionamiento.

- Ampliación del sistema de drenaje que consistía en un tubo circular con 4 m. de diámetro y 25 m<sup>3</sup>/s de capacidad conocido como Interceptor Poniente, con una longitud de 17 Kms. para captar el escurrimiento de 11 arroyos. También la construcción de varias presas para regular el gasto del agua, el colector No. 15 con una longitud de 29 km., la prolongación del Gran Canal del Desagüe. Así como trabajos de entubado de los ríos sobre los cuales se construirían avenidas para uso vial.

La población siguió en aumento y se hizo necesario ampliar la red existente, ya que se requerían mayores servicios. En 1967 se aprobó el Sistema de Drenaje Profundo, iniciándose su construcción de inmediato. El objetivo primordial del mismo consistía en:

- Terminar con el problema que representaba el Gran Canal del Desagüe, ya que debido a su insuficiencia en cuanto a su

capacidad y estabilidad, permanecía latente el riesgo de inundación de aguas negras en la ciudad.

- Reducir la contaminación que era ocasionada por el Gran Canal, ya que al encontrarse al aire libre el problema se agravaba en época de lluvias. La finalidad del mismo consistía en transportar las aguas negras y pluviales, sacándolas del valle hasta llegar al río del Salto (afluente del Tula), posteriormente al río Tula y a la Presa Endho.

El funcionamiento del sistema de drenaje profundo comprende 2 interceptores y 1 emisor.

Interceptor oriente. Tiene una longitud de 10,170 m. y un diámetro de 5 m. Cuenta con 6 lumbreras con profundidades de 30 a 50 m. y se comunica con el Gran Canal del Desagüe por medio de una obra de toma.

Interceptor Central. Tiene 7,775 m. de longitud y 5 m. de diámetro. Cuenta con 4 lumbreras con profundidades de 30 a 50 m. Evita inundaciones en la zona norte-poniente de la ciudad causadas por el mal funcionamiento de los grandes colectores 11 y 15, así como las provocadas por los ríos los Remedios, TlanePantla y San Javier. También drena algunos colectores.

Emisor Central. Tiene 49,850 m. de longitud y 6.50 m. de diámetro. Además cuenta con 23 lumbreras con profundidades

## Evolución del sistema hidrológico asociado al sistema hidráulico del D.F.



Fuente: DDF. El Sistema Hidráulico del D.F. 1982.

de 50 a 220m. Concluyendo, la longitud total del drenaje profundo es de 68 kms.

Después de esto se ampliaron las redes de alcantarillado, ya que existían grandes zonas de la ciudad que requerían del sistema de saneamiento. Para aliviar el constante peligro de las inundaciones.

## 2. COMPORTAMIENTO HIDROLOGICO DEL VALLE DE MEXICO.

La cuenca del valle de México está localizada en la porción sur de la altiplanicie mexicana, aproximadamente entre las latitudes 19o 07'53" y 20o 11'09" norte y las longitudes 98o 11' 53" y 99o 30'24" al oeste de Greenwich.

Dentro de la cuenca también se encuentran comprendidos parte de los siguientes estados:

Estado de México con 4800 km.2

Estado de Hidalgo con 2540 km.2

Estado de Tlaxcala con 840 km.2

Estado de Puebla con 100 km.2

Distrito Federal con 1320 km.2 de superficie ubicados dentro de la cuenca del valle de México.

Los límites orográficos de la cuenca son:

N-----Sierra de Tezontlalpan y Pachuca

NW-----Sierra de Tepozotlán



S ----- Sierra Chichinautzin  
 SW ----- Sierra de las Cruces  
 SE ----- Sierra Nevada  
 E ----- Sierra de Tepozán Calpulualpan y río Frio  
 W ----- Sierra de Monte Alto y Monte Bajo

Tiene una extensión superficial de 9600 Km.2 y está situada a una altura media de 2,250 m.s.n.m. El 53.5% corresponde a planicies y el 46.5% a elevaciones.

Siendo la ciudad de México la capital de la República Mexicana es indudable la importancia que representa a nivel nacional, pues es el centro de concentración política, económica industrial y de servicios del país. Es así que existe un alto grado de aumento de población que demanda mayores requerimientos.

Debido a que el valle de México se encuentra ubicado dentro de una cuenca cerrada, ha sido necesario buscar salidas artificiales para desalojar la gran cantidad de aguas utilizadas (domésticas, residuales, pluviales e industriales).

La primera salida construida fue el "Tajo de Nochistongo", el cual derrama sus aguas de tipo residual al río Tula, colaborando así en aportar agua a la presa Endho.

El Gran Canal se construyó debido a que el Tajo de Nochistongo, edificado dos siglos atrás, no alcanzaba a desalojar el volumen de aguas residuales y pluviales generadas en la ciudad, por lo que se ocasionaban grandes inundaciones. Desde principios de siglo el Gran Canal es afluente del río Salado, y este del sistema de riego del valle del Mezquital desde 1904. Las aguas del canal son aprovechadas en el distrito de riego 03 y posteriormente llegan a la Presa Endho, por medio del canal Dendho.

La tercera salida artificial, es el Interceptor Poniente, construido con el fin de desalojar los volúmenes de agua de escurrimiento del Poniente de la ciudad de México. Estas aguas vierten en el río el Salto y posteriormente al río Tula, por medio del cual son conducidas a la presa Endho.

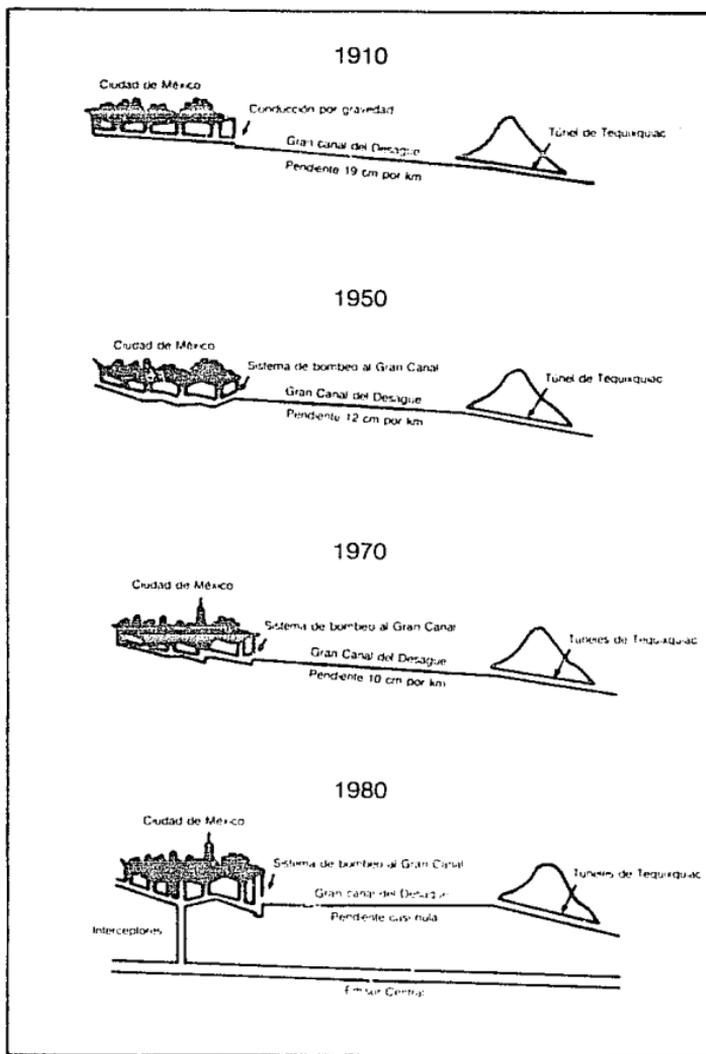
La cuarta salida se denomina Sistema de Drenaje Profundo, que cuenta con 2 interceptores y 1 emisor central; construido con el fin de aliviar los colectores antes mencionados, trabajando únicamente por gravedad.

El sistema de Drenaje Profundo inició sus operaciones en 1975. Desde entonces, parte de sus aguas son vertidas al canal Tlamaco-Juandho y junto con una parte de las aguas de la Presa Requena apoyan al Gran Canal, por medio de la presa derivadora Tlamaco. Dichas aguas son utilizadas en el distrito de riego 03. El volumen restante es conducido

al río el Salto, y de ahí al río Tula, el cual conduce las aguas de la presa Requena, Interceptor Poniente y Emisor Central a la presa Endho. En el recorrido del río Tula existen algunas aportaciones mínimas como son el río Tlautla, el Rosas, las descargas de la ciudad de Tula y Cruz Azul, la refinería de Pemex y otras.

El abastecimiento de agua potable de la ciudad de México, proviene de la explotación de las aguas del río Lerma, las cuales después de haber sido utilizadas son desalojadas a través del Gran Canal del Desagüe y del Emisor Central, descargando toda el agua en el río Tula. También se extrae el agua subterránea dentro del Valle de México, lo que ha provocado una sobreexplotación del agua del subsuelo y el hundimiento gradual de la ciudad de 1 a 4 cm. por año, debido a los 60 m<sup>3</sup>/s de agua que se consumen. A esto hay que agregar el problema que causa el Sistema de Transporte Colectivo (Metro), ya que también ocasiona interferencias en el funcionamiento del drenaje y en ocasiones se azolva. Debido a lo cual, se han instalado plantas de bombeo de aguas negras para aumentar la capacidad de conducción. El Gran Canal del Desagüe ha sido el más afectado por el hundimiento ya que se ha reducido su capacidad en el momento en que necesita desalojar mayor cantidad de agua.

## Efecto del asentamiento del subsuelo en el sistema de drenaje



Fuente: DDF. El Sistema Hidráulico del D.F. 1982

A partir de 1975, el drenaje profundo es el elemento más importante del sistema de desagüe, debido a que se ubica a grandes profundidades, no es muy susceptible a los hundimientos y funciona por gravedad. Se considera de tipo combinado porque las aguas pluviales y residuales utilizan los mismos conductos del sistema de drenaje.

El sistema de drenaje está compuesto por:

- Red Secundaria. Recoge los escurrimientos pluviales y las aguas negras y las conduce a la red primaria. Tiene una longitud de 12.000 Km.

- Red Primaria. Representa una conexión entre la red secundaria y el sistema de desagüe. Consta de 1176 Km, ultimamente se ha visto afectada por el funcionamiento del metro, lo cual ha hecho necesario la instalación de sifones, los cuales reducen su eficiencia. Además plantea la necesidad de reubicar los colectores a profundidades mayores.

- Sistema de Desagüe. Transporta y regula las aguas pluviales y residuales fuera del valle de México a través del Tajo de Nochistongo, los túneles de Tequisquiac y el drenaje profundo.

El drenaje de la ciudad de México se ha adaptado a las necesidades de cada zona y de acuerdo a sus características funciona por gravedad, bombeo o regulación.

El conducto a cielo abierto más importante es el Gran Canal del Desagüe, el cual se utiliza desde principios de siglo, tiene una longitud de 47 km. y descarga sus aguas a los túneles de Tequisquiác y al río Salado para ser aprovechada en riego agrícola.

El Sistema General de Drenaje del Valle de México está constituido por corrientes naturales, presas para el control de las mismas, colectores, tuberías, plantas de bombeo, tanques de tormenta y las obras de alejamiento; todos estos elementos proporcionan un mejor funcionamiento.

Las corrientes naturales de mayor relevancia se encuentran en la zona poniente del valle de México, destacando los ríos Cuautitlán, Tlanepantla, Tepozotlán y Magdalena; al sur destacan los ríos Buenaventura, Amecameca y de la Compañía; al oriente los ríos Teotihuacán y Papalote, al noreste el río de las Avenidas de Pachuca. Los ríos Churubusco, Consulado y la Piedad están entubados y actúan como colectores de la red de drenaje.

Existen aproximadamente 30 presas reguladoras sobre los ríos del poniente del valle de México que controlan las corrientes de agua, evitando inundaciones.

Los colectores que forman la red primaria de drenaje funcionan de poniente a oriente del valle, de acuerdo con la

Pendiente del terreno. Existe otro sistema en el centro - oeste de la ciudad que descarga en los colectores Poniente oriente.

Los tanques de tormenta almacenan el agua de lluvia que se presenta en el valle. Funcionan automáticamente por medio de bombeo, evitando así su desbordamiento, tienen una capacidad total de 160 000m<sup>3</sup>.

Las plantas de bombeo están conectadas a la red de drenaje y elevan el agua de los colectores al nivel del Gran Canal, dando un mejor funcionamiento al sistema de Drenaje, ya que aumenta la capacidad de desalojar con mayor rapidez el agua. El funcionamiento de estas plantas representa un mayor incremento en operación y mantenimiento.

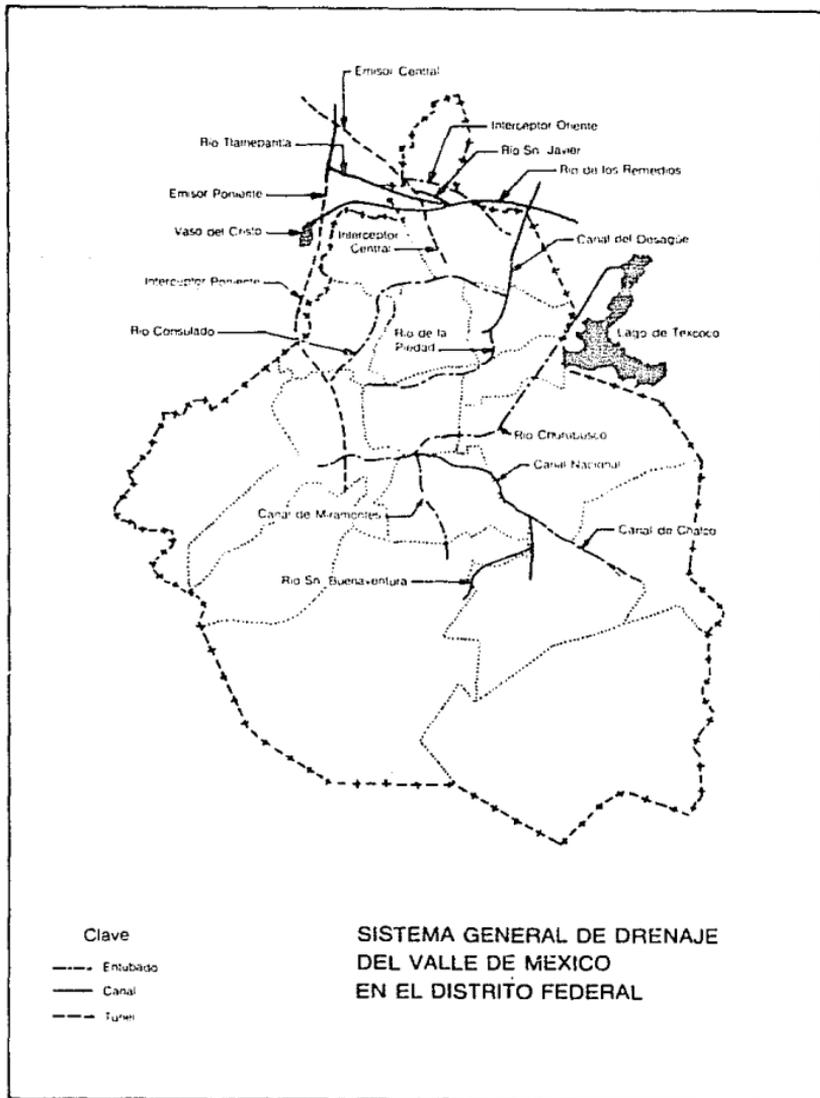
En algunos casos los escurrimientos que se presentan por las lluvias, son almacenados y utilizados para abastecimiento de agua, pero no se cuenta con las instalaciones necesarias para poder aprovechar el volumen total y se desaloja junto con las aguas negras. Se planea separar las aguas residuales de las pluviales para aprovechar estas últimas. La infiltración se ha reducido por el crecimiento de la ciudad, por lo que hay que darle mayor salida a las aguas de las lluvias. Además, algunas presas del poniente no funcionan adecuadamente y son utilizadas para acumular basura de las zonas aledañas.

alterando la ecología. También se han producido cambios físico - químicos en la calidad del agua subterránea que se extrae, pues hay minerales que se disuelven y existen pozos que están fuera de servicio por contaminación de aguas negras.

El mantenimiento del drenaje debe de efectuarse periódicamente para evitar su deterioro y es de suma importancia desazolvarlo regularmente. La capacitación del personal debe de aumentar para mejorar su eficiencia, así como el equipo y las instalaciones requeridas.

Posteriormente se proyectó construir la segunda etapa del drenaje, iniciándose en 1977. Consiste en la prolongación de 5.5 Km. del Interceptor Central y de 16.5 del Interceptor Centro - Poniente, el cual beneficia la parte NE de la ciudad. También es importante buscar otras alternativas en el funcionamiento del drenaje, ya que siempre se requiere de elementos de apoyo.

Según estadísticas recientes, sólo el 71% de la población de la capital cuenta con sistema de alcantarillado. Las obras del drenaje profundo se deben terminar lo más pronto posible, pues hay que proveer de este servicio a las zonas que carecen de él. También es necesario planear los asentamientos humanos con mayor visión, para que no se contrapongan con la dotación de servicios.



Fuente: SRH Proyecto General para regular descargas del Valle de México. 1979



### 3. CONTAMINACION EN LA CUENCA DEL RIO TULA

La cuenca del río Tula empieza en el Estado de México y posteriormente se extiende hacia el estado de Hidalgo, donde alcanza su mayor extensión. Pertenece a la zona del alto Pánuco, localizada entre los 19° 30' y 20° 44' de latitud N y los 99° 10' y 100° 21' de longitud oeste.

Los tributarios principales que forman la cuenca del río Tula son: el río Tepeji, el Salto, Tlautla, Rosas y Salado.

Para controlar las corrientes se cuenta con las siguientes presas: Danxhó, ubicada en el río Tlautla; Taxhimay, en el San Juan de las Peras; Requena y Endho en el río Tula. La longitud de la cuenca es de 6.600 Kms. hasta que confluye con la corriente de San Juan del Río. El principal uso del agua es el riego, ya que se utiliza en el distrito de riego 03, que beneficia al valle del Mezquital.

Se han realizado estudios para establecer la calidad del agua en el río Tula, apreciándose una alta degradación en las condiciones naturales de la corriente. Esto se debe principalmente a los distintos tipos de desechos hacia el río o sus afluentes y se deben principalmente a las siguientes industrias:

NUTRICOS

OLEFIN

NYL-ZON

WINDSOR

REFINERIA DE TULA

RASTRO DE IXMIQUILPAN

A esto hay que agregar los desechos municipales de Tula, Tepeji e Ixmiquilpan y los aportes de la ciudad de México.

Se requiere de un programa permanente de muestreo que vigile constantemente la calidad del agua en el río, así como conservarla y mejorarla, para evitar un aumento de contaminantes que ponga en peligro su utilización. Asimismo, es necesario fijar ciertas normas para las descargas municipales e industriales, como el tratamiento previo de las aguas.

El río Tula es parte del sistema hidrológico de la cuenca del valle de México, pues representa la primera salida artificial.

#### 4. AGUAS RESIDUALES Y TRATAMIENTO

La vida en el planeta no sería posible si faltara el agua, pues constituye la base fundamental para los seres vivos. El agua circula continuamente dando origen al ciclo hidrológico de precipitación, escurrimiento, infiltración, almacenamiento, evaporación y así sucesivamente.

El aumento de la población ha propiciado la contaminación del agua, lo cual es un daño muy grave ya que se acumulan agentes dañinos, para los organismos del medio ambiente y se altera el equilibrio ecológico.

Las aguas negras son el resultado del uso municipal de la misma, que es abastecida a los núcleos de población. Son aguas degradadas que se pueden o no mezclar con aguas pluviales, subterráneas o superficiales. Son líquidos turbios con material sólido en suspensión de color gris y olor desagradable. Su origen puede ser diverso como son: desechos humanos y animales, domésticos, industriales, etc. Sus componentes son:

- Sólidos orgánicos
- a) QUÍMICOS      Sólidos Inorgánicos
- Líquidos volátiles

Bacterias

b) BIOLÓGICOS Parásitos

Virus

Existen diferentes tipos:

- Aguas Negras. Son contaminadas por líquidos con desechos de edificios comerciales, casas, industrias, etc. Son impurificadas pues ya fueron utilizadas.
- Aguas Negras Domésticas. Proviene de desechos humanos o animales.
- Aguas Negras Sanitarias. Aparte de las anteriores contienen desechos industriales.

Es posible encontrar todos los tipos de agua juntos, si se recogen en la misma alcantarilla.

Los organismos microscópicos de las aguas negras pueden causar enfermedades gastrointestinales como Tifoidea, Disentería amibiana, Hepatitis infecciosa, etc. Para reducir el riesgo de su uso se deben emplear métodos para disminuir la contaminación de las mismas.

Las aguas negras de desecho deben ser sometidas a ciertos análisis para poder determinar su contenido salino y poder reutilizarlas. Los elementos y sustancias más estudiados

son: nitrógeno amoniacal, arsénico, bicarbonatos, boro, calcio, cloruros, sólidos disueltos, magnesio, etc.

El aprovechamiento de las aguas negras puede aplicarse a usos agrícolas, industriales, etc. Esto implica todo un estudio acerca de varios aspectos como efectos sobre el suelo, los cultivos, el hombre, el ganado: toxicidad, salinidad, etc.

Desde 1900 las aguas negras de la ciudad de México se han empleado en la agricultura en la zona del Mezquital. HQo. La alta contaminación de aguas negras en ocasiones afecta a cultivos, peces y ganado en forma considerable.

Se han efectuado estudios para determinar el efecto de la contaminación en los cultivos agrícolas, concluyendo que sí es posible reutilizar aguas negras en el riego, siempre y cuando se encuentren totalmente oxidadas y desinfectadas. Desgraciadamente, esto no es muy efectivo en nuestro país, pues el alto costo de los procedimientos lo hace inaccesible.

Debido al aumento de la demanda de agua y a los altos costos para obtenerla, ya que cada vez se abastece de zonas más alejadas, es conveniente reutilizar las aguas residuales, después de haber sido procesadas en plantas de tratamiento. Se requiere la aplicación de medidas de control pertinentes y técnicas funcionales comprobadas, dependiendo del uso final que se contemple.

En 1954 se puso en funcionamiento la Primera planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Ciudad de México en el Bosque de Chapultepec. Actualmente existen un mayor número de instalaciones dedicadas al tratamiento de las aguas, como son: Cerro de la Estrella, Xochicalco, San Juan de Aragón, Cd. Deportiva, Acueducto de Guadalupe, Bosques de las Lomas, el Rosario y Cd. Universitaria. Las aguas tratadas se reutilizan en el llenado de lagos, canales recreativos, riego de áreas verdes, etc. Sin embargo, éstas plantas necesitan modernizarse en instalaciones, equipo, Personal calificado y en el empleo de los Procesos utilizados. Entre los métodos empleados con mayor frecuencia, se encuentran los de lodos activados y Gas cloro para la desinfección.

Se calcula que se producen aproximadamente 40m<sup>3</sup>/s de aguas residuales de las cuales 2m<sup>3</sup>/s se utilizan para riego de áreas verdes, llenado de lagos y usos industriales; 9m<sup>3</sup>/s se emplean para regar 18,000 has. en el valle de México y el resto para la agricultura en el valle del Mezquital.

Las aguas residuales deben ser desalojadas rápidamente para evitar la contaminación de corrientes y acuíferos, así como mejorar las condiciones sanitarias de la Población.

Estudios recientes han demostrado que la calidad de las aguas residuales esta variando en determinadas zonas de la ciudad, ya que han aumentado las descargas industriales. Las

medidas de tratamiento y control deberán ser más rigurosas para evitar poner en peligro la salud de los habitantes, así como la realización de investigaciones más especializadas.

El agua tratada no debe ser reutilizada como potable, pues no se cuenta con la tecnología apropiada, además de que no se conocen los efectos que cause en el hombre.

Investigaciones recientes han revelado la posibilidad de recargar acuíferos con aguas tratadas, pero éstas aun se encuentran en etapas experimentales. Ya que existe el riesgo de la contaminación de los mismos. Lo anterior podría llevarse a cabo en acuíferos que no se utilicen para abastecimiento doméstico.

El futuro del País depende de un mayor conocimiento y empleo del agua, ya que por su escasez y mala distribución debemos apreciarla más.

## **5. PRESAS**

Las presas tienen varios objetivos como son dotación y almacenamiento de agua, captación de escurrimientos, riego agrícola, regulación de corrientes y generación de energía entre otros. Se contempla que su construcción beneficie una región y la impulse en su desarrollo.

Es necesario realizar estudios previos para determinar el tipo de obra adecuada y asegurar la inversión requerida. También deben efectuarse estudios técnicos para conocer los

características del río sobre el cual se pretende construir la obra y encontrar el sitio más favorable y beneficioso en las poblaciones cercanas. Es de gran importancia realizar trabajos geológicos, topográficos, hidrológicos, mecánica de suelos, etc., para conocer las características de la zona en cuestión.

Con respecto a la obra se debe efectuar una minuciosa selección de las partes que la conforman y su disposición, mediante la elaboración de planos, así como un presupuesto aproximado de su costo.

Las principales partes que forman una presa son:

- a) Cortina. Estructura en donde se efectúa el almacenamiento de agua.
- b) Boquilla. Sitio en donde se construye la cortina.
- c) Corona o Cresta. Protege a la presa de sismos y da acceso a otras estructuras.
- d) Talud. Plano que representa un límite entre los materiales de la cortina y el medio correspondiente.
- e) Corazón Impermeable. Cierra y detiene el paso del agua contenida en el vaso.
- f) NAME. Nivel máximo de aguas extraordinario, cuando la presa se encuentra a toda su capacidad.

Las Presas de tierra como Endho corresponden a una estructura económica, en la que se han aprovechado los materiales vecinos convenientes a la obra y que brinden la seguridad necesaria. Estos se encuentran colocados gradualmente de los más finos a los enrocamientos.

La construcción de una presa produce ciertos cambios ambientales que modifican la zona gradualmente, como serían:

1.- Cambios Climáticos, pues hay cambios de temperatura y humedad que afectan a los cultivos en su crecimiento. También existen procesos de erosión debido al aumento del oleaje por los vientos.

2.- Cambios Hidrológicos, por la evaporación y filtración que afectan la cantidad de agua disponible. La utilización del agua disminuye ya que los desechos orgánicos que se depositan en la presa, reducen el oxígeno y su consumo puede ser peligroso. También hay que considerar la sedimentación de sólidos disueltos debido al estancamiento de las aguas.

3.- Cambios Físicos, se modifica el paisaje natural y se reduce el aprovechamiento de tierras agrícolas afectando a la producción. En condiciones óptimas la construcción de una presa presentaría buenas opciones para la pesca y recreación, para el turismo, etc., pero en Endho esto no es posible debido a la degradación que ha sufrido el medio ambiente.



4.- Cambios Biológicos, se pierde la vegetación original de la zona y parte de la fauna muere debido al llenado de la Presa.

Aunque se crean condiciones nuevas para la Presencia de la fauna acuática esta desaparece con el tiempo. debido a la contaminación del agua. También se favorece la Presencia de malezas acuáticas que obstaculizan la navegación, pesca, bloqueo de canales de riego, etc. y sobre todo favorece la Proliferación de mosquitos que atacan gravemente a la población, creando verdaderos problemas sanitarios.

Uno de los problemas más comunes en las presas es el azolve, lo cual disminuye su capacidad. El agua contaminada por fertilizantes e insecticidas puede ser transportada por canales de riego y contaminar otras tierras agrícolas.

#### 6. CARACTERISTICAS DE LA PRESA ENDHO

Sus límites geográficos son:

N - Municipio de Tepetitlán

S - Tula de Allende

E - Pedro Ma. Anaya

W - Chimaltongo

Se encuentra localizada a unos 11 kms. aguas abajo de la localidad de Tula de Allende, sobre el río del mismo nombre.

Sus coordenadas geográficas corresponden aproximadamente

entre los 20o09'38" de latitud N y los 99o21'35" de longitud W y a una altitud de 2066 m.s.n.m.

Se proyectó para mejorar el aprovechamiento de las aguas del río Tula como complemento para la irrigación del distrito de riego 03. Su construcción se inició en 1947 y se terminó en 1951; consiste fundamentalmente de una cortina de tipo de tierra, en su margen derecha se encuentra la obra de toma y en la izquierda consta de una obra de excedencias del tipo cresta libre. Esta, junto con las presas Taxhimay y Roquena regulan las aguas del río Tula, beneficiando así al distrito de riego 03.

La región donde se ubica la presa, corresponde a la provincia Neovolcánica de la República Mexicana. Existen lavas riolíticas y basálticas así como rocas de origen piroclástico. También hay caliches, materiales éolicos y aluviones. Inicialmente existía un medio lacustre, sobre el cual se depositaron tobas que fueron modeladas por la erosión; posteriormente se depositó una corriente de lava y por último otra serie de tobas, las cuales no son muy resistentes.

El vaso de Endho está labrado en su mayoría de tobas. En las partes bajas se observan las de la primera serie, luego descansan los basaltos que se encuentran en los márgenes. En la boquilla se descubren tobas de la segunda serie, también existen fragmentos de Pomez.

La presa es de materiales graduados con respaldos a base de grava y arena. Los taludes de la sección máxima están dispuestos en forma simétrica. La altura máxima de la presa es de 60. m. la altura sobre el lecho del río es de 53 m, con una corona de 1.400 m. de longitud y ancho de 10 m. La amplitud máxima en la base es de 169 m, la capacidad útil para riego es de 182 millones de m<sup>3</sup>.

La obra de toma se encuentra en la margen derecha y consta de un conducto circular con 2.10 m. de diámetro, 175.65 m. de longitud y 0.0005 m. de pendiente. Existen 2 compuertas que controlan la extracción y que se manejan desde una torre de operación.

Posteriormente sobre el cimacio se anclaron varios rieles que pueden alojar agujas de madera para aumentar la capacidad de almacenamiento de la presa.

La cortina es de tierra con una altura de 35 m., con corazón impermeable formado por 3 zonas:

- a) Corazón impermeable
- b) Rezaña
- c) Respaldo de roca

La obra de excedencia consiste en un vertedor de cresta libre en la margen izquierda que descarga las aguas excedentes a un canal y que termina en un tanque

amortiguador, luego se continúa al canal de descarga. Su capacidad de azolve es de 44,400 m<sup>3</sup>.

La construcción de la presa se llevó a cabo en 3 etapas:

1. Se limpiaron las laderas de las márgenes, se excavó un túnel y se pusieron en ambos bordes los materiales de la cortina.

2. Se desviaron las aguas del río al túnel, mediante la construcción de una atagüía transversal. Se limpio la parte del cauce, se instaló el dentellón y se pusieron los materiales de la cortina en la parte del cauce.

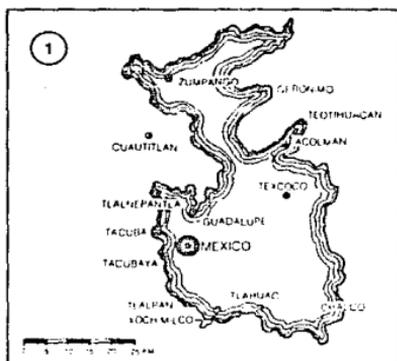
3. Se construyó la obra de toma, se pusieron los materiales de la cortina hasta su terminación, se bloqueó con tierra la entrada del tajo de desviación y se traspasó con concreto el túnel de desvío.

La llegada constante de aguas negras se efectúa por una entrada directa que proviene del Interceptor poniente, aparte de las aportaciones del río Tula que transporta las descargas del Emisor Central; el canal Endho recibe aguas residuales del Tajo de Nochistongo, utilizándose para riego, hasta su unión con el canal Endho conduciendo las aguas restantes a la presa Endho.

El acceso al sitio puede efectuarse por la autopista México-Querétaro hasta el Kilómetro 74, de ahí se prosigue hacia la población de Tula por un camino pavimentado, se continúa hasta una desviación que se encuentra aproximadamente 2 Kms. adelante de Tula, en donde se inicia un camino de 10 Km. de longitud que llega a la boquilla de la Presa.

El costo de la obra fue de \$32'833,169.00 millones de pesos.

## El Retroceso de los lagos en el Valle de México



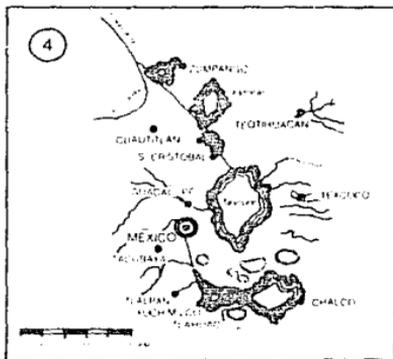
1.- Los límites aproximados durante la época difusiva



2.- A comienzos del siglo XVI



3.- A comienzos del siglo XIX



4.- En el año 1889

Fuente: SRH Estudio de la Cuenca del Valle de México. 1981

## CAPITULO II

### MEDIO FISICO

#### 1. ANTECEDENTES HISTORICOS

El nombre de Tula se deriva de las raíces nahoas Tollan, que quiere decir "Junto al Tular" o "Cerca del Tular"; en otomí su nombre fue Namenhi, que quiere decir "Lugar de mucha gente".

El territorio que actualmente comprende la entidad, fue durante la época Precortesiana, escenario de una de las grandes civilizaciones indígenas más importantes de la historia de nuestro país: la Tolteca. Se dice que hacia el año 713 d.c. Quetzalcóatl se estableció en Tula de Allende junto con sus seguidores, los cuales llegaron provenientes del norte. Los Toltecas edificaron su capital a 30 metros por encima del río Tula, sobre la loma de Toltecatépetl.

Rápidamente Tula se convirtió en la capital de los toltecas por sus majestuosas construcciones, en donde destaca su gran centro ceremonial con sus famosos atlantes y las pinturas que aún pueden admirarse en la famosa zona arqueológica. Los toltecas crearon su propia cultura y desarrollaron su particular estilo alcanzando notable fama. Se distinguieron en las artes, la orfebrería, la talla en piedra, la arquitectura, la pintura y muchas otras actividades. Su

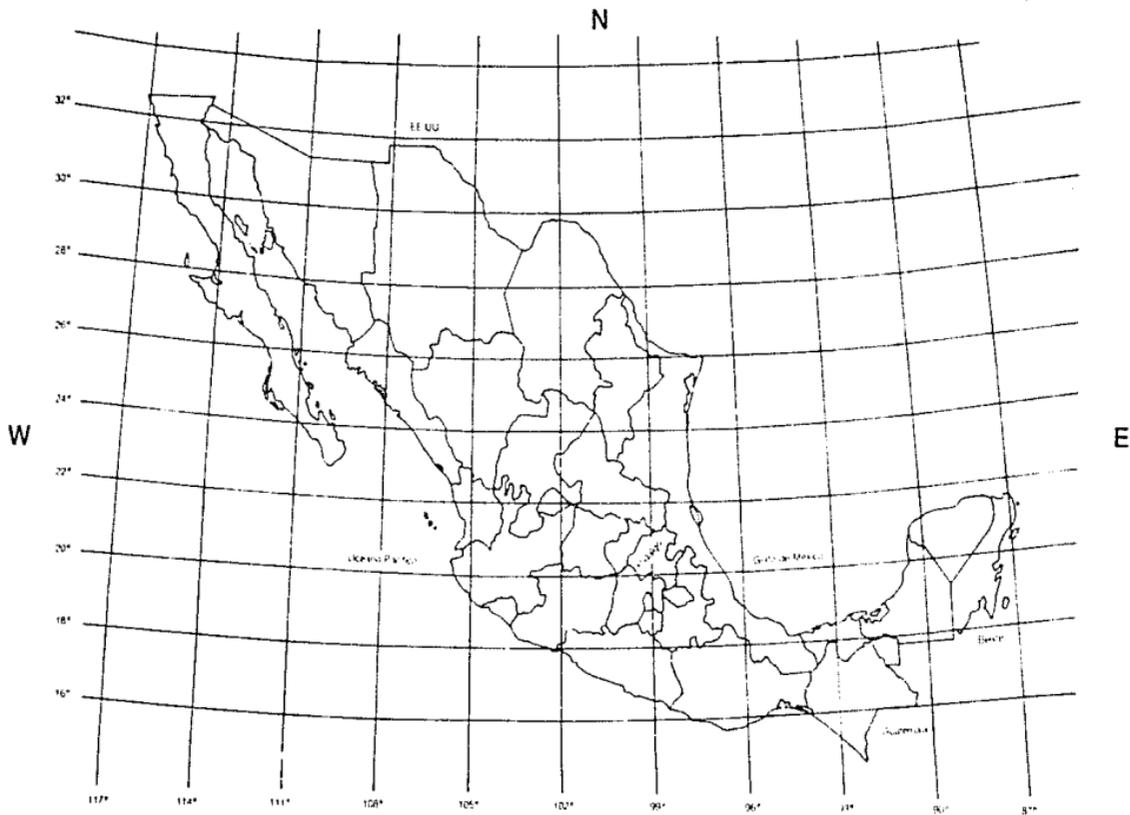
expansión fue notable pues dominaron otras tribus. Eran poseedores de una alta escuela de cultura a la que asistían alumnos del centro y sur del país así como algunos hijos de los grandes señores gobernantes de América central.

Posteriormente Quetzalcóatl dejó Tula hacia el año 999 d.c. surgiendo revueltas internas, que provocaron la decadencia del imperio Tolteca.

Años después, tribus nortefías (chichimecas), la saquearon y destruyeron. La grandeza que tuvo Tula en esta época nunca fue igualada. Posteriormente quedó dependiente del reino de Ocolhuacán y después de ello fue dominada por los aztecas.

Después de la caída de Tenochtitlán, durante el dominio de los españoles, fue fundada la ciudad española de Tula a mediados del siglo XVI, ya que la zona era atractiva para los buscadores de minerales preciosos. Durante toda la época colonial Tula formó parte de la Intendencia de México.

Al iniciarse la lucha insurgente, diversos grupos actuaron en la zona. A principios del siglo XIX, pasó a formar parte del estado de México, su categoría municipal la adquirió el 26 de septiembre de 1871. Lleva el nombre de Tula de Allende en honor y memoria del gran capitán insurgente "Miguel de Allende" al que nuestro país le rinde un gran homenaje.



Fuente: S.P.P. Censo de Población y Vivienda. 1980

Fue hasta 1869 bajo la presidencia de Don Benito Juárez que se autorizó la formación del nuevo Estado de Hidalgo, nombrándolo así en honor de Miguel Hidalgo. Actualmente el Estado de Hidalgo ocupa por su extensión el lugar número 26 entre los 32 estados que forman la República Mexicana, tiene una longitud de 20,870 Kms.2 que representan el 1.06% de la superficie total del país.

## 2. LOCALIZACION

El municipio se ubica aproximadamente entre los 20º 08' y 19º 58' de latitud norte y entre los 99º 15' de longitud oeste, con una altitud aproximada de 2066 m.s.n.m. Su extensión territorial tiene una superficie total de 305.8 Km2. y representa el 1.45% del área total de la entidad.

Tula de Allende se encuentra localizada al sureste del Estado de Hidalgo y tiene los siguientes límites políticos:

- N ----- Municipio de Tepetitlán y Tezontepec de Aldama
- S ----- Municipio de Tepesi del Río de Ocampo y Estado de México.
- E ----- Municipio de Tlaxcoapan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Estado de México.
- W ----- Municipio de Chapantongo y Estado de México

## DIVISION MUNICIPAL DEL ESTADO DE HIDALGO



Fuente: SPP. Censo General de Población y Vivienda. 1980

## DIVISION MUNICIPAL DEL ESTADO DE HIDALGO

001 ACATLAN	029 HUICHAPAN	058 TASQUILLO
002 ACAXOCHITLAN	030 IXMIQUILPAN	059 TECOZAUCLA
003 ACTOPAN	031 JACALA	060 TENANGO DE DORIA
004 AGUA BLANCA	032 JATOCAN	061 TEPEAPULCO
005 AJACUBA	033 JUREZ HIDALGO	062 TEPEHUACAN DE <u>GUERRERO</u>
006 ALFAJAYUCA	034 LOLOTLA	063 TEPEJI DE OCAMPO
007 ALMOLOYA	035 METEPEC	054 TEPETITLAN
008 APAN	036 MEZQUITICLAN	065 TETEPAPANGO
009 ARENAL EL	037 MEZTITLAN	067 TEZONTEPEC DE ALDAMA
010 ATITALAQUIA	038 MINERAL DEL CHICO	068 TIANGUISTENGO
011 ATLAPEXCO	039 MINERAL DEL MOTO	069 TIZAYUCA
012 ATOTONILCO EL GRANDE	040 MISION LA	070 TLAHUELIPAN
013 ATOTONILCO DE TULA	041 MIZQUIAHUALA	071 TLAHUILTEPEC
014 CALNALI	042 MOLANGO	072 TLANALAPA
015 CARDONAL	043 NICOLAS FLORES	073 TLANCHINOL
016 CUAUTEPEC	044 NOPALA DE VILLAGRAN	074 TLAXCOAPAN
017 CHAPANTONGO	045 OMITLAN DE JUAREZ	075 TOLCAYUCA
018 CHAPULHUACAN	046 ORIZATLAN	076 TULA DE AYENDE
019 CHICUTLA	047 PACULA	077 TULANCINGO
020 ELOXCHITLAN	048 PACHUCA	073 XOCHIATIPAN
021 EMILIANO ZAPATA	049 PISAFLORES	079 XOCHICOACLAN
022 EPAZOYUCAN	050 PROGRESO	080 YAHUALICA
023 FRANCISCO I. MADERO	052 SAN AGUSTIN TLAXICA	081 ZACULTIPAN
024 HUASCA DE OCAMPO	053 SAN BARTOLO TUTOTEPEC	082 ZAPOTLAN DE JUAREZ
025 HUAUTLA	054 SAN SALVADOR	083 ZEMPUALA
026 HUAZALINGO	055 SANTIAGO DE ANAYA	084 ZIMAPAN
027 HUEHUETLA	056 SANTIAGO TULANTEPEC	
028 HUEJUTLA	057 SINGUILUCAN	

La cabecera municipal es la ciudad de Tula de Allende, la cual se encuentra situada en la parte central del municipio y enclavada entre los cerros de la Malinche y el Tesoro por el sureste. Actualmente el municipio cuenta con las siguientes localidades:

- 1.- Tula de Allende
- 2.- Acozulco
- 3.- Emiliano Zapata
- 4.- Cooperativa Cruz-Azul
- 5.- Héroes de Carranza
- 6.- Ignacio Zaragoza
- 7.- Julián Villagrán
- 8.- El Llano 1a. y 2a. sección
- 9.- Michimaltongo.
- 10.- Michimaloya
- 11.- Monte Alegre
- 12.- Nantzha
- 13.- Pueblo Nuevo de Jasso
- 14.- San Andrés
- 15.- San Antonio Tula
- 16.- San Francisco Bojay
- 17.- Pueblo San Francisco Bojay
- 18.- San Lorenzo
- 19.- San Lucas Teacalco
- 20.- San Marcos

- 21.- San Miguel de la Fiedras
- 22.- San Miguel Vindhó
- 23.- San Fedrito Alpuyeca
- 24.- Santa Ana Ahuehuépan
- 25.- Santa María Ilucan
- 26.- Santa María Mácuá
- 27.- Teocalco
- 28.- Tultengo
- 29.- Xijay de Cuauhtémoc
- 30.- Xochitlán
- 31.- Bomintcha
- 32.- Xiteje de la Reforma
- 33.- Xijete de Zapata
- 34.- Col. de Iturbe
- 35.- Dongui
- 36.- El Damu
- 37.- Montecillo
- 38.- La Amistad
- 39.- Benito Juárez

Dentro de la ciudad de Tula se encuentran varias colonias: Barrio Alto 1a. y 2a. sección, la Malinche, 16 de enero, Fovissste. etc.

El municipio se encuentra a 70 kms. aproximadamente de la ciudad de México y sus Principales vías de acceso son:

CARRETERAS PAVIMENTADAS: Tula-México, Tula-Tepeji y  
Tula-Pachuca

CARRETERAS DE TERRACERIA: Tula-Xiteje de la Reforma,  
Tula-Iturbe, Tula-Xijay de  
Cuauhtémoc, Tula-San Francisco  
Bojay

VIAS FERREAS: Ferrocarril, México-Laredo y  
México-Ciudad Juárez

AEROPUERTO O PISTAS DE

ATERRIZAJE: Ciudad de Tula

La ubicación del municipio ha determinado el desarrollo industrial de la región por su cercanía con el Distrito Federal. Actualmente se ha incrementado notablemente la población por la gran cantidad de industrias que se han instalado, entre ellas grandes empresas cementeras, una planta termoeléctrica y una refinería de petróleo, lo cual ha propiciado la necesidad de mano de obra, que en muchos casos ha llegado de otros lugares.

### 3. GEOLOGIA

El municipio de Tula de Allende se encuentra atravesado por una parte de la Sierra Madre Oriental y por las llanuras

Pertencientes a la Mesa Neovolcánica. Presenta una topografía ondulada suave en el este y sur de la zona, y varía de ondulada fuerte a más abrupta en la parte occidental. La región noroeste pertenece a la Planicie y es utilizada como zona de cultivo. Existen elevaciones de poca altura lo cual es muy favorable para el buen desarrollo de la agricultura, ya que las pendientes orientan sobre la factibilidad de cultivos y la conservación del suelo plano.

Podemos considerar tres formas características de relieve dentro del área:

1. Zonas Accidentadas: Abarcan aproximadamente el 20% de la superficie y se localizan al NW, S y NE del municipio.
2. Zonas Semiplanas: Abarcan aproximadamente 40% de la superficie y se localizan al oeste del municipio.
3. Zonas Planas: Representan aproximadamente 40% de la superficie y se localizan en la parte este.

Dentro del municipio se presenta una gran existencia de calizas que constituyen el material pétreo base del subsuelo, las cuales se fueron depositando en capas horizontales para después ser ocupadas por volcanes que hicieron erupción en el período terciario. Debido a esto, las canteras existentes en el municipio se encuentran en cerros de 65 mts. La presencia

de las grandes industrias cementeras en la zona, se debe a la gran cantidad de calizas sobre todo, en las cercanías de la ciudad de Tula.

Algunas elevaciones importantes en la zona son:

Cerro Magoni 2150 m.s.n.m.

Cerro Macua 2300 m.s.n.m.

Cerro Grande 2400 m.s.n.m.

Corresponde a esta zona uno de los puntos de origen de las tolvaneras que afectan de manera peligrosa, al fin del invierno y principios de primavera la cuenca del valle de México.

Durante el cenozoico se depositaron tobas y materiales volcánicos favorables para la agricultura, la erosión continua que afecta a estos suelos, ocasiona que pierdan gradualmente su riqueza.

Esta región esta constituida por suelos secos muy erosionados, sin embargo es aquí, donde se obtiene más de la mitad de la producción agrícola estatal, debido al distrito de riego 03.

#### 4. CLIMA

La Sierra Madre Oriental influye en la distribución de áreas con climas diversos, debido a que actúa como una

barrera de los vientos húmedos del Golfo de México, así como por los efectos de la altitud.

Se obtuvieron datos del municipio de temperatura, precipitación y vientos del periodo 1970-1985 obteniéndose los resultados que a continuación se exponen.

Por la naturaleza montañosa de la región, los vientos dominantes que se observaron durante el periodo 1970-1985 fueron principalmente del noreste, también hubo del norte y ocasionalmente los alisios del E y S (tabla 1).

En el periodo 1970-1985 se obtuvo una temperatura media inferior a los 22o C durante el mes más cálido y 15o C en el mes más frío. La temperatura media anual del periodo fue de 18o C (tabla 2).

La temporada de lluvias está comprendida entre los meses de julio a septiembre, y la sequía de octubre a junio, interrumpida por las escasas lluvias de abril. En la época invernal es común encontrar precipitaciones frecuentes. La precipitación media anual del periodo 1970-1985 fue de 586.26 mm. También es muy común la presencia de heladas y granizadas que afectan la zona.

En la gráfica No. 1 se puede observar la marcha de la temperatura y la precipitación en el periodo 1970-1985, observándose la relación que existe entre ambas.

**TABLA 1**

**ESTACION METEOROLOGICA: Tula de Allende**  
**ESTADO: Hidalgo**  
**DEPENDENCIA: S.M.N.**

**LATITUD: 20° 03'**  
**LONGITUD: 99° 21'**  
**ALTITUD: 2066m**

**VIENTOS DOMINANTES**

Mez	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1970	N	NE	N	NE								
1971	NE	NE	NE	N	NE							
1972	NE	N	N	NE	E	NE						
1973	NE	NE	NE	NE	NE	NE	E	NE	NE	NE	NE	NE
1974	E	NE	E	NE								
1975	NE		NE									
1976	NE											
1977	NE											
1978	N	N	NE	NE	N	NE						
1979	NE											
1980	NE											
1981	NE	N	NE	N								
1982	NE											
1983	NE	E	S	E	NE							
1984												
1985	N	N	N	NE	N	N	N	NE	NE	N	NE	NE

**TABLA 2**  
**ESTACION METEOROLOGICA: Tula de Allende**  
**ESTADO: Hidalgo**  
**DEPENDENCIA: S.M.N.**

**LATITUD: 20° 03'**  
**LONGITUD: 99° 21'**  
**ALTITUD: 2066m**

### TEMPERATURAS MENSUALES

Mes ----- Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1970	12.2	14.2	17.6	21.3	28.1	19.8	19.1	19.4	18.8	17.8	12.9	13.0
1971	14.1	14.6	16.8	18.1	21.1	19.2	18.5	18.2	18.7	17.4	14.5	14.0
1972	18.9	13.9	16.3	20.1	28.8	19.9	18.1	18.4	18.4	17.5	16.8	13.5
1973	13.1	15.4	19.7	19.2	28.8	28.0	19.1	18.7	19.8	17.2	14.8	12.5
1974	14.1	14.4	16.3	18.8	28.8	19.3	17.8	19.4	17.7	15.4	14.2	14.1
1975	19.7	15.2	18.6	21.8	23.4	19.2	18.3	18.9	16.8	16.1	13.9	11.8
1976	11.7	12.2	18.8	18.5	19.5	19.4	18.7	18.2	18.9	17.3	14.2	14.8
1977	14.3	14.5	19.1	17.8	21.4	28.8	28.2	20.4	28.7	18.3	16.4	15.2
1978	14.9	15.2	19.4	21.6	22.6	28.7	28.4	28.8	19.8	17.7	17.3	16.5
1979	14.5	16.8	18.4	21.2	21.6	28.3	21.8	19.5	15.8	17.1	15.4	14.4
1980	14.4	15.3	19.7	19.9	22.4	21.8	21.2	21.4	28.5	18.2	15.6	13.6
1981	13.8	15.9	18.7	28.5	21.7	21.3	19.7	28.3	19.5	18.9	14.5	18.3
1982	15.1	16.6	19.2	22.1	22.8	22.1	28.3	28.2	19.5	18.3	16.1	14.8
1983	13.9	15.8	19.2	22.8	24.4	24.4	21.9	21.3	21.6	18.9		
1984												
1985	14.3	17.7	28.4		23.5	23.1	23.1	23.1	22.5	21.7	21.8	18.8

**TABLA 3**

**ESTACION METEOROLOGICA: Tula de Allende**

**ESTADO: Hidalgo**

**DEPENDENCIA: S.M.M.**

**LATITUD: 20° 03'**

**LONGITUD: 99° 21'**

**ALTITUD: 2066m**

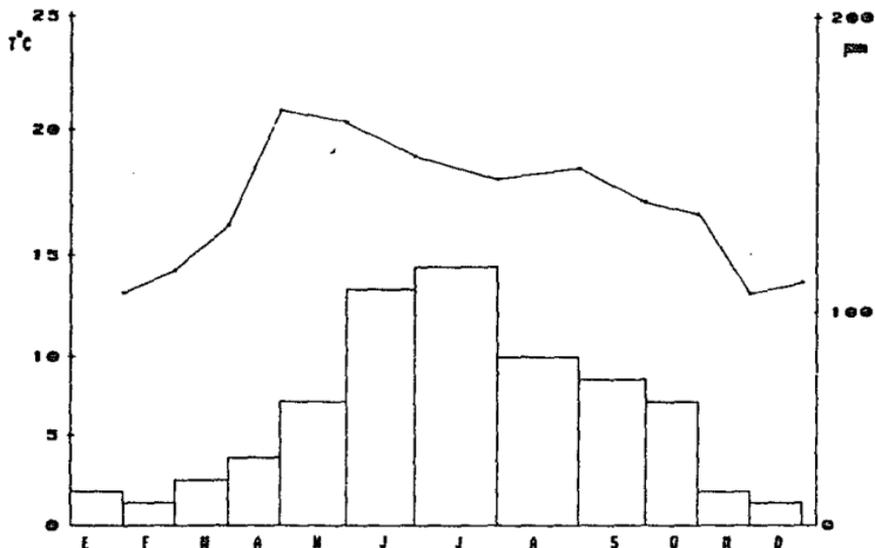
**PRECIPITACIONES MENSUALES**

Mes <hr/> Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1970	8.5	1.3	10.2	0.2	47.3	174.0	99.9	27.1	51.5	50.7	0.2	10.2
1971	2.4	10.2	55.5	36.9	76.8	172.4	63.0	79.3	120.3	91.7	49.1	10.9
1972	2.9	0.4	26.0	15.3	74.9	165.0	93.4	12.1	42.6	64.7	10.6	12.9
1973	0.5	0.2	10.2	39.1	72.4	139.2	211.0	142.6	61.1	115.2	42.1	4.4
1974	10.2	5.5	10.5	25.5	52.3	76.4	147.0	49.0	137.9	23.6	39.7	4.1
1975	17.0	10.2	5.6	137.1	147.0	156.2	104.5	70.0	13.2	10.2	0.0	
1976	3.2	1.3	33.5	5.35	153.4	15.7	154.0	114.1	99.1	91.0	10.0	45.0
1977	2.7	7.0	5.6	16.2	53.0	116.9	49.0	03.4	61.0	32.0	10.3	6.6
1978	3.6	15.6	33.1	45.3	32.2	70.6	122.3	32.5	03.4	03.0	10.5	15.3
1979		15.5	1.2	57.4	33.4	09.3	121.7	01.1	03.7	2.0	30.1	20.1
1980	33.5	3.9	27.6	10.3	134.5	65.6	26.0	143.1	44.2	02.4	5.0	0.0
1981	20.9	20.9	15.4	92.7	35.5	175.4	112.7	02.3	23.0	95.6	0.4	1.7
1982	0.0	10.5	64.1	63.4	42.1	14.3	104.0	42.9	22.1	70.1	1.0	9.4
1983	20.0	2.0	1.1	0.0	57.7	45.3	127.3	113.9	12.0	22.0		
1984												
1985	5.0	3.3	17.0	42.2	42.6	169.2	107.0	41.9	72.0	30.0	10.2	10.2

GRAFICA 1  
ESTACION METEOROLOGICA: Tula de Allende  
ESTADO: Hidalgo  
DEPENDENCIA: S.M.N.

LATITUD : 20°03'  
LONGITUD : 99°21'  
ALTITUD : 2066 m.

GRAFICA DE TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES  
MEDIAS MENSUALES DEL PERIODO  
1970-1985



GRAFICA PUNTEADA: TEMPERATURA

GRAFICA DE BARRAS: PRECIPITACION

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen (modificada por E. García) y a los resultados, se obtuvo un clima C (w) templado subhúmedo con lluvias en verano que es el más seco de los subhúmedos. Su ubicación está muy difundida en las montañas del centro y sur de México, así como en la parte sur de la Altiplanicie Mexicana.

De acuerdo a su situación geográfica, el asoleamiento debido a las diferentes posiciones de los rayos solares, se indica en los ángulos verticales respecto a la horizontal por consecuencia, las orientaciones recomendables para construcciones habitacionales deben ser: sur sureste y oriente.

El clima ejerce una influencia determinante en vegetación y cultivos.

## 5. SUELO

En el municipio de Tula de Allende existen los siguientes tipos de suelo:

FLOZEM (Del griego Phaeos: Pardo y del ruso Zemlja, tierra)

Se encuentra alrededor de la presa Endho y cubre una extensa área del municipio. Es el que más predomina: se presenta en diversos tipos de clima y en cualquier tipo de vegetación. Presenta una capa superficial rica en materia orgánica y nutrientes. La profundidad que presentan influye en su uso

Pues los muy profundos resultan mejores para la práctica de la agricultura de riego o temporal; mientras que los de menor profundidad se utilizan en la ganadería, ya que tienen mayor susceptibilidad a la erosión. También influye la pendiente del terreno y la disponibilidad de agua.

#### **LITOSOL. (Del griego Lithos; Piedra)**

Se localiza en zonas cercanas a la presa en áreas definidas del municipio. Su profundidad es menor de 10 cms; se encuentra tanto en terrenos planos como en pendientes. La utilización del mismo depende del tipo de terreno. Dentro de la agricultura es muy favorable para la producción del nopal, el cual se cultiva mucho en la zona. También se puede practicar pastoreo.

#### **REGOSOL (Del griego Rhegosol; manto, cobija)**

En una menor extensión se observa suelo tipo regosol, que no es muy profundo y no presenta capas distintas. Es común encontrarlo asociado al litosol.

Su uso depende de su profundidad pues agrícolamente no se obtienen buenos resultados, aunque se utilizan para cultivar granos.

Existen problemas de erosión en toda el área, ya que la carencia de raíces de árboles que lo fijen y lo cubran provoca que el viento, la lluvia y el hombre lo erosionen.

También la falta de rotación de cultivos lo perjudican.

## 6. HIDROLOGIA

Los ríos del estado de Hidalgo que corresponden a la vertiente del Golfo de México, dan lugar a tres sistemas hidrológicos:

- Río Amajac, que nace en la sierra de Pachuca y drena la parte central del Estado de Hidalgo, uniéndose posteriormente al río Moctezuma.

- Río Tulancingo, Venados o Metztitlán que nace en los límites con el Estado de Puebla y riega el sureste de la entidad, desembocando en la laguna de Metztitlán.

- Río Tula, que nace a unos 3,800 m. en la sierra de la Catedral en el Estado de México, atravesando Hidalgo por su parte occidental y recibiendo durante su recorrido los nombres de Tepeji, Tula y San Juan del Río. Su importancia en el estado de Hidalgo es vital, pues abarca aproximadamente el 80% de la superficie estatal.

El sistema hidrológico que riega el municipio de Tula de Allende corresponde al río Tula, sus principales afluentes son: río Tepeji, el Salto, Salado, Rosas y Tlautla. El sistema hidrológico es conocido en su tramo inicial como San Jerónimo, posteriormente se le conoce como río Tula, después

como río Moctezuma y por último como río Pánuco, el cual desemboca junto con el Tamesis en el Golfo de México, al sur de la ciudad de Tampico, Tamaulipas, con una longitud total de 297 Kms. Su importancia es primordial ya que irriga una gran extensión y sirve de límite entre el Estado de Hidalgo y el de Querétaro y San Luis Potosí.

El sistema hidrológico del río Tula, es controlado inicialmente por la presa Taxhimay y es utilizado con fines de riego. Después el colector general sigue en dirección N, tomando la corriente el nombre de Tepeji del Río, debido a que pasa cerca de esta localidad. Durante esta etapa, los afluentes más importantes son: el río de los Sabios y el arroyo Alcaparrosa.

Aguas abajo de la población de Tepeji, los escurrimientos se controlan por la Presa Requena, la cual recibe aportes a través del canal el Salto; posteriormente la corriente pasa por Tula, de donde toma su nombre. Aproximadamente a 30 kms aguas abajo de Requena se localiza la Presa Endho, que se considera como la obra de almacenamiento más importante del río Tula. En la sección Requena-Endho el río Tula recibe aportes en la margen izquierda que son el río Rosas y el Tlautla y por su margen derecha recibe al río el Salto.

Aproximadamente a 3 kms. aguas abajo de la Presa Endho, el río Tula cambia su curso al oriente y luego al N. hasta el

valle de Ixmiquilpan, ahí la corriente toma el nombre de San Juan del Río, y al confluir el río Salado con el río Tula, dan lugar al río Moctezuma, que después se convierte en río Pánuco y desemboca en el Golfo de México.

Resumiendo los ríos: los Sabios, Tepeji, el Salto y Salado, afluentes del río Tula junto con los ríos Tlautla, Rosas y la Joya, abastecen el vaso de la presa Endho, cuya capacidad de almacenar agua es de 182 millones de m<sup>3</sup>.

El sistema hidrológico al cual pertenece el río Tula, tiene una gran importancia, ya que forma parte del distrito de riego 03, que abastece la zona del valle del Mezquital. Asimismo, es utilizado también para verter en él las descargas de aguas residuales de la ciudad de México.

A pesar de la escasez de agua existen manantiales termales (sulfurosos y medicinales) como el de Canteras de Tula y otros de efectos medicinales, con temperaturas entre los 30o a los 58oC como el de Pathecito y Chichimequillas. También se ha comprobado la presencia de aguas subterráneas, debido a la perforación de pozos que ha realizado la S.A.R.H. y Pemex.

## 7. VEGETACION

La vegetación original se ha modificado con el paso del tiempo. La cubierta vegetal es de regiones áridas, con suelos muy erosionados y vegetación raquítica. Dicha cubierta

también se ha reducido debido a la apertura de campos de cultivo.

La vegetación es sumamente pobre en bosques, encontrándose principalmente herbáceas y leguminosas cultivadas como cebada y maíz, en las planicies del municipio se localizan zonas de arbustos xerófilos, como mezquites, huizaches, nopales y magueyes.

Hay muchas clases de matorral desértico arbustivo y una alta variedad de cactáceas. El matorral constituye un 30% de la vegetación de la zona, por lo tanto es común encontrar comunidades de matorral xerófilo, el cual corresponde a algunas cactáceas, plantas arborescentes y especies de yucca. El matorral xerófilo se presenta abundantemente, ya que no es muy sensible a su destrucción por la actividad del hombre.

El bosque espinoso se encuentra asociado con el matorral xerófilo. En ambos existen plantas espinosas como: magueyes, nopales y cactus.

En la presa Endho, donde se encuentra la zona de riego se pueden observar grandes áreas verdes, que corresponden a las zonas destinadas a la producción agrícola. Además en las riberas de los ríos se pueden encontrar árboles de distintas especies como sauces, ahuehuetes y nopales.

Existen plantas acuáticas como los tules y plantas flotantes, de las que sobresalen la Eichornia crassipes (lirio acuático), la cual cubre casi en su totalidad a la presa Endho.

La ausencia de bosques es muy notoria, debido a la desaparición de la flora original como los pinos y encinos pues se produce una alteración en los suelos y la pérdida de su fertilidad. La desigualdad en la distribución de materia orgánica en el suelo origina una vegetación variada.

Es notable la transformación que ha sufrido el paisaje, debido a que grandes hoquedades han sido producidas por las compañías cementeras del Área contigua y el problema de la erosión se intensifica.

## **B. RIEGO.**

El distrito de riego 03 inició sus operaciones en el año de 1904, utilizando las aguas residuales de la Ciudad de México y está dividido en varias unidades de riego que comprenden 17 municipios del Estado de Hidalgo y 2 del Estado de México. La superficie reportada como regable asciende aproximadamente a 50,094 has.

Con la superficie de los 17 municipios se han integrado 6 unidades de riego, las cuales operan bajo la influencia del distrito, pero administradas individualmente, para obtener

mejor rendimiento. La cuenca de captación cubre una superficie aproximada de 11,000 Km<sup>2</sup>, hasta la población de Ixmiquilpan, Hgo. Tula de Allende opera como una unidad de riego, a la cual le corresponde una extensa área del distrito, ya que comprende 4 municipios: Tula, Atotonilco, Tepetitlán y Tezontepec.

El distrito de riego cuenta con las siguientes obras: Presa Requena, Presa Endho, derivaciones de las corrientes que atraviesan la zona, tales como Derivadora el Tablón, Derivadora la Virgen y un sistema de canales de conducción y distribución.

Los principales canales de riego del distrito son:

- Canal Endho, con una capacidad de 17 m<sup>3</sup>/s
- Canal Requena, con 15 m<sup>3</sup>/s
- Canal Juandhó, con 13 m<sup>3</sup>/s
- Canal Endho, con 10 m<sup>3</sup>/s

Los canales Requena y Endho se unen en un sitio llamado "La Licuadora", abasteciendo así parte de los requerimientos que tiene el distrito.

En el distrito 03 actualmente se consume un volumen cercano a 1000 millones de m<sup>3</sup>. tres cuartas partes corresponden a derivaciones del río Salado y el resto es abastecido mediante las Presas Taxhimay, Requena y Endho.

Los principales cultivos son: alfalfa, maiz, cebada y trigo. También se producen en menor cantidad avena forrajera, jitomate y chiles. El uso de fertilizantes en esta zona es muy reducido y no se cree necesario su empleo, debido a que el contenido de materia orgánica de las aguas negras es suficiente para enriquecer los cultivos, pero lo adecuado sería la utilización adicional de fertilizantes para el completo fortalecimiento de los productos.

### CAPITULO III

#### LIRIO ACUATICO

##### 1. DESCRIPCION

Las principales malezas acuáticas son: Eichornia crassipes, Eichornia azurea, Pistia stratiotes, Salvinia sp., Alga sp. e Hydrilla sp. La Eichornia crassipes, mejor conocida como lirio acuático se encuentra invadiendo una área considerable de la presa Endho debido a su rápida proliferación, que es a razón de media hectárea en 8 meses.

El lirio acuático es una especie acuicola dulce en la que predomina la propagación vegetativa. Es una planta acuática flotante, perenne, aunque se pueden encontrar fijas en los suelos pantanosos a orillas de lagos y lagunas y unidas a otras por estolones. La parte externa corresponde a las hojas, mientras que las raíces permanecen bajo el agua, pues sus características acuáticas favorecen la creación de una red sumergida, que impide el movimiento, originando el estancamiento de las aguas.

El lirio acuático se compone de un rizoma o tallo vegetativo, raíces, hojas de roseta, inflorescencia y estolones que conectan las plantas flotantes. La inflorescencia consiste en un racimo que tiene hasta 35 flores zigomórficas dispuestas en espiral. Las flores emergen

a la superficie, mientras que la maduración de la cápsula se efectúa bajo el agua. El fruto corresponde a una cápsula dehiscente que produce aproximadamente 450 semillas por cada una. Las hojas tienen varias capas de parenquima empalizada por ambas superficies. Cuando la temperatura baja aproximadamente a 60C (Diciembre-Enero) las plantas están marchitas y con un color oscuro. Durante la primavera tienen un color más verde y alcanzan un mayor tamaño, el cual varía de acuerdo al habitat donde se presente; puede ser enano, mediano o grande. Su habitat más favorable es en aguas sin movimiento continuo.

El lirio acuático es rico en potasio, cloruros y fósforo y tiene un alto contenido de agua. Florecen principalmente en Julio y Agosto. También se le conoce comúnmente como lirio de agua, jacinto, huachinango, patitos, lentejilla y cucharilla.

## 2. ORIGEN

El lirio acuático es nativo de la cuenca amazónica del Brasil. Su expansión ha sido tan difundida que actualmente es común encontrarlo en zonas tropicales, subtropicales y templadas. Su presencia en la República Mexicana se remonta al año de 1877, cuando fue introducida como planta de ornato y debido a la gran adaptación climática su proliferación se extendió a todo el país. Desde 1948 ha ocasionado problemas en el sistema hidrológico Lerma-Chapala, impidiendo el total aprovechamiento del agua.

### 3. TAXONOMIA

La clasificación taxonómica de Eichornia crassipes (lirio acuático) es la siguiente:

Reino	-----	Vegetal
Subreino	-----	Fanerógamas
Tipo	-----	Angiosperma
Clase	-----	Monocotiledonia
Subclase	-----	SUPEROVÁRICA
Orden	-----	Farinosae
Familia	-----	Pontederiaceae
Género	-----	Eichornia
Especie	-----	<u>crassipes</u>

### 4. MORFOLOGIA

Las partes más importantes del lirio acuático son:

a) Raíz, la cual contiene una gran cantidad de raíces secundarias. Puede alcanzar hasta 1 m. de longitud.

b) Ecioja, que es una vesícula esponjosa hueca.

c) Hojas, tienen variadas formas ovales, elípticas, etc. Constan de una base, apice y gran cantidad de nervios.

d) Flor, se encuentra erecta hasta que florece, después se inclina. Tiene 6 pétalos con una coloración de malva a lila, se encuentran unidos en la base.

e) Androceo, que consta de 6 estambres, filamentos curvos y anteras en la base.

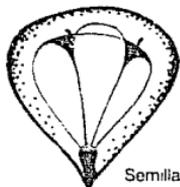
f) Gineceo, tiene ovario súpero de forma oval, contiene estilo y estigma.

g) Fruto, el cual contiene la semilla.

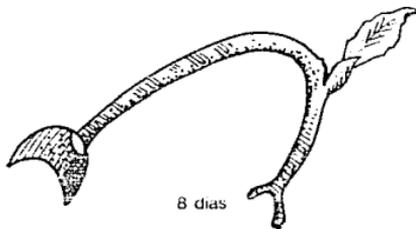
## 5. REPRODUCCION

La reproducción del lirio acuático puede presentarse por dos métodos; sexualmente y vegetativamente. Esta última, consiste en la creación de estolones en las rosetas de las hojas, dando lugar a nuevos retoños y estos a su vez a una nueva planta, se duplican de 11 a 18 días. Las células maternas de las plantas son las encargadas de la reproducción. En la presa Endho sólo se observa la propagación vegetativa, la cual ocasiona la enorme proliferación del lirio acuático. La reproducción sexual se presenta casualmente, pues requiere de condiciones ambientales especiales, como exposición solar y determinada temperatura. También influye la presencia de aguas negras desde 1971, lo cual probablemente se asocia con cuestiones adaptativas.

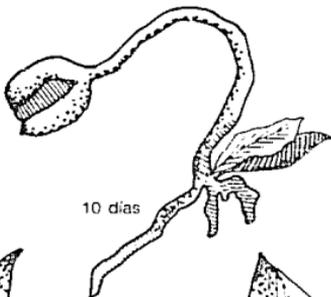
## ETAPAS DE DESARROLLO DEL LIRIO ACUÁTICO



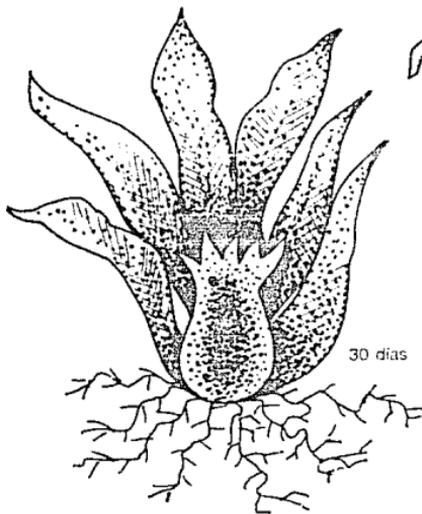
Semilla



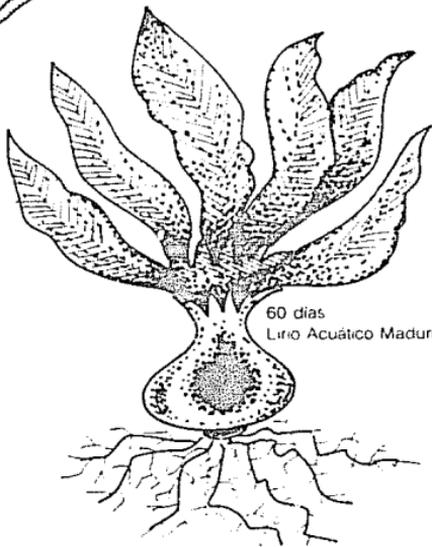
8 días



10 días



30 días



60 días  
Lirio Acuático Maduro

## 6. INVASION DEL LIRIO ACUATICO

La Presa Endho inició la recepción de aguas negras en el año de 1971, con la contaminación de la Presa se desarrolló el lirio acuático, extendiéndose rápidamente debido a la reproducción vegetativa y a su adaptación, lo cual es característico de aguas con poco movimiento.

La invasión del lirio acuático impide que la luz penetre a las profundidades del embalse evitando la realización del proceso de fotosíntesis, la oxigenación se ve limitada afectando al fitoplancton, la evapotranspiración ocasiona grandes pérdidas de agua, afectando la eliminación de oxígeno disuelto. Todo esto contribuye a la eutroficación de las aguas de la Presa y ha acabado con la fauna acuática (peces odoratos, hemipteros, etc) que sostienen el equilibrio ecológico. La presencia de aguas negras que contienen un alto grado de nutrientes, favorecen la presencia del lirio acuático el cual ha resultado un habitat favorable para el desarrollo del mosquito culex, pues se ha presentado un crecimiento desmedido de su población, ocasionando diversas molestias para el hombre y el ganado.

La proliferación del lirio aumenta en donde la mano del hombre ha intervenido perturbando los ambientes acuáticos. Su adaptación climática es muy grande, ayudando también a su reproducción.

Algunos problemas que se originan por la presencia del lirio son la evapotranspiración, obstrucción de navegación y pesca, impedimentos en la utilización de energía eléctrica e hidráulica, incremento en la tasa de asolve de la presa, bloqueo de compuertas, creación de un habitat que aumenta el desarrollo de mosquitos culicineos, incapacidad en la creación de centros turísticos, etc.

El lirio acuático es tan abundante que llega a formar un colchón que presenta poco movimiento de las aguas, temperatura y sombra que favorecen las condiciones para la presencia del mosco culex. Los mosquitos se asientan en el lirio, depositando larvas sobre el mismo.

## 7. CONTROL DEL LIRIO ACUATICO

Las medidas para el control del lirio son variadas, entre las que destacan:

- Utilización de Auxinas sintéticas, que deterioran el crecimiento del lirio. No afectan a los animales y no son tóxicos, pero este procedimiento se encuentra en etapa experimental.

- Cercosporas, aunque no se ha evaluado su efecto, si se redujo una población de lirio acuático.

- Herbicidas, que no son muy favorables, pues afectan los cultivos y el medio acuático.

- Control mecánico, es el mas adecuado, pues no causa daños al hombre y animales, aunque tiene un costo elevado; un ejemplo de esto es la utilización de la motocosechadora que es una máquina que se coloca sobre un barco para cosechar el lirio acuático de la superficie del agua, mediante un cilindro giratorio. Posteriormente para eliminar la humedad excesiva se hace pasar a la planta por unos rodillos para que pierda el agua lentamente ya que se cuida que conserve los elementos nutrientes que contiene la savia para obtener un producto con calidad para el ganado. La motocosechadora recoge hasta 100 m<sup>3</sup> de lirio/hora y a un costo de \$1'000,000.00 (un millón de pesos) aproximados.

- Nemátodos, son insectos que atacan al lirio y le dan muerte.

Después de acabar con la población de lirio acuático conviene introducir algas que aumenten el oxígeno, así como peces herbívoros y larvívoros que ataquen la presencia del lirio y el mosquito.

## 8. BENEFICIOS

El lirio acuático (Eichornia Crassipes) presenta una alta capacidad de absorción, por lo que podría utilizarse como depurador de aguas de algunos metales pesados. Los iones

metálicos que se encuentran en los desechos industriales y que son conducidos a las aguas residuales, presentan un alto riesgo para el hombre, ya que las aguas son utilizadas para riego de productos agrícolas, que posteriormente sirven como alimento al hombre.

Las actividades mineras, fabricación de papel y de insecticidas originan alta presencia de cobre (Cu) en los desechos, mientras que las fundiciones, la combustión de gasolina y la industria de fertilizantes propician la existencia de plomo (Pb) en los desechos. Los metales pesados son contaminantes químicos de alto peligro ambiental por su permanencia y sus efectos tóxicos.

Las aguas residuales industriales contienen iones metálicos como plomo y cobre que dañan a los organismos que los ingieren. En el medio acuático causan disminuciones en la productividad y en la diversidad, pues los metales pesados se acumulan en el plancton.

Recientes investigaciones con cobre y plomo han revelado que el lirio acuático realiza una absorción más significativa de cobre en los primeros 5 días y presenta una mayor acumulación en la raíz, seguido de las hojas y el pecíolo. Con respecto al plomo el lirio acuático tuvo una mayor absorción durante los primeros 5 días, almacenándose primeramente en la raíz, y después en los pecíolos y hojas. En ambos casos las plantas se afectan, pero sobreviven.

También se ha demostrado que el lirio acuático tiene la capacidad de remover cadmio, níquel y mercurio, lo cual representa un gran avance.

Por otra parte la planta industrial agropecuaria de lirio acuático que se encuentra a la orilla de la Presa Valsequillo, ha realizado investigaciones utilizando el lirio acuático como alimento para animales, proporcionándoselo directamente sin procesarlo. Los resultados obtenidos se exponen a continuación:

- Es necesario habituar a los animales a consumir el lirio acuático y complementar su consumo con alimento balanceado y melaza de caña. ya que el lirio posee fibra en exceso y su energía metabolizable es baja.

- Los animales consumen el lirio acuático a excepción de la raíz, que es donde existe mayor cantidad de agua.

En Xochimilco el lirio acuático se utiliza como abono vegetal orgánico en chinampas, favoreciendo el desarrollo de las hortalizas.

El exceso de nutrientes en aguas estancadas favorecen la reproducción de algas y dan como resultado la eutroficación. En este caso el lirio acuático puede eliminar los nutrientes para que no aumente excesivamente la cantidad de algas, aunque hay que vigilar su reproducción y eliminarlo para evitar que invada el embalse.

Actualmente el aprovechamiento del lirio acuático se esta diversificando, pues se utiliza:

- Como acondicionante de suelos
- Como alimento para el ganado, peces y aves
- Depurador de aguas residuales
- Para remoción de metales pesados

Las investigaciones sobre el aprovechamiento del lirio acuático continúan para industrializarlo a nivel comercial y utilizarlo como fuente de energía.

## LIRIO ACUATICO

ESQUEMA 1



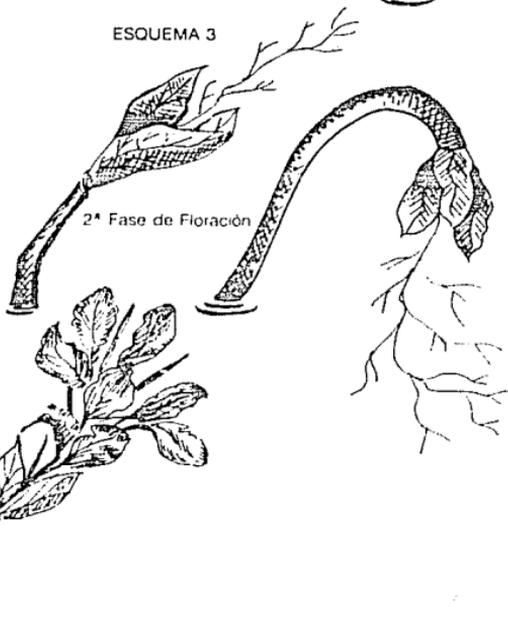
Tiempo que tarda en aflorar  
1ª Fase de Floración



ESQUEMA 2



ESQUEMA 3



2ª Fase de Floración

## CAPITULO IV

### MOSCO CULEX

#### 1. INTRODUCCION

Los mosquitos son insectos muy numerosos, se calcula que existen 3,000 especies en el mundo, se encuentran diseminados en todas partes causando molestias al hombre y animales. Los mosquitos perjudican a los seres vivos, pues son portadores de microorganismos, que ocasionan enfermedades que han provocado altos indices de mortalidad en grandes poblaciones a través de la historia de la humanidad.

Algunas de las enfermedades que han transmitido los mosquitos son: malaria, fiebre amarilla, encefalitis y dengue entre otras, que en su momento han representado una verdadera plaga para las antiguas civilizaciones.

Para poder controlar la gran población de mosquitos es necesario tener un conocimiento avanzado sobre los mismos, para poder establecer lineamientos y estrategias satisfactorias.

Los mosquitos se subdividen en 3 subfamilias, que son:

- a) Anophelinae
- b) Toxorhynchitinae

c) Culicinae, al que pertenece el Género culex, tienen aproximadamente 1,700 especies que requieren de un medio acuático para su desarrollo.

## 2. TAXONOMIA

La clasificación taxonómica del mosquito es:

Reino	-----	Metazoos
Phylum	-----	Arthropoda
Clase	-----	Insecta
Orden	-----	Diptera
Familia	-----	Culicidae
Subfamilia	-----	Culicinae
Género	-----	Culex

## 3. CARACTERÍSTICAS DEL MOSCO CULEX

Las aguas residuales y el lirio acuático reúnen las condiciones necesarias para crear un habitat favorable para el desarrollo del mosquito culex, ya que se protege de los cambios climáticos y deposita sus huevos en la maleza acuática. El número de huevecillos depositados varía de 100 a 400 y estos maduran de 7 a 9 días, según la temperatura y la humedad. Posteriormente nace la larva, que requiere de un medio acuático para su desarrollo y continúa viviendo sobre el lirio acuático. Emerge frecuentemente a la superficie o utiliza sus tubos respiratorios para sobrevivir. Se

desarrolla favorablemente hasta que alcanza una longitud aproximada de 10 mm; se alimenta principalmente de bacterias y algas, por un periodo aproximado de 7 días. Posteriormente la larva se convierte en pupa y permanece así de 2 a 4 días, durante los cuales no se alimenta. Después pasan a la última fase de crecimiento y emergen del agua en edad adulta.

Pueden ser antropófilos o zoófilos, los machos se alimentan de flores y frutas y las hembras las consumen ocasionalmente, necesitando además sangre para realizar la ovulación. Pues la hipófisis se motiva cuando la ingieren. Por lo que pican a hombres y animales.

Los mosquitos de la familia culicidae son muy numerosos y se caracterizan por la delgadez de su cuerpo y su tamaño que es muy pequeño. El cuerpo de los mosquitos se divide en cabeza, torax y abdomen. La cabeza y el aparato bucal terminan en pico; tienen ojos compuestos, antena y extremidades largas, por lo cual comunmente se les conoce como zancudos. Generalmente los mosquitos culex se sitúan en enjambres a los que llegan las hembras y se lleva a efecto la copulación. El promedio de vida del culex es de 30 días aproximados. La luz brillante y las telas de color oscuro representan una forma de atracción para ellos, al igual que la presencia del hombre y animales.

El ataque de los mosquitos varia de acuerdo a las condiciones ambientales, edad y hora. Las regiones calidas favorecen su presencia y se encuentran por lo general en el campo y la ciudad.

#### 4. DANOS A LA SALUD

Los mosquitos que se desarrollan en aguas estancadas, forman enjambres muy numerosos que se diseminan por toda el área, deteriorando la salud de seres vivos. Pues al atacar pueden transmitir diversas enfermedades debido a que son vectores de las mismas y si no se controlan a tiempo pueden llegar a ser peligrosas. Debido al daño que causan los mosquitos al picar al hombre y ocasionarle molestias como los piquetes y tal vez infecciones más graves, es necesario considerarlo como un problema de salud pública. El piquete origina eritema, hinchazón o prurito y si se rasca con exceso puede producir una infección. Los niños manifiestan alergias a los piquetes y si se complican las lesiones es necesaria la atención médica.

Los mosquitos son vectores de 3 tipos de organismos que son nocivos y causan enfermedades al hombre y animales:

- a) Virus, que produce fiebre amarilla, encefalitis, dengue, etc.
- b) Filarias que dan lugar a la filariasis.

c) Plasmodios que provocan la malaria

Los cambios en el entorno físico debido a la presencia de una presa son múltiples y no hay que ignorar los problemas de salud que se crean por las nuevas condiciones relacionadas con la existencia de los agentes vectorales, como el mosquito *Culex*, que transmite diversas enfermedades virales.

Existen algunos mosquitos del género *Culex* que son vectores de diversas enfermedades que se mencionan a continuación:

- *Culex pipiens quinquefasciatus* y *Culex fatigans* transmiten *Wuchereria bancrofti*, que produce la filariasis.
- *Culex pipiens* y *Culex tritaeniorhynchus* portan la encefalitis japonesa.
- *Culex tarsalis*, *Culex pipiens* y *Culex pipiens quinquefasciatus* son vectores de la encefalitis de San Luis.
- *Culex quinquefasciatus* y *Culex tritaeniorhynchus* transmiten *Dirofilaria immitis*.
- *Culex tarsalis* transmite la encefalitis equina del oeste.

## 5. CARACTERISITICAS DE ALGUNAS ESPECIES DE CULEX

### a) Culex pipiens

Es de color café y se desarrolla en aguas estancadas, donde deposita sus huevecillos. Es muy molesto, pues ataca principalmente de noche y produce zumbidos constantes. Transmite la encefalitis.

### b) Culex pipiens quinquefasciatus

También es de color café oscuro y su habitat más favorable es donde hay aguas residuales. Esta especie de culex, junto con el pipiens ocasionan la filaria humana Wuchereria bancrofti, pues son huéspedes importantes y vectores. También transmiten malaria, dirofilariasis y viruela aviar.

### c) Culex tarsalis

Es un mosquito grande y color café oscuro. Se encuentra con mayor frecuencia en climas cálidos y en aguas contaminadas. Ataca principalmente a aves y en menor grado al hombre y ganado. Transmite encefalitis.

### d) Culex tritaeniorhynchus

Es de tamaño pequeño, color café y ataca principalmente a cerdos, aunque también a aves y al hombre. Es transmisor de la encefalitis.

**CUADRO 1.** Algunas de las enfermedades más importantes del hombre y los animales domésticos que son transmitidas por mosquitos (Metcalf y Filt, 1980)

Nombre de la enfermedad	Animal afectado	Vector de la Enfermedad	Oganismo Patógeno	Clasificación del microorganismo patógeno	Distribución de la Enfermedad	Método de Transmisión.	Otras formas comunes de obtener la enfermedad
Fiebre Amarilla	Humano, mono, roedores, zarigüeya y oso hormiguero.	<i>Aedes aegypti</i> , <i>A. leucocelaenus</i> , <i>Hemagogus capricornii</i> , <i>H. equinus</i> y <i>H. Albomaculatus</i> .	<i>Charon evagatus</i> .	Virus.	Los trópicos y subtropicales de África y América.	Inoculada directamente en la sangre por las partes bucales del mosquito.	Ninguna exclusivamente propagada por mosquitos
Malaria	Hombre	85 especies de mosquitos anopheles	<i>Plasmodium vivax</i> , <i>P. falciparum</i> , <i>P. malarium</i> y <i>P. Ovale</i>	Phylum protozoa, clase sporozoa, orden haemasporidia, familia plasmodiadae.	En una amplia faja alrededor del globo, en los trópicos y subtropicales.	Igual.	Ninguna exclusivamente propagada por mosquitos
Dengue	Hombre.	Los mosquitos <i>Aedes aegypti</i> y <i>A. albopictus</i> .	Igual	Desconocido	Alrededor del mundo, los trópicos y subtropicales.	Igual.	Ninguna exclusivamente propagada por mosquitos
Encefalitis	Hombre o caballos y pájaros.	Los mosquitos <i>Culex tarsalis</i> , <i>C. pipiens</i> , <i>C. quinquefasciatus</i> , <i>Aedes taeniorynchus</i> y <i>A. sollicitans</i> .	<i>Erros Scoticus</i> , <i>E. silvestris</i> , <i>E. scelestrus</i> , <i>E. equinus</i>	Virus.	E.U.A., Canadá y América del Sur.	Igual.	Ninguna exclusivamente propagada por artrópodos.
Filariasis	Hombre	20 o más especies de <i>Aedes</i> , <i>Anopheles</i> , <i>Culex</i> y <i>mansonia</i> .	<i>Wuchereria bancrofti</i> y <i>W. Malayi</i>	Phylum Nematelminthes, Clase nemátoda, Orden Spirurida.	Alrededor del mundo, en trópicos y subtropicales.	Igual.	Ninguna exclusivamente propagada por mosquitos

## 6. ENFERMEDADES QUE CAUSA EL MOSCO CULEX

### a. FILARIASIS

Se transmite por la picadura del mosquito culex, especialmente el Pi2iens quinquefasciatus. Las filarias (Wuchereria bancrofti) se alojan en los mosquitos y pueden permanecer vivas hasta 4 días después de vivir en los insectos. Penetran por la picadura del mosquito a la piel del huésped, desarrollándose y produciendo nuevas filarias que afectan al hombre y animales.

Los síntomas incluyen fiebre, escalofríos y se presenta elefantiasis, que es el crecimiento de tumores en algunas partes del cuerpo: Piernas, brazos, etc, debido a que existe obstrucción, pues las filarias se alojan en los vasos sanguíneos.

Los lugares con excesiva población carentes de drenaje y zonas donde existen aguas estancadas, favorecen la propagación de esta enfermedad. Las filarias afectan la vida del mosquito y se reduce su capacidad de vuelo, se afecta su reproducción y pueden causarle la muerte.

En casos avanzados de filariasis es conveniente someterse a quimioterapia, para acabar con las filarias que se encuentren en la sangre. En la elefantiasis debe de practicarse cirugía, para favorecer la circulación.

Es conveniente evitar el contacto con los mosquitos vectores para evitar la filariasis.

#### **b. ENCEFALITIS**

Existen varios tipos de encefalitis, dependiendo del lugar y los síntomas que se presenten, pero todos pueden aparecer en el hombre por picadura de mosquitos culex.

Algunos tipos son:

##### **- Encefalitis Equina del Este**

Afecta principalmente a niños pequeños. Los síntomas son: fiebre, vómito y convulsiones. En etapas avanzadas puede provocar retraso mental o muerte. Cuando aumenta la población de mosquitos culex, portadores de este virus se presentan epidemias.

##### **- Encefalitis Equina Venezolana**

Se presenta principalmente en caballos, mediante fiebre, depresión y alteración de la visión. Pierden el apetito y se debilitan, por lo que en muchas ocasiones mueren.

##### **- Encefalitis Equina del Oeste**

También afecta a caballos y generalmente les causa la muerte. El principal vector es culex tarsalis, pues tiene una gran adaptación para retener y propagar este virus.

#### - Encefalitis Japonesa

Se manifiesta con dolores de cabeza, fiebre y complicaciones cerebrales. En casos extremos se puede llegar a estar en coma y posteriormente morir. Esta enfermedad es delicada, pues puede traer daños mentales permanentes. El vector principal es el Culex tritaeniorhynchus.

#### - Encefalitis de San Luis

Se localiza principalmente en E.U.A ocasiona fiebre y dolores de cabeza. En su etapa aguda produce escalofríos, náuseas y convulsiones; puede llegar a presentarse parálisis.

Los vectores de esta enfermedad son: Culex tarsalis, Culex pipiens, Culex quinquefasciatus, Culex nigripalpus y en menor grado Culex salinarius y Culex restuans.

Entre las enfermedades que afectan con mayor frecuencia a las aves se encuentra la Viruela Aviar, que causa lesiones en la piel deteriorando su salud y por otro lado, esto disminuye considerablemente su valor en el mercado. Actualmente existe una vacuna para la prevención de esta enfermedad. Destacan como principales vectores Culex pipiens y Culex tarsalis.

Todos los padecimientos mencionados anteriormente, sólo se adquieren por picaduras de mosquitos, no se contagian por otro medio. También la fauna migratoria que llega a la zona, es portadora de enfermedades, pues se infecta durante su estancia.

## 7. PRESENCIA DEL MOSCO CULEX EN LA PRESA ENDHO

En el año de 1980 se multiplicó la población de mosquitos culex en la presa y sus alrededores, debido a que el lirio acuático presenta las condiciones necesarias para el crecimiento del mosco culex. Esta sobrepoblación de mosquitos agravó las molestias que ya tenían el hombre y animales.

Debido a esto, se reportó el problema a las autoridades correspondientes, las cuales acudieron a verificar las constantes quejas de los afectados. Se visualizó el daño que se estaba gestando, pues no solamente aquejaba a la población, sino a los animales domésticos de la zona en cuestión.

Posteriormente se realizó un programa para el control del mosquito culex, en el cual se manifestó su relación con la presencia del lirio acuático y las aguas negras estancadas. Ante la imposibilidad de la inexistencia de aguas negras se propuso atacar el lirio acuático para aminorar la presencia del mosco. Se han realizado varias estrategias para acabar con el lirio, pero este vuelve a aparecer después de un tiempo, debido a que no se lleva a cabo un control periódico. Se han detectado varias especies de culex en la presa Endho, lo cual hace necesario realizar estudios más exhaustivos para tener un mejor conocimiento del problema.

## 8. DAÑOS EN LA POBLACION

Según encuestas realizadas entre la población, Para evaluar los daños causados por los moscos, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Los mosquitos pican constantemente a los habitantes, algunos se han adaptado a los piquetes del mosquito, aunque los niños son los más afectados. Para combatir la comezón utilizan mentolato y alcohol.

- La picadura de los mosquitos a los animales domésticos les causa pérdida del apetito, del sueño, caída del pelo y en ocasiones pueden morir.

- El piquete se puede infectar, presentando hinchazón, haciéndose necesaria atención médica.

- Utilizan DDT, petróleo y humo para tratar de ahuyentar a la enorme población de mosquitos, que atacan con mayor fervor después de las 6 P.M. y durante toda la noche.

- Se calcula que existen de 60 a 70 moscos/m<sup>2</sup> en la presa Endho y alrededores, los cuales aumentan en época calurosa y disminuyen con el frío.

- Los habitantes ya no utilizan las aguas de la Presa, en virtud de que la contaminación es intolerable.

- El mosquito culex: tiene un radio de acción de 15 Km.

Se ha Generalizado el uso constante de insecticidas, el cual daña paulatinamente al medio, pues desde 1984 se han realizado fumigaciones para controlar la población de mosquitos, pero el resultado ha sido momentáneo, ya que posteriormente crean resistencia y por añadidura se desplazan a las zonas adyacentes y por consecuencia es más problemático atacar al mosquito adulto.

Las comunidades cercanas a la Presa Endho que se ven más afectadas con la presencia del mosco culex: son:

Xiteje de Zapata	San Miguel de las Piedras
Santa Ma. Dankho	Pedro Ma. Anaya
La Loma	El Retiro
Michimaloya	Julián Villagrán
Santa Ana AhuehuéPan	Xijay de Cuauhtémoc
San Pedro	San Francisco Bojay
La Puerta	Santa Ma. Chichilmanton9o

## 9. CONTROL DE MOSQUITOS

El control de mosquitos es un problema que requiere de investigación inmediata, por el daño que provoca en las áreas donde se desarrolla. Para su control no solo requiere de personal especializado, sino de la participación de la comunidad en general, a la cual se le debe brindar asesoría

respecto a las normas que deben seguir para evitar el menor contacto con los mosquitos. Es necesario tener extrema limpieza y contar con la ayuda de autoridades que los auxilién.

Entre las medidas que pueden llevar a cabo para evitar la presencia de lugares propicios para el desarrollo del mosquito se mencionan las siguientes:

- Evitar el estancamiento de agua en terrenos adyacentes a las viviendas para contrarrestar el desarrollo de los mosquitos.
- Proteger las viviendas lo mejor posible para detener el ataque de los mosquitos utilizando mosquiteros.
- Cuando los ataques de los insectos sean incontrolables, recurrir al repelente.
- Evitar el desarrollo excesivo de vegetación flotante para frenar un poco el crecimiento del mosquito culex.

También ciertos animales como sapos, ranas, lagartijas, aves, etc. ayudan en gran medida a la exterminación de esta plaga, debido a que los capturan para comérselos.

Como los mosquitos crean resistencia a los insecticidas su control ya no es muy efectivo, por lo que de utilizarse es conveniente seguir ciertas reglas para evitar la sobredosis

que cause daño al medio ambiente, para proteger a los peces, animales y al hombre. Es conveniente coordinar su aplicación y tomar las debidas precauciones.

## CAPITULO V

### POBLACION

#### 1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE

Tula de Allende es un municipio clave en el desarrollo regional del Estado de Hidalgo, pues cuenta con las condiciones necesarias para aumentar el ingreso estatal e impulsar un mayor avance agrícola e industrial principalmente. Muchos de sus problemas son derivados de su cercanía a la capital de la República, pues ésta les ha heredado contaminación en agua, suelo y aire; sobre todo el transporte de aguas residuales provenientes de la zona metropolitana de la ciudad de México, que ante la incapacidad de resolverlos los ha delegado a poblaciones vecinas. Las aguas residuales provenientes de la ZMLM son transportadas por el río Tula y son almacenadas en la Presa Endho, originando la presencia del lirio acuático que a su vez ha desencadenado una plaga de mosquitos culex, cuya presencia crea una situación crítica para la población. También es importante señalar el aporte de las industrias ubicadas en el municipio, quienes contribuyen a que la contaminación sea mayor.

La vecindad con la ZMCM les ha causado trastornos muy graves, con el peligro de que el desenfrenado crecimiento de la mancha urbana los invada. Los problemas aumentan pues en el municipio existen industrias importantes que requieren de mano de obra, que en su mayoría es originaria de otros lugares y requiere de habitación y servicios.

La ciudad de Tula es la cabecera municipal y se ubica en la confluencia de los ríos Rosas y Tula. La vía del ferrocarril divide a la ciudad, lo que dificulta su transporte. Las vías de comunicación incluyen carreteras hacia Tepetitlán del Río, Jasso, Nantza, Chapantongo, Actopan, San Francisco y al D.F. Los centros de población más cercanos son: el Carmen, San Marcos, el Llano, los cuales se dedican básicamente a la agricultura. Existen caminos de terracería a las principales localidades y caminos de mano de obra a las localidades menores. La zona arqueológica se localiza al sur de la ciudad y ésta representa una gran riqueza patrimonio Histórico-Cultural del país.

## 2. CIFRAS DE POBLACION

### a) Población Total

El municipio reporto un total de 57,604 hbs (según censo 1980) con una densidad de 128 hbs/km<sup>2</sup>, de los cuales 28,721 son hombres y 28,883 son mujeres. La población urbana es de 26,728 hbs. y la rural de 30,876 hbs.

Según estimaciones de 1985 formuladas por el Consejo Estatal de Población se calcula una población total de 58,049 hbs. con una densidad de 222 hbs./km<sup>2</sup> y de los cuales 34,044 corresponde a hombres y 34,005 son mujeres.

**b) Índice Anual de Natalidad y Mortalidad**

Según datos proporcionados por oficinas del Registro Civil, se obtuvieron las siguientes cifras:

AÑO	NATALIDAD	MORTALIDAD
1980	2,584	444
1981	2,514	421
1982	2,174	341
1983	2,200	400
1984	2,358	386
1985	1,971	274

El índice anual promedio de natalidad es de 4.11% y el índice anual promedio de mortalidad es de 0.69%, con una tasa de crecimiento del orden de 17%.

**c) Población Económicamente Activa por Sectores y Sexo (1980)**

SECTOR	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Primario	2,547	677	3,224
Secundario	3,616	961	4,577
Terciario	2,708	720	3,428
Población de Ocupación			
Insuficientemente espe-			
cificada	0	0	5,536
Desocupados que no han			
trabajado	0	0	108

Total general de la población económicamente activa - 16,873  
 que corresponde al 29.29% de la población.

Población Económicamente Activa por Sectores y Sexo (1985)

SECTOR	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Primario	3,005	799	3,804
Secundario	4,266	1,134	5,400
Terciario	3,195	850	4,045
Población de ocupación			
insuficientemente espe -			
cificado	0	0	6,531
Desocupados que no han			
trabajado	0	0	128

Total General de la Población económicamente activa - 19,908  
que representa el 29.25% del total de la Población.

Población Económicamente Activa según rama de Actividad  
Económica

- Agricultura, Ganadería, Caza, etc. ....	3,224
- Explotación de minas y canteras .....	188
- Industrias Manufactureras .....	3,278
- Electricidad, Gas y agua .....	68
- Construcción .....	1,043
- Comercio .....	1,177
- Transporte, almacenamiento, etc. ....	512
- Establecimientos financieros, etc. ....	138
- Servicios comunales .....	1,601
- Actividades insuficientemente especificadas .....	5,536
- Desocupados que no han trabajado .....	108

Hay que agregar la Población flotante que se calcula de 37 a 40%, que aumentó después de la instalación de la refinería Miguel Hidalgo de Petróleos Mexicanos y la Termoeléctrica Francisco Pérez Ríos de la Comisión Federal de Electricidad, además de la mano de obra que requieren las cementeras y otras industrias de importancia, que se ubican en el municipio. Según datos del censo de 1980, hubo 9,655

inmigrantes, de los cuales 2,160 llegaron del Distrito Federal.

El crecimiento Poblacional ha aumentado explosivamente por la generación de empleos de las actividades industriales. Para ejemplificar este constante aumento de población basta remitirse a evaluar las siguientes cifras:

POBLACION	POBLACION	POBLACION
1960	1970	1980
29,339	38,685	57,604

**d) Número de Localidades**

El municipio tiene 41 localidades, de las cuales 24 son pueblos, 12 son colonias, 3 rancherías y 1 ciudad que es Tula de Allende y corresponde a la cabecera municipal.

**e) Tenencia de la Tierra**

El municipio tiene una superficie territorial de 30,580 has. que se dividen en pequeña propiedad, ejidal y comunal.

La pequeña propiedad corresponde a 743 has. que representa el 2.43% del área total del municipio.

La superficie ejidal tiene 28,872 has. que son el 94.4% del área total del municipio.

La superficie comunal cuenta con 965 has. que representan el 3.17% del área total del municipio.

### 3. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

El sector primario cuenta con 19% de la población económicamente activa del municipio, mientras que la industria y servicios emplean el 47%. Esto no es suficiente, pues existe un sector de la población que requiere de empleos, aunado a los jóvenes que terminaron sus estudios y necesitan fuentes de trabajo. La ciudad de Tula, además de tener un crecimiento natural, tiene que soportar a la población de la ciudad de México que busca establecerse fuera de la gran urbe. Todo esto aumenta la necesidad de servicios, empleos, viviendas, etc. que requieren los nuevos inmigrantes.

#### USO ACTUAL DEL SUELO

Usos	Hectáreas
1. Agrícola	23,672.2
Riego	5,703.8
Temporal	17,968.4
2. Pecuario	500
Intensivo	-
Extensivo	500

3. Forestal	37.9
4. Industrial	1,500
5. Otros	4,869.9

Todas estas actividades se localizan dispersas en el municipio.

La cuenca del río Tula es una de las 2 principales del estado (la otra es la del río Metztlán), que alimenta al distrito de riego 03 y es el más importante a nivel estatal. También se utilizan las aguas negras provenientes de la ciudad de México.

Se practica agricultura de riego principalmente en las zonas cercanas a la presa y en las márgenes de los ríos, debido a los beneficios que trae el agua y la agricultura de temporal se localiza en zonas más alejadas de las corrientes.

TIPO DE AGRICULTURA

LOCALIDADES

Agricultura de Riego

Sobre todo al W del municipio Santa Ma. Macua, San Miguel de las Piedras, Xochitlán, Santa Ana Ahuehuépan, etc.

Agricultura de Temporal

Tultengo, El Llano, San Pedro Alpuéca, Minatitlán del Rey, Vindhó, Santa Ma. Magdalena, Santa Ma. Ilucan.

El valle del Mezquital es considerado el granero del Estado de Hidalgo, a pesar de que tiene una aridez extrema. Se obtiene: maíz, frijol, trigo, tomate, jitomate, cebolla, avena, vid, olivo, tuna, tejocote, durazno, garambullo, acitrón, etc. También se obtiene la cuarta parte del chile verde y la alfalfa que se produce en el país. El maguey tiene una superficie de cultivo de 25,000 has. en el estado, lo cual representa el 60% de la superficie magueyera del país. Los principales frutales son el nopal y el durazno.

Resulta ilógico pensar que teniendo tantos productos, la zona del valle del Mezquital es una de las más pobres en la que la población padece de desnutrición, pues todo se exporta a otros lugares.

Existen ciertos problemas en las zonas rurales, pues el trabajo agrícola no es impulsado por las autoridades y sin motivación no existe superación, por lo cual los agricultores no progresan pues requieren de alicientes y créditos, que les permitan desarrollarse y en ocasiones los campesinos se van a la ciudad de México a buscar trabajo como albañiles abandonando sus parcelas.

El contenido de materia orgánica en las aguas utilizadas para riego se ha empleado como fertilizante, pero es necesario utilizar otros nutrientes beneficios para los cultivos. Además los elementos tóxicos de las aguas residuales pueden resultar perjudiciales a los cultivos.

La actividad ganadera es predominantemente de tipo domestico y se emplea principalmente para autoconsumo. El ganado bovino se utiliza en la producción de leche. Comunmente el ganado bebe agua contaminada lo cual lo va deteriorando gradualmente y les produce parasitosis, por lo que es necesario desparasitarlos periódicamente para mejorar su salud y aumentar el rendimiento. En ocasiones se abandona a los animales muertos en los canales de riego, y debido a que no existe un control de sanidad animal adecuado se intensifica el problema. Se han registrado varias muertes de animales, sobre todo de borregos, por ataques del mosquito culex.

#### GANADERIA (1983)

Inventario animal	-----	1,506
Bovinos de carne (cabezas)	-----	1,778
Bovinos de leche (cabezas)	-----	21,769
Porcinos (cabezas)	-----	10,735
Caprinos (cabezas)	-----	12,578
Ovinos (cabezas)	-----	1,913
Leopóridos (conejos)	-----	236,693
Aves de engorda	-----	15,018
Pavos	-----	29,063
Apiarios (colmenas)	-----	2,888

La fauna silvestre es escasa en la zona desértica; es común encontrar roedores como conejos, ratas, liebres, tuzas y

ardillas, también hay reptiles como víboras. Dentro de la fauna doméstica se encuentran ovinos, caprinos, equinos, bovinos, porcinos y aves. Empieza a desarrollarse la Apicultura y Piscicultura.

La avicultura ocupa un renglón importante en la producción de huevo, ya sea en granjas especializadas en el municipio o en rancherías. También se cuenta con Pollos para engorda, así como ganado vacuno y porcino.

La producción animal se resume en el siguiente cuadro:

#### PRODUCCION ANIMAL

Leche de vaca (miles de litros)	.....	2,809
Leche de cabra (miles de litros)	.....	145
Queso de vaca (Kgs.)	.....	8
Crema (Kgs.)	.....	730
Mantequilla (Kgs.)	.....	738
Huevo (Miles de piezas)	.....	3,465
Lana (Kgs.)	.....	13,129
Miel de abeja (Kgs.)	.....	2,888
Cera de abeja (Kgs.)	.....	-

Fuente: Orientación Programática Municipal 1985-1987. Tula de Allende, Hgo.

La Pesca en la Presa Endho, es una actividad nula debido a que la contaminación terminó con la fauna acuática. Esto afecta a los habitantes del municipio, ya que representa un ingreso menor dentro de las actividades económicas.

Las actividades industriales son las más importantes a nivel económico para el municipio, en virtud de que posee grandes industrias, como la del cemento, la refinería de Pemex, la termoeléctrica de la C.F.E., etc.

#### TIPO Y NUMEROS DE INDUSTRIAS (1983)

Extractivas	.....	1
Transformación	.....	7
Construcción	.....	4
Agroindustrias	.....	1
Petroquímica	.....	1
Otras	.....	5

Sólo se mencionan las industrias más importantes.

La industria manufacturera se encuentra diversificada y se dedica a la fabricación de bolsas de papel, producción de tabicón, ensamble de equipo de transporte, hilados y tejidos de algodón, etc.

La ubicación de las industrias en el municipio de Tula de Allende se debe a varios factores, entre los que destacan:

- a) Vecindad del D.F.
- b) Existencia de infraestructura adecuada: vías de comunicación, carreteras, ferrocarril, energía eléctrica, etc.
- c) Facilidad en la contratación de mano de obra.
- d) Presencia de materias primas.

Además, una cantidad considerable de producción de las industrias se destinan al D.F. Es necesario relacionarse en mayor grado con agroindustrias, empacadoras y comercializadoras para beneficiar y aumentar la remuneración económica.

Las cementeras en el estado de Hidalgo son muy importantes, pues producen más de la cuarta parte del cemento a nivel nacional. En el municipio la extracción y producción de cemento, cal, yeso y silicie se lleva a cabo por la Empresa Cruz Azul y la Tolteca, cuya presencia data de tiempo atrás.

La empresa Cruz Azul se estableció en la antigua Ex-Hacienda de Jasso cerca de la ciudad de Tula y fue una de las 3 primeras cementeras del País. A partir de 1910 se fundó como sociedad privada por 2 ingleses: Gibson y Watson.

Actualmente funciona como cooperativa. La Tolteca se estableció en San Marcos (también cerca de la ciudad de Tula) en 1909, debido a la inversión de William J. Burk que poseía una firma norteamericana, pero después se vendió a capitales ingleses.

La rama turística es de gran importancia, debido a que la zona fue la cuna de la civilización tolteca, la cual fue una de las más importantes de la antigüedad y como muestra se encuentran los atlantes de Tula asentados en la pirámide principal de la zona arqueológica. Estas ruinas se localizan a 2 kms. al norte de la ciudad y atraen un gran número de turistas que representan fuentes de trabajo y entrada de divisas al municipio. Se calcula que las visitan 175,000 turistas al año, de las cuales el 65% corresponde al D.F. Es necesario brindar protección y mejoramiento continuo a la zona arqueológica, para evitar que se deteriore. Desgraciadamente el municipio no cuenta con las instalaciones necesarias para fomentar una mayor atracción al turismo nacional e internacional, pues por su importancia como legado histórico-cultural y por su cercanía a la ciudad de México tiene una situación privilegiada. La ciudad de Tula carece de hoteles suficientes para hospedar a los visitantes, también el convento de San Javier del siglo XVI es un monumento histórico importante.

Las lluvias no son muy abundantes, Pero existen manantiales termales en Ajacuba, la Cantera de Tula, etc. con Propiedades medicinales con temperaturas de 30o a 58oC, lo cual es otro atractivo turístico, Pero deben acondicionarse adecuadamente los balnearios e instalar la infraestructura turística adecuada.

#### 4. ASPECTOS SOCIALES

##### a) Vivienda

La vivienda en la zona rural es muy rústica y utilizan principalmente adobe y en ocasiones tabique. Son muy reducidas y casi siempre el ganado merodea en el área de las viviendas, creando condiciones de insalubridad. Las viviendas de mayor tamaño, cuentan con 2 cuartos, en los cuales habitan 6 ó 7 personas, por lo que existe un alto grado de hacinamiento. La mayor parte no cuenta con servicios elementales como: agua potable, drenaje y energía eléctrica.

El municipio cuenta con 10,123 viviendas y un total de 57,604 habitantes. De esta cifra 10,039 corresponde a viviendas particulares con 57,088 habitantes y 84 a viviendas colectivas con 516 ocupantes.

Los materiales Predominantes se enlistan a continuación

TOTAL DE VIVIENDAS

PARTICULARES ----- 10,039

TECHOS

Lámina de cartón	-----	743
Palma, tejamail o madera	-----	28
Lámina de asbesto metálico	-----	2,967
Teja	-----	330
Losa de concreto, bóveda de ladrillo, terrado en - ladrillado sobre vigas	-----	5,677
Otros materiales	-----	62
NO especificado	-----	239

MUROS

Adobe	-----	680
Tabique	-----	8,725
Madera	-----	54
Embarro	-----	30
Otros	-----	550

PIBOS

Tierra	-----	1,199
Concreto	-----	6,807
Otros	-----	2,033

Fuente: X Censo de Población y Vivienda del Estado de Hidalgo. 1980

La falta de vivienda muchas veces se debe a que los salarios son bajos y el poder adquisitivo de la población económicamente activa no alcanza para adquirir o rentar una vivienda y cubrir sus necesidades Primordiales.

b). Educación

La educación es deficiente, por no impartirse en todas las localidades debido a la falta de presupuesto, además en ocasiones la necesidad de dinero es mayor y se ven obligados a trabajar desde muy jóvenes y por consecuencia la preparación profesional queda relegada. Únicamente las grandes localidades cuentan con centros educacionales, mientras que las poblaciones más pequeñas carecen de centros educativos, por lo que las personas sin estudios reciben menores salarios y tienen pocas oportunidades.

Existen 39 escuelas en total; de estas, 10 corresponden a Jardín de niños, 19 a Primarias, 9 secundarias y 1 preparatoria.

Hay aproximadamente 873 personas mayores de 5 años que hablan lengua indígena, predominando el náhuatl, otomí y zapoteco; de estos, 710 hablan español y 107 no lo entienden.

### c) Salud

El sector salud no da buen servicio médico a pequeñas poblaciones, a causa de que se concentra en las de mayor número de habitantes. Sólo existe 1 centro de salud, 18 consultorios rurales, 2 clínicas, 2 entidades médicas y 2 hospitales.

Las enfermedades gastrointestinales aumentan notablemente entre la población por consumir productos agrícolas que han sido regados con aguas residuales, si a esto agregamos la incapacidad de atención de servicios de salud pública en las pequeñas localidades la situación es caótica.

En ocasiones la introducción de servicios a zonas rurales es nula, debido a falta de presupuesto o porque una vez que se provee de ellos, algunos de los habitantes carecen de medios económicos para aportar sus cuotas originando una deficiencia en las necesidades rurales y por otro lado al gobierno le

resulta una carga subsidiar estos servicios en su totalidad.

Dado que las grandes industrias amplian sus instalaciones requieren de una mayor extensión territorial y de mayor fuerza de trabajo, lo cual perjudica al municipio, pues no cuenta con los recursos necesarios para acoger a mayor número de habitantes que llegan continuamente para cubrir las plazas vacantes. Por otra parte, las grandes industrias no representan un beneficio económico directo para la región, lo cual también influye en la inconformidad de los pobladores nativos de la región.

Existen problemas entre la población oriunda del lugar y los fuereños que llegan al municipio como personal para las industrias (Refinería de Pemex, Termoeléctrica de C.F.E., Cementeras, etc.) ubicadas en el lugar, debido a que la población inmigrante no es bien aceptada, lo cual ocasiona que surjan dificultades que crean una situación tensa de conflictos sociales entre ambos sectores.

La dotación de agua domiciliaria en el municipio, se proporciona de 5 a 10 a.m. y de 4 a 7 p.m. por falta de medidores en las tomas lo que ocasiona la carencia de agua entre los habitantes. El drenaje es insuficiente, pues data desde 1930 y no se han realizado ampliaciones, lo que provoca que una gran parte se descargue al río Tula, junto con otros desechos de la zona, creándose así inundaciones frecuentes.

Existen muchos centros de vicio, lo que crea problemas de alcoholismo entre la población de la ciudad de Tula. Asimismo, la alimentación de los habitantes no es completa, pues el consumo de carne, huevos, leche y pescado es baja.

Las comunicaciones y transportes con que cuenta el municipio se resumen a continuación.

Carretera Federal (Kms)	.....	5.00
Carretera Estatal (Kms)	.....	47.10
Camino Rural terracería (Kms)	.....	18.60
Red Ferroviaria (Kms)	.....	40.00
Paraderos de Autobuses	.....	3.00

##### **S. CONTAMINACIÓN Y DESEQUILIBRIO ECOLOGICO**

La contaminación del agua se debe a los desechos residuales de la Z.M.C.M. que llegan al río Tula por las siguientes vías:

- Gran Canal del Desagüe
- Túneles de Tequisquiác, que descargan en el río Salado y éste a su vez al Tula.
- Emisor Central, que conduce las aguas residuales a la presa Requena y posteriormente a la presa Endho.

- Tajo de Nochistongo, que descarga en el río el Salto, afluente del Tula.

El río Tula recibe desechos provenientes de grandes industrias y sumado a esto las aguas residuales de las localidades cercanas. La Refinería de Pemex se ubica a orillas del río Tula, manteniéndose un punto de descarga constante que contribuye a aumentar su contaminación especialmente entre la Presa Requena y Endho.

Gran parte de las aguas residuales son utilizadas para la irrigación de terrenos agrícolas, provocando que los cultivos y el suelo se contaminen gradualmente.

El agua almacenada en la Presa Endho sobrepasa los límites que se establecen en el reglamento para el control de la contaminación y contiene fosfatos, nitratos, cadmio, hierro, boro, cromo, materia orgánica, coliformes fecales, etc.

#### Cantidad de Material Orgánico Existente en la Cuenca del río Tula.

Población:

Aguas residuales municipales ----- 46%

### Actividades Industriales:

Productos Químicos -----	32%
Bebidas alcohólicas -----	9%
Papelera -----	7.89%
Petrolera -----	3%
Productos lácteos -----	2%
Alimenticia -----	1.4%
Textil -----	1.24%

Se dice que las aguas residuales tienen una gran cantidad de nutrientes, por lo que sirven como fertilizantes y aumentan la producción agrícola, pero su constante utilización disminuye la capacidad de cultivo de otras especies y los productos se ven afectados en su calidad por la alta cantidad de contaminantes, además de que la gran concentración de tóxicos y metales pesados afectan al suelo y lo van degradando. También el ganado se ve afectado por consumir agua y alimentos contaminados.

Otro problema para los habitantes es que el agua almacenada en la presa Endho produce un olor muy desagradable en las localidades más cercanas, entre ellas: Santa Ana Ahuehuépan, Pueblo San Francisco Bojay, Col. San Francisco, Tula, El Retiro, Michimaltongo, Xijay de Cuauhtémoc, Julián Villagrán, Pedro Ma. Anaya, etc.

Otro aspecto es la contaminación del aire debido a que la Refinería de Pemex y otras industrias conexas emiten grandes cantidades de polvos y humos, ya que no cuentan con los filtros requeridos. Por otro lado, la industria cementera utiliza materiales tóxicos (silice, etc.) para obtener su producto. Los contaminantes producidos por las industrias también dañan a la zona arqueológica causando su deterioro. Asimismo, se originan grandes volvaneras en las áreas donde se depositan desechos minerales que afectan la salud del hombre como enfermedades pulmonares entre los habitantes de la región y lugares más distantes.

No hay que ignorar la existencia de un gran número de tiraderos de basura que ocasionan el crecimiento de microorganismos patógenos, el desarrollo de varias enfermedades en el hombre y animales y por consecuencia un foco de infección latente.

La erosión es muy intensa en suelos que carecen de cubierta vegetal, lo que provoca que disminuya el espesor y los nutrientes, afectando la producción agrícola. También la falta de planeación de los asentamientos humanos origina que la vegetación se modifique gradualmente, al igual que la creación de terrenos agrícolas y la apertura de vías de comunicación que causan la deforestación.

## 6. SOLUCIONES

Deben crearse planes de ayuda rurales, tales como: financieros, implantación de nuevas técnicas, asesorías, etc. Para reducir la migración a las ciudades, para no dejar al campo sin fuerza de trabajo y aumentar la producción agrícola para el abastecimiento de la población.

Hay que supervisar las emanaciones de desechos líquidos, sólidos y gaseosos que afectan al medio ambiente y someter el agua que proviene del valle de México a tratamiento previo, antes de que se utilice para uso doméstico y riego. Las aguas negras podrían reutilizarse a nivel industrial. Es necesario que las industrias adopten los aditamentos técnicos (filtros especiales) que eviten la emisión de todos los contaminantes que se van al aire. Asimismo, vigilar los desechos que se vierten al río Tula y crear una red de drenaje adecuada para impedir que se contamine más el río. Por otra parte, hay que controlar el riego y consumo de productos agrícolas irrigados con aguas residuales.

Sería beneficioso sembrar árboles frutales (vid, higueras, ciruelas, chabacanos, etc.) que retengan el suelo y que representarían un ingreso económico favorable; además es conveniente regenerar el suelo para evitar la pobreza de la tierra por medio de inversiones dedicadas a aumentar la producción agrícola.

Implantar un servicio de limpia adecuado que cubra las necesidades de recolección y disposición de basura para evitar los tiraderos clandestinos.

Impulsar la actividad turística, mediante la construcción de una infraestructura adecuada, para que exista una entrada de capital que beneficie al municipio y se abran mayores fuentes de trabajo en éste renglón. Debe motivarse una conciencia en los visitantes que acudan a las zonas arqueológicas, para una mayor protección al patrimonio cultural, así como la participación de organismos gubernamentales en la conservación y mantenimiento de la zona.

Programar campañas, para evitar la contaminación y cuidar el cumplimiento de la legislación correspondiente.

Aislamiento de los puntos de mayor concentración humana de las zonas industriales (escuelas, hospitales, etc.).

Construcción de áreas recreativas para la población oriunda del lugar.

## CONCLUSIONES

La alteración de los ecosistemas es en muchos casos irreversible, lo cual afecta directamente al hombre por lo que, hay que darle una mayor importancia al cuidado y conservación del ambiente y a los factores que lo deterioran y afectan a la naturaleza. Debe contarse con personal especializado que realice trabajos interdisciplinarios, así como la amplia cooperación de los organismos gubernamentales, pues no llevan un control coordinado y nunca se conjuntan, motivo por el cual los asuntos se relegan y no se ejecutan acciones para mejorar el medio en que vivimos.

Deben evaluarse los beneficios y los perjuicios de la existencia de la presa y tratar de mantener un equilibrio que sea benéfico para todos, ya que no solo afecta esa área, sino también lugares vecinos.

Es necesario establecer los usos de la presa, la calidad del agua, el nivel de contaminación y la vigilancia constante que evite que el problema se intensifique, pues es vital contar con fuentes de agua aprovechable para el futuro, ya que su demanda será mayor.

El lirio acuático representa un grave problema para presas, lagos, ríos, canales, etc., por su rápida proliferación, su adaptación y el azolve. El lirio cubre aproximadamente 1,382 has. de la presa y dio origen a la presencia del mosquito culex.

Gran parte de la población rural carece de agua potable. Por lo que, en muchos casos se abastece de agua contaminada de la presa lo cual afecta su salud, favoreciendo el desarrollo de diversas enfermedades como: esquistosomiasis, tripanosomiasis, fiebre amarilla, etc. Es urgente incrementar los servicios médicos para atacar las enfermedades y los vectores, pues solo así se puede acabar con los focos de infección. Se deben integrar grupos especialistas para vigilar la salud y prevenir enfermedades.

Es indudable que todo esto ha sido ocasionado por la negligencia del hombre, al no tomar en cuenta el detrimento de la zona y de la población lo cual a la larga nos afectará a todos.

El lirio acuático efectúa remoción de contaminantes, pero es necesario controlar su reproducción, pues en exceso ocasiona problemas y al morir cae al fondo de la presa acumulándose en el piso del embalse.

Nuevos estudios con Cu y Pb han demostrado que el lirio acuático puede absorber y acumular metales pesados dependiendo de su concentración en el agua. Esto

representaría un logro significativo, pues se podría eliminar la contaminación de las aguas por estos metales tóxicos.

Los metales pesados, son altamente peligrosos debido a su toxicidad y pueden causar problemas respiratorios, circulatorios y cancerosos en el hombre. Entre los más dañinos para la salud se encuentran: Pb, Hg que son venenosos, Cu y Zn que en dosis pequeñas afectan a pequeños organismos.

El lirio acuático se empieza a usar como alimento de aves, peces, ganado caprino y vacuno pues se obtiene a bajo costo y no requiere de cuidados. También se emplea para abonar flores, hortalizas y como proteína vegetal para el hombre.

Para reducir la reproducción del lirio acuático y mantener la vegetación flotante controlada sería conveniente la existencia de depredadores que conserven un cierto equilibrio. Como consecuencia se reduciría el hábitat del mosquito y disminuiría su población.

También sería necesario investigar la acción de larvicidas que acaban con las larvas antes de que lleguen a la edad adulta.

No hay que ignorar a las aves y roedores que pueden ser portadores de enfermedades si son picados por los mosquitos en áreas cercanas al embalse.

El uso de insecticidas a gran escala puede ser perjudicial, ya que afecta el medio ambiente, por lo que deben establecerse otras alternativas para su control.

En cuanto a las autoridades competentes, es necesario realizar mayor número de investigaciones para tener conocimientos más profundos sobre desarrollo, reproducción y comportamiento del mosquito *Culex* para poder llevar a cabo planes de ataque y estrategias más funcionales, así como obtener una cifra promedio de ellos con una cierta periodicidad para saber si aumentan o disminuyen y evaluar los avances en su control.

Se han realizado investigaciones sobre la calidad del agua en la Presa Endho, tanto en la entrada como a la salida de la misma. Los análisis efectuados indicaron que existe un grado mayor de contaminación a la entrada del embalse que a la salida. Esto se explica por la remoción de contaminantes que se presenta mientras el agua permanece en el embalse. Esto confirma el hecho de que el lirio acuático actúa en la remoción de ciertos contaminantes, lo cual ayuda a que ésta sea más utilizable al salir de la presa.

El movimiento del agua en la presa es casi nulo por lo que al llegar la corriente de agua, ésta permanece almacenada casi mes y medio, lo que origina que se presenten diversos procesos de remoción, como son:

- Las partículas sólidas se acumulan en el fondo de la presa junto con otras más pequeñas que son arrastradas. Por lo tanto, existe una remoción de sólidos disueltos aproximadamente de 21.77%.

- Existe remoción de materia orgánica aproximadamente del 55% debido a bacterias que viven en esas aguas.

- También se presenta remoción de materia inorgánica por las reacciones químicas del 52% aproximadamente.

- Los organismos patógenos que se encuentran presentes en la materia fecal al llegar al embalse se ven sometidos a procesos de remoción de coliformes de 99%.

- Remoción de metales pesados (Hg, Pb, Cu, Zn, Mb, etc) del orden de 25%.

Los detergentes no son degradables y no sufren cambio durante su permanencia en la presa.

Las aguas residuales se utilizan para riego agrícola desde principios de siglo en los distritos de riego 03, 27 y 100 que irrigan aproximadamente 70,000 has. a través del Gran Canal y de la presa Endho.

Aunque el agua al salir del embalse ha mejorado su calidad es conveniente someterla a otros procesos en una planta de tratamiento de aguas para poder usarla con menor riesgo.

Debido a las condiciones económicas resulta poco probable que se construyan instalaciones necesarias para efectuar un tratamiento de aguas residuales, ya que podría acondicionarse la misma presa para llevar a cabo el proceso de tratamiento. De esta forma se obtendría agua de mejor calidad para riego y con menos peligro para la salud del hombre y los animales.

Las actividades industriales propician el aumento de población por la necesidad de mano de obra y también contribuye constantemente a la contaminación de aire y agua, por los desechos que se obtienen al procesar sus productos, sin contar con los aparatos necesarios para evitar el daño ambiental que producen.

Es importante realizar monitoreos frecuentes para controlar la contaminación y ver si existen progresos importantes o se requiere una mayor vigilancia.

La demanda de servicios aumentará debido al incremento de población que se establece en el municipio para satisfacer la mano de obra que requiere la industria. La mano de obra calificada es escasa, pues la falta de preparación es evidente.

Deben crearse planes de vivienda, introducción de agua potable, drenaje, servicios médicos como inmunización y proveer educación a la población, pues en su mayoría es de extracción humilde.

Se calcula que la población del área metropolitana se incrementará en un 100% en los próximos años, por lo que el problema del desempleo se acentuará y la fuerza de trabajo se tendrá que desplazar a otros lugares para poder encontrar una actividad que les reporte una remuneración económica. Debido a lo anterior, se presume que el municipio de Tula de Allende presentará una buena opción para establecerse, ya que cuenta con grandes industrias que requerirán de fuerza de trabajo y por otro lado, se encuentran ubicadas cerca de la capital de la República Mexicana. Esto agravará más el problema interno del municipio, pues será más difícil proveer de servicios a toda la población.

## B I B L I O G R A F I A

### CAPITULO I

- S.R.H. Plan de Mejoramiento de los Sistemas de Agua Estable y Alcantarillado. México, 1975.
- D.D.F. Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del D.F. México, 1975. Vol. 1.
- Garay, Adrián De. Juicio sobre las obras del Desagüe del Valle de México. México, 1930.
- S.C.O.P. Breve Reseña Histórica de las Obras del Desagüe del Valle de México. 1449-1900. México, 1920.
- S.R.H. Presas de México. México, 1965. Tomo 1.
- S.R.H. Estudio Hidrológico de la Presa Endhog. Hgo. con Eines de Instalar Compuertas en el Vertedor Libre Actual. México. 1974.
- Tonel, S.A. de C.V. Memoria Técnica de las Obras del Drenaje Profundo del D.F. México, 1975. Vol 1.

- Aguilar Gómez, Hector. Revestimiento de Concreto en el tramo de Lumbrera 0 a Lumbrera 1 del Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México. Tesis U. de G. México, 1977.
- S.A.R.H. Proyecto General para Regular Descargas del Valle de México o Incrementar Disponibilidades en el Distrito de Riego 03 y en el ELHICEM. México, 1977. Tomo 1.
- S.E.D.U.E. Estudio de la Clasificación del Agua en el Río Tula. México, 1985.
- Ochoa E, Raúl. Drenaje de la Ciudad de México, sus Problemas y su Solución. Tesis UNAM. México, 1964.
- S.R.H. Boletín Hidrológico No. 14. México, 1961.
- S.R.H. Uso Agrícola de las Aguas Negras. México, 1970
- Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. Estudio sobre el Almacenamiento de Aguas Negras en la Presa Endho. México, 1970.
- Baig Serrano, Carlos. Ampliación al Sistema del Gran Canal del Desagüe. TESIS I.F.N. México, 1960.

Ríos Elizondo, Roberto. El Sistema de Drenaje Profundo.  
S.S.A. México, 1975.

Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación. Clasificación del Agua en el Rio Tula. México, 1985.

## CAPITULO II

García De Miranda, Enriqueta. Apuntes de Climatología.  
México, 1978.

Köppen, W. Climatología. Fondo de Cultura Económica.  
México, 1948.

Secretaría de Gobernación. Los Municipios de Hidalgo.  
Colección Enciclopedia de los  
Municipios de México. México,  
1988.

Porrúa. Historia, Biografía y Geografía de México. México  
1986.

S.P.P. Descripción de la Leyenda de la Carta Edafológica  
Detenal. México, 1979.

S.E.P. Hidalgo: Entre Selvas y Milpas. México, 1987.

S.A.H.O.P. EcoPlan del Estado de Hidalgo. México, 1980.

### CAPITULO III

Carcavallo V, Rodolfo. Las Erpasas y sus Efectos sobre la Salud. México, 1984.

Romanini, Claudio. Ecotécnicas para el Trópico Húmedo. México, 1985.

Perez Agüeros, Gustavo. Sobre el Lirio Acuático. UAM. México, 1979. Artículo.

Rzedowski. J. Vegetación de México. México, 1978.

Comisión Lerma - Chapala - Santiago. El Lirio Acuático en el Lago de Chapala. Revista Ingeniería Hidráulica de México. México, 1962.

### CAPITULO IV

Coronado Padilla, Ricardo. Introducción a la Entomología: Morfología y Taxonomía de los Insectos. Ed. Limusa, 1a. Ed. México, 1982.

Estrategia de control del Mosco "Culex" en la Presa Endho. México, 1981 Artículo.

## CAPITULO V

- S.P.P. Censo General de Población y Vivienda 1980. Vol 1. Estado de Hidalgo. Tomo 13, México, 1980.
- S.E.D.U.E. Plan Municipal de Desarrollo Urbano. México 1985.
- I.N.E.G.I. Censos Económicos 1986. Resultados Oportunos de los Censos Económicos 1986. México, 1987.
- Osorio Tapia, Vicente. El Censo General de Población como un Instrumento en la Planificación Económica y Social de México. Tesis UNAM. México, 1974.
- S.P.P. Censos Agrícolas Ganaderos y Ejidal. G. México, 1981.
- S.A.H.O.P. Plan Estatal de Desarrollo Urbano. México, 1980.
- I.N.E.G.I. Hidalgo Cuaderno de Información para la Planeación. México, 1987.
- I.N.E.G.I. Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo. México, 1988.
- S.A.H.O.P. Ecoplan Municipal de Tula de Allende. México, 1982.
- S.E.D.U.E. Inventario nacional de Agua Potable y Alcantarillado. México, 1985.