



Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA
Y ALIMENTACIÓN**

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL DEL ESTADO DE
HIDALGO**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INFORME FINAL

**ESTUDIO BIOLÓGICO, PESQUERO, SOCIO-ECONÓMICO Y
ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE LA PRESA EL
TEJOCOTAL, MUNICIPIO DE ACAXOCHITLÁN, HIDALGO**

**Dra. Angélica E. Reyna Bernal
(Coordinadora)**

Abril 25, 2008

ELABORADO POR:

Dra. Angélica E. Reyna Bernal (coordinadora del estudio)
Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la UAEH

Mtro. Jorge Dettmer González
Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM

Pas. Mtría. Sonia Lugo Pacheco
Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la UAEH

Dr. Martín López Hernández
Laboratorio de Limnología - Unidad Académica de Ecología Marina del Instituto
de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM

Biól. Julio César González Laurrabaquio
Posgrado Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM

Biól. Claudio Padilla
Posgrado Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM

Dra. Marisa Mazari Hiriart
Instituto de Ecología de la UNAM

Pas. Dra. Ana Cecilia Espinosa García
Instituto de Ecología de la UNAM

M. en C. Gustavo Pérez Ortiz
Instituto de Ecología de la UNAM

Responsable administrativo
Dr. Otilio Acevedo Sandoval
Coord. División de Investigación y Posgrado UAEH

ESTUDIO BIOLÓGICO, PESQUERO, SOCIO-ECONÓMICO Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE LA PRESA EL TEJOCOTAL, MUNICIPIO DE ACAXOCHITLÁN, HIDALGO

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 ANTECEDENTES	6
1.2 OBJETIVO GENERAL	7
1.3 OBJETIVO PARTICULARES	7
1.4 JUSTIFICACIÓN	7
1.5 POBLACIÓN OBJETIVO.....	9
2. ÁREA DE ESTUDIO	9
2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DEMARCACIÓN POLÍTICA DEL MUNICIPIO DE ACAXOCHITLÁN	10
2.2 FISIOGRAFÍA, GEOLOGÍA, SUELOS DE LA ZONA	11
2.2.1 Fisiografía	11
2.2.2 Geología	12
2.2.3 Suelos	14
2.3 CLIMA E INFORMACIÓN METEOROLÓGICA BÁSICA	15
2.3.1 Clima	15
2.3.2 Temperatura	16
2.4 HIDROGRAFÍA, CORRIENTES, CUERPOS DE AGUA, PRECIPITACIÓN PLUVIAL	19
2.4.1 Hidrografía	19
2.4.2 Corrientes de agua	20
2.4.3 Manantiales	22
2.4.4 Presas	22
2.4.5 Precipitación pluvial	24
2.4.6 La presa El Tejocotal como parte del sistema hidroeléctrico Necaxa	28
2.4.7 Generación de energía eléctrica	30
2.4.8 Heladas	34
2.4.9 Vegetación	35
3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS GENERALES	37
3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO DE ACAXOCHITLÁN	37
3.1.1 Vías de comunicación y medios de transporte	37
3.1.2 Población	39
3.1.3 Población que habla lengua indígena	44
3.1.4 Religión	44
3.1.5 Distribución territorial poblacional	45
3.1.6 Infraestructura urbana	47
3.1.7 Electricidad	47
3.1.8 Vivienda	47

3.1.9 Grado de Marginación	48
3.1.10 Población económicamente activa y principales actividades productivas ..	49
3.1.11 Turismo	53
3.1.12 Servicios de salud	54
3.1.13 Educación y/o capacitación	55
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS COMUNIDADES RIBEREÑAS Y CERCANAS AL EMBALSE ...	56
3.2.1 Ubicación	56
3.2.2 Características generales de las comunidades ribereñas y cercanas	58
3.2.3 Población	59
3.2.4 Principales actividades productivas y población económicamente activa	60
3.2.5 Servicios de salud	61
3.2.6 Centros de educación y/o capacitación	61
3.2.7 Problemática socio-ambiental	63
4. ASPECTOS BIOLÓGICOS Y LIMNOLOGICOS DEL EMBALSE	66
4.1 PROGRAMAS ACUÍCOLAS O DE REPOBLAMIENTO	66
4.2 CALIDAD DEL AGUA Y SUS EFECTOS SOBRE LA PESQUERÍA	68
4.2.1 Datos prospectivos de calidad del agua y de músculo de carpa	68
4.2.2 Análisis de muestras de agua	68
4.2.3 Análisis de muestras frescas de pescado	70
4.2.4 Comentarios finales calidad del agua	72
4.2.5 Parámetros de calidad del agua	73
4.2.5.1 Parámetros físico-químicos y nutrientes	74
4.2.5.2 Temperatura	75
4.2.5.3. pH	76
4.2.5.4 Oxígeno disuelto	76
4.3 PRODUCTIVIDAD PRIMARIA Y SUS EFECTOS SOBRE LA PESQUERÍA	78
4.3.1 Transparencia	78
4.3.2 Nutrientes	79
4.3.3 Nitrógeno en forma de Amonio (N-NH ₃)	79
4.3.4 Nitrógeno en forma de Nitratos (N-NO ₃)	80
4.3.5 Nitrógeno en forma de Nitritos (N-NO ₂)	80
4.3.6 Fósforo en forma de orto-fosfatos (P-PO ₄)	80
4.4 PRINCIPALES ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LAS ESPECIES	83
4.4.1 Especies vinculadas a la pesquería	83
4.4.1.1 Carpa (<i>Cyprinus carpio</i>)	84
4.4.1.2 Carpa barrigona (<i>Cyprinus carpio rubrofrucus</i>)	85
4.4.1.3 Tilapia (<i>Oreochromis spp</i>)	85
4.4.1.4 Charal (<i>Chirostoma jordani</i>)	86
4.4.1.5 Caracio (<i>Carassius auratus</i>)	87
4.4.2 Edad y crecimiento	88
4.4.3 Proporción sexual y periodo reproductivo	91
4.4.4 Estimaciones de abundancia	92
5. ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN EL EMBALSE	95
5.1 PESCA COMERCIAL	95
5.2 PRODUCCIÓN PESQUERA GLOBAL Y POR ESPECIES	95

5.3 VALOR ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN	99
5.4 DESTINO DE LA PRODUCCIÓN	102
5.5 PRODUCTORES	103
5.5.1 Características socio-demográficas de los pescadores del embalse del Tejojotal	104
5.5.2 Condiciones de vida y acceso a servicios sociales	106
5.5.3 Capacitación	107
5.5.4 Características organizativas de los miembros de la cooperativa	107
5.5.5 Características de la actividad pesquera	109
5.6 RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN INCLUYENDO TEMPORADAS, SISTEMAS DE PESCA POR TIPO Y CANTIDAD Y DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES	110
5.7 REGULACIONES PESQUERAS ACTUALES Y ANÁLISIS SOBRE SUS EFECTOS EN EL APROVECHAMIENTO ACTUAL	112
5.8 INFRAESTRUCTURA PESQUERA EXISTENTE	113
5.9 TALLAS MÍNIMAS DE CAPTURA	114
5.10 SELECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE PESCA ACTUALES	115
6. EVALUACIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO	116
6.1 PESCADORES ACTIVOS.....	116
6.2 CARACTERIZACIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO.....	117
6.3 CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO.....	119
6.4 PRESIÓN A LAS PESQUERÍAS POR ESFUERZO PESQUERO	123
6.5 ESTIMACIÓN DE LOS VALORES DE MORTALIDAD TOTAL (Z), POR PESCA (F) Y NATURAL (M)	126
6.6 RENDIMIENTO MÁXIMO SOSTENIBLE	130
6.7 RENDIMIENTO PESQUERO ACTUAL, TENDENCIAS Y COMPARATIVOS CON EL RENDIMIENTO MÁXIMO SOSTENIBLE	133
7. PESCA DE CONSUMO DOMÉSTICO	135
7.1 CONSUMO DOMÉSTICO	135
7.2 ALTERNATIVAS DE INGRESO Y EMPLEO DE LOS PESCADORES	136
7.3 AMBIENTE Y COHESIÓN SOCIAL	137
8. PROPUESTA PARA EL MECANISMO DE RESIEMBRA DE LAS POBLACIONES DE CARPA Y/O TILAPIA, ASÍ COMO PARA EL MANEJO Y ADMINISTRACIÓN DEL EMBALSE	139
9. CONCLUSIONES	143
10. RECOMENDACIONES	146
11. BIBLIOGRAFÍA	148

ESTUDIO BIOLÓGICO, PESQUERO, SOCIO-ECONÓMICO Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE LA PRESA EL TEJOCOTAL, MUNICIPIO DE ACAXOCHITLÁN, HIDALGO

INFORME FINAL

1. INTRODUCCIÓN

El Estado de Hidalgo cuenta con una superficie de 20,987 ha de cuerpos y corrientes de agua, las que equivalen al 1% de su territorio. De éstas, 10, 514.36 ha corresponden a embalses y el resto a arroyos y ríos. De la superficie de los embalses, por sus características solamente se aprovechan 9,174.36 ha para las actividades pesqueras y acuícolas. En ellas se llevan a cabo actividades de siembra y repoblación de crías, principalmente de carpa y de tilapia. También se dedican a la operación de unidades de producción en estanques, sobre todo las dedicadas a la explotación de trucha arcoíris, tilapia y bagre.

Actualmente el Estado cuenta con un importante potencial pesquero y acuícola, cuyos niveles de producción lo sitúan en el segundo lugar a nivel nacional entre las entidades sin litoral. A pesar de ello, carece de un marco regulatorio en materia pesquera, por lo que la mayor parte de su producción de autoconsumo se reporta sin un registro oficial. Adicionalmente, se cuenta con pocos grupos de pescadores organizados y, por consiguiente, carecen del Registro Nacional de la Pesca.

Cabe mencionar que en la entidad las actividades de pesca comercial y autoconsumo, pesca deportiva y acuicultura, se han convertido en importantes fuentes de empleo, ingreso y abastecimiento de alimento de bajo costo y alto contenido proteínico para las poblaciones locales. De ahí que resulte indispensable llevar a cabo estudios biológico-pesqueros que den soporte a las medidas vigentes y permitan garantizar la sustentabilidad de las pesquerías en beneficio de los pescadores y sus familias.

Para atender este requerimiento, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Hidalgo, en coordinación con la Subdelegación de Pesca en Hidalgo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación del Gobierno Federal, y la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, han convenido llevar a cabo un estudio que permita conocer el potencial de los embalses en la entidad y establecer programas de manejo integral de común acuerdo con las cooperativas de pescadores.

En este contexto, el *Estudio biológico, pesquero, socioeconómico de la presa El Tejocotal* (municipio de Acaxochitlán, Hgo.) que a continuación se presenta, busca aportar información técnica del embalse así como del entorno económico y social en que se desarrolla la actividad pesquera, con objeto de regular su explotación y lograr un mejor aprovechamiento de los recursos pesqueros en el marco de una pesca responsable.

1.1 ANTECEDENTES

El Estado de Hidalgo se encuentra integrado por 84 municipios, los cuales presentan características propias en función de la diversidad de regiones en que está dividido, tanto en lo fisiográfico como en lo geocultural. El municipio de Acaxochitlán forma parte de la región XIII Tenango de Doria, integrada por seis municipios: Agua Blanca, Huehuetla, San Bartolo Tutotepec, Tenango de Doria y Metepec, los cuales cuentan con un amplio potencial maderable, turístico, agrícola, pecuario y pesquero.

El municipio de Acaxochitlán cuenta con potencial para el desarrollo de una pesca comercial estable. Sin embargo a la fecha no se cuenta con estudios que determinen las condiciones en la que se encuentra el potencial pesquero, mientras por otra parte, la acuicultura comienza a ser un sector importante para el desarrollo de alternativas productivas.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio biológico-pesquero, socioeconómico y la elaboración del plan de manejo, que permita establecer estrategias para el aprovechamiento de los recursos, determinando el máximo rendimiento sostenible y en su caso aumentar la productividad del embalse, como una alternativa de mejoramiento económico de los pescadores ribereños.

1.3 OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar los parámetros biológicos de las especies con importancia comercial (época de reproducción, área de desove, hábitos alimenticios, etc.).
- Determinar la factibilidad y el potencial pesquero en la presa de El Tejocotal.
- Determinar los criterios de regulación de la actividad pesquera y el buen aprovechamiento de los recursos.
- Elaborar un diagnóstico físico – químico y biológico del embalse, para implementar programas de acuicultura (jaulas).
- Analizar la situación socio económica de la población circundante al embalse, para determinar las potencialidades de la zona en materia acuícola, pesquera y turística.
- Analizar el mercado de productos pesqueros, para establecer criterios de comercialización y apertura de nuevas zonas de venta de productos pesqueros con valor agregado.
- Establecer el Plan y Comité de Manejo de la Presa.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En el Estado de Hidalgo la pesca y la acuicultura constituyen alternativas de producción que, paulatinamente, se han ido consolidando como actividades estratégicas para el suministro de alimentos, el abasto de insumos para la agroindustria, la generación de empleos e ingresos en

el medio rural, particularmente en aquellos municipios que, como en el caso de Acaxochitlán, han sido considerados de alta marginación.

Si bien la entidad cuenta con una gran cantidad de embalses y cuerpos de agua, muchos de ellos enfrentan actualmente diversos problemas de índole limnológico, contaminación y deterioro ambiental. A pesar de ello, se carece de estudios biológico-pesqueros que den soporte a las medidas reguladoras vigentes y permitan asegurar la sustentabilidad de las pesquerías.

En el caso de la Presa de El Tejocotal, además de su función económica, social y cultural, el embalse tienen múltiples usos, como son la generación de energía eléctrica y el suministro de agua para agricultura, la ganadería, los asentamientos humanos y como atractivo turístico. Con todo, la información oficial disponible indica que en los últimos años las capturas de carpa se han reducido, observándose también una disminución de la talla de esta especie, sin que se conozcan las causas precisas de esta disminución.

En este sentido, el estudio que se presenta, aportará una serie de datos e información biológico-pesquera y socioeconómica e identificará posibles causas de estos problemas. Al mismo tiempo, formulará algunas propuestas que permitan diseñar nuevos esquemas de regulación, de explotación de los recursos derivados de la pesca y estrategias de comercialización, que contribuyan a mejorar la calidad de vida y den certidumbre económica al grupo de pescadores del embalse de El Tejocotal.

Del análisis realizado, se desprenderán elementos para una pesca responsable que satisfaga las necesidades de la comunidad pesquera, así como la formulación de programas alternativos de acuacultura que den oportunidad de recuperación a las poblaciones de peces de valor comercial ahí existentes.

Desde esta perspectiva, el estudio proporcionará a las autoridades responsables así como a la cooperativa de pescadores los elementos necesarios que les permitan regular la actividad, desarrollar una pesca responsable que asegure la sustentabilidad de los recursos

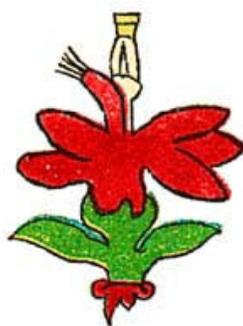
pesqueros a largo plazo, y garantizar a la comunidad ribereña una estabilidad económica permanente. De manera paralela, se contará con lineamientos definidos para el desarrollo de otras actividades, tales como el turismo ecológico y, en su caso, la pesca deportiva.

1.5 POBLACIÓN OBJETIVO

Con el estudio biológico, pesquero y socioeconómico se beneficiará a una organización de pescadores integrada por 43 miembros y sus familias, es decir, 375 beneficiarios directos, de acuerdo con el Registro Nacional de Pesca en aguas continentales de CONAPESCA, 2000; e indirectamente a otros usuarios del embalse.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El nombre del municipio de Acaxochitlán deriva de las raíces náhuatl acatl “caña”, xochitl “flor”, que forman la palabra “Acaxochitl”, planta así llamada que pertenece a la familia de los carrizos y flores en color rojo y tlan "lugar"; por lo cual Acaxochitlán se traduce como “lugar en que abunda el Acaxochitl”. Se representa por el glifo siguiente:



*Glifo de Acaxochitlán
“lugar en que abunda el Acaxochitl”*

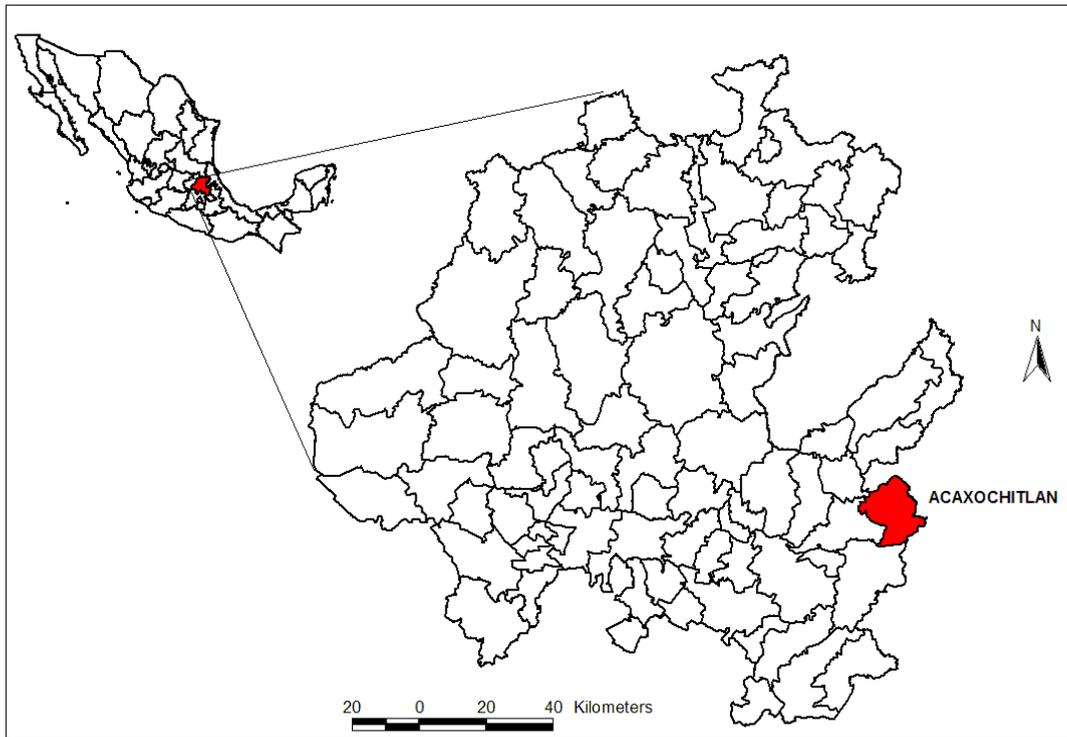
Acaxochitlán se fundó a partir del asentamiento de grupos indígenas otomies y tepehuas. Estos pueblos indígenas tradicionales todavía pueden encontrarse en la región. Su jurisdicción se encuentra registrada en dos planos antiguos, uno de los cuales incluye el retrato de don Jacobo Castelán al centro (1639) y el otro una ilustración geográfica en colores (1738).

Este municipio presentó su primer registro el 15 de febrero de 1826, cuando se consignó Ajochitlan como ayuntamiento perteneciente al partido de Tulancingo de la prefectura del mismo nombre. El 13 de marzo de 1828 se le registró como Acaxochitlán. El 8 de agosto de 1865 pasa a ser municipalidad del distrito de Tulancingo. El 21 de septiembre de 1920 se le otorga el nombramiento de municipio libre, formando parte del distrito de Tulancingo y del estado de Hidalgo. Actualmente, el municipio de Acaxochitlán pertenece al distrito de Tulancingo, Estado de Hidalgo (INEGI. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de Hidalgo).

2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DEMARCACIÓN POLÍTICA DEL MUNICIPIO DE ACAXOCHITLÁN

Acaxochitlán se encuentra a sólo 69 Km de distancia de la capital del Estado, y a solo 23 kilómetros de la ciudad de Tulancingo, Hidalgo. Acaxochitlán es un lugar histórico, serrano, en las afueras de Tulancingo, en las estribaciones de la sierra de Puebla, muy cerca del corredor del Golfo de México, con vestigios de la época prehispánica mezclados con la cultura popular. Las coordenadas geográficas de Acaxochitlán son las siguientes: 20°10' latitud norte y 98° 12' longitud oeste; tiene una altura sobre el nivel del mar de 2,260 mts. Este municipio colinda al Norte con el Estado de Puebla; al Este con el Estado de Puebla, al Sur con el Estado de Puebla y el Municipio de Cuauhtepic de Hinojosa; al Oeste con los Municipios de Tulancingo de Bravo y Metepec. En lo que corresponde a la conformación de sus localidades, las principales con las que cuenta son: Tepepa, Santa Ana Tzacuala, los Reyes, San Pedro y San Mateo. Acaxochitlán representa el 1.0% de la superficie del Estado (Ver Mapa 1).

Mapa 1. Municipio de Acaxochitlán, Estado de Hidalgo.



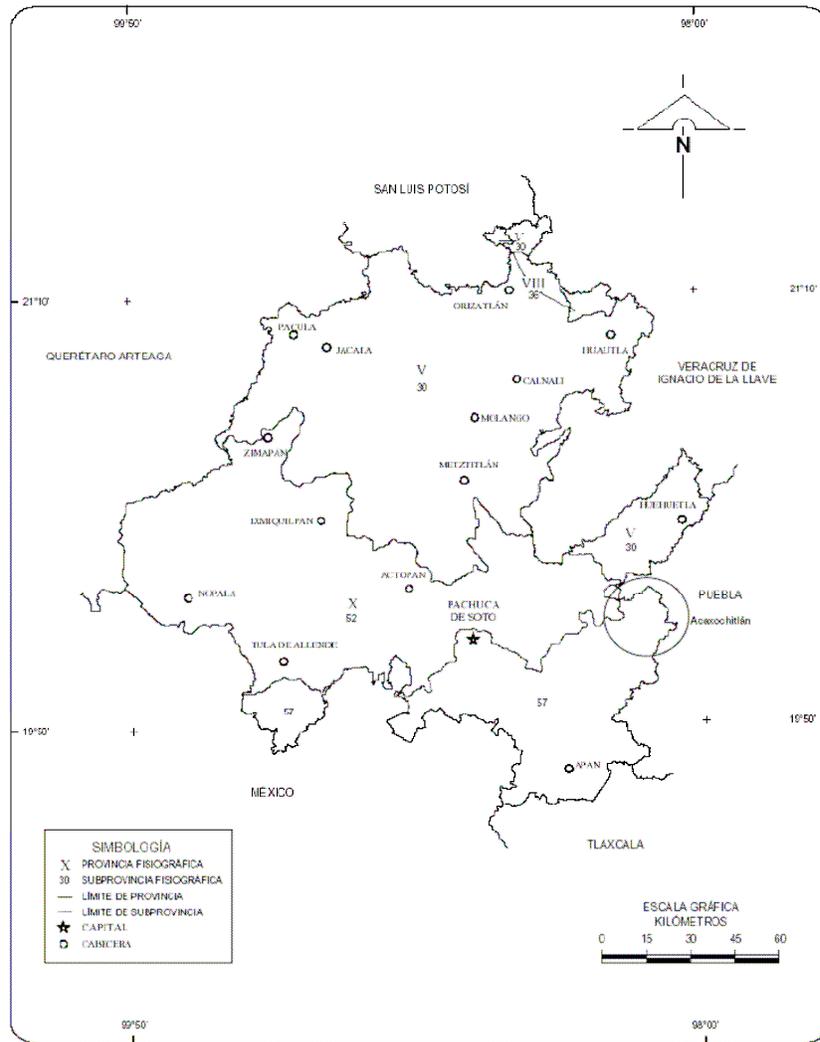
Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Integración Territorial, 2000.

2.2 FISIOGRAFÍA, GEOLOGÍA, SUELOS DE LA ZONA

2.2.1 Fisiografía

El municipio de Acaxochitlán cuenta con una superficie de 226 km². Ubicado en la Provincia Fisiográfica X Eje Neovolcánico (Ver Mapa 2), el cual está formado en la mayor parte por sierra, las principales elevaciones que presenta son el Cerro del Molino, ocupando el primer lugar con una altitud de 2,340 metros sobre el nivel del mar (msnm), cercano a las localidades de El Tejocotal y Montemar. Le siguen el Cerro de Coyotera, Calbuyo y la Loma de Huehuetzala, que se encuentran ubicados al Norte del municipio; destaca también el cerro del Zopilote, con una altitud de 2,300 msnm, ubicado cerca de la localidad de Canales.

Mapa 2 Acaxochitlán. Fisiografía de la región municipal y Presa de El Tejocotal.



FUENTE: INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica, 1:1 000 000, serie I.

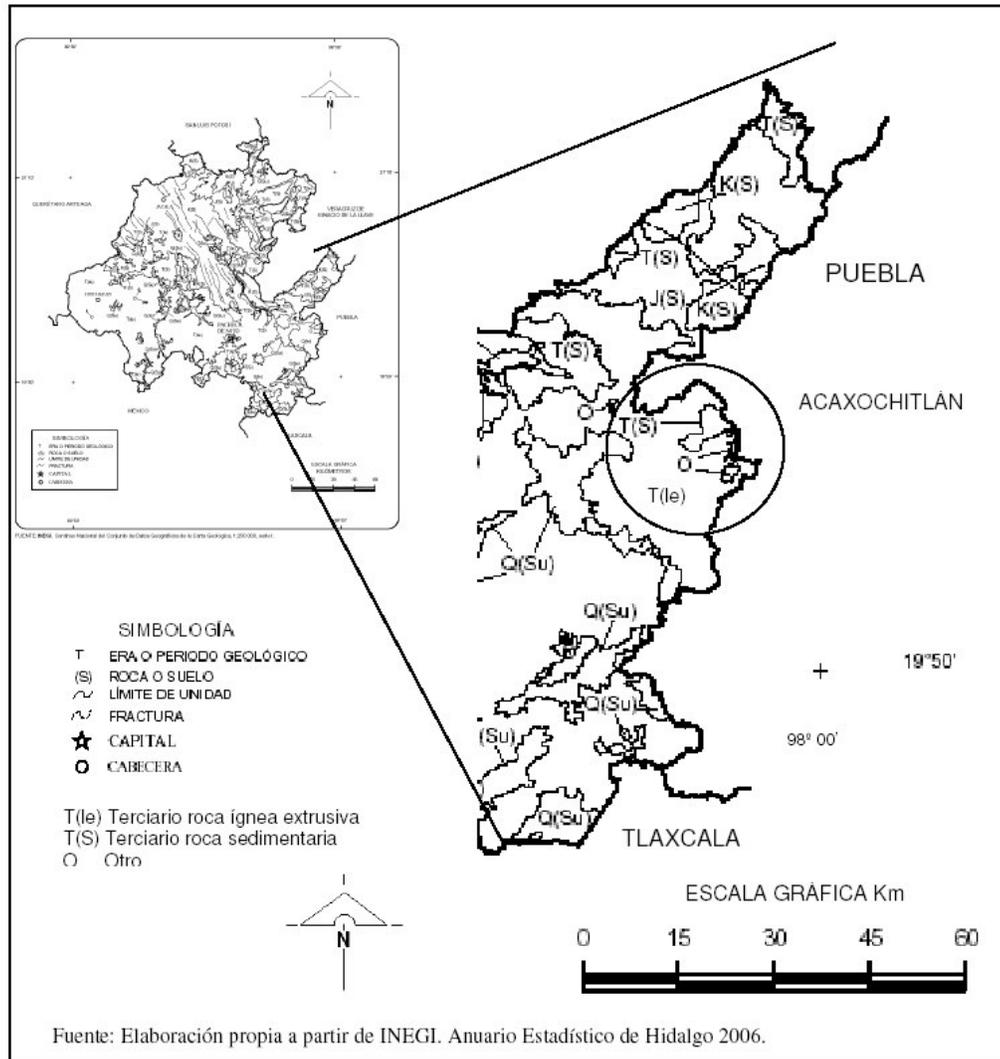
El municipio de Acaxochitlán forma parte de la Subprovincia 57 Lagos y Volcanes de Anáhuac, ubicándose en el extremo NorEste de la Subprovincia. Una pequeña parte del municipio, al Oeste, se asienta en la Subprovincia 52 Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, dentro de la misma provincia X (INEGI. Anuario Estadístico de Hidalgo 2006).

2.2.2 Geología

La provincia X “Eje Neovolcánico” se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas de todos los tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas de la Era Cenozoica, desde

mediados del período Terciario (T) (35 millones de años atrás) hasta el presente, presentándose rocas ígneas extrusivas (T(le)) y rocas sedimentarias (T(s)) (Ver Mapa 3).

Mapa 3. Acaxochitlán. Geología de la región municipal y la Presa de El Tejocotal.

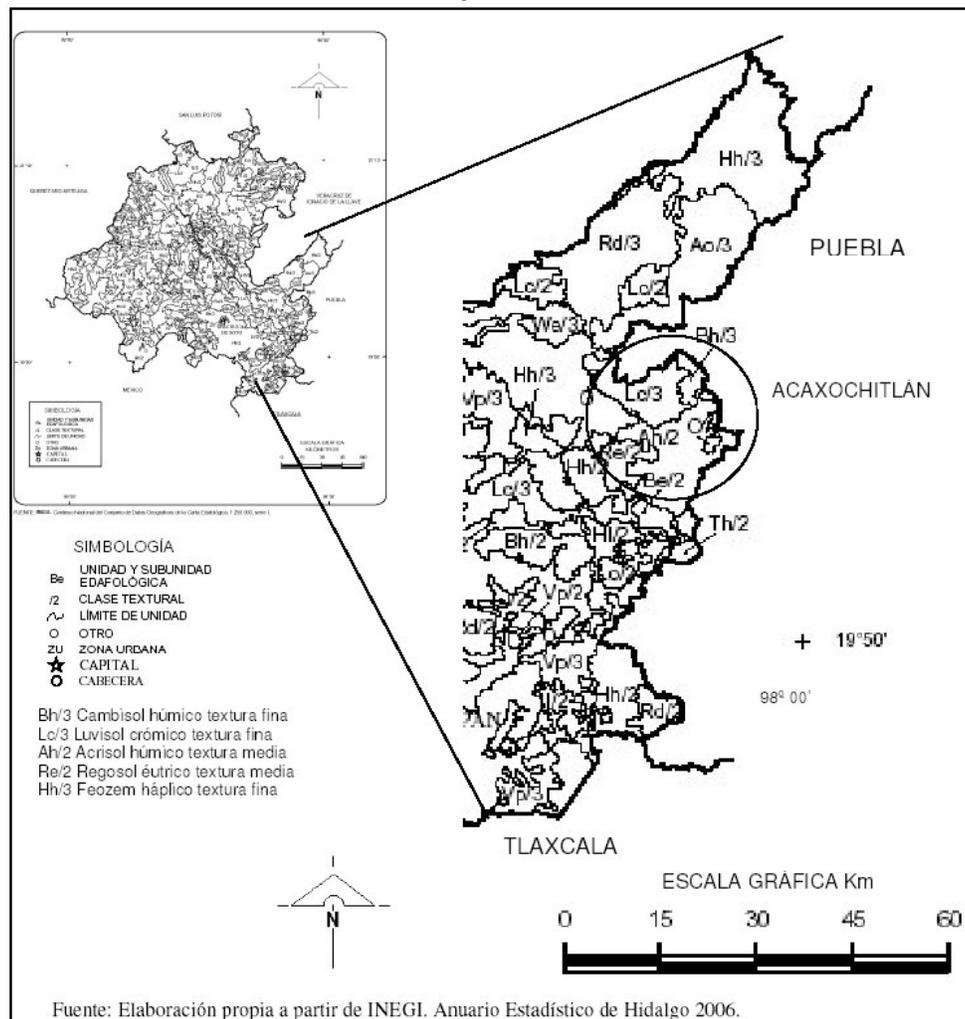


La región está integrada por grandes sierras volcánicas y coladas lávicas, cerros dispersos o en enjambres, amplios escudos-volcanes de basalto y depósitos de arenas y cenizas, entre otras formaciones, que se encuentran dispersos entre llanuras. Incluye la cadena de grandes estrato-volcanes conocida como “Eje Neovolcánico”.

2.2.3 Suelos

En el municipio de Acaxochitlán los suelos predominantes son el Acrisol húmico de textura media (Ah/2) en un 50.4% de la superficie de este municipio. Le sigue el Luvisol crómico de textura fina (Lc/3) asociado con Cambisol húmico de textura de fina (Bh/3) sumando un 42.5%; en conjunto estas tres unidades edafológicas representan el 93% del área de este municipio y el porcentaje restante está representado por suelos de tipo Regosol éutrico de textura media (Re/2) y en un porcentaje mínimo Feozem háplico de textura fina (Hh/3) (Ver Mapa 4) (Universidad Autónoma de Chapingo e INEGI. Anuario Estadístico de Hidalgo 2006).

Mapa 4. Acaxochitlán. Suelos dominantes de la región municipal y de la Presa de El Tejocotal.



El tipo Acrisol húmico es un suelo arcilloso, con una capa superficial de color oscuro o negra, rico en materia orgánica, pero muy ácida, que descansa en un subsuelo rojizo o amarillento. Se asocia con el Andazol Húmico, formado a partir de cenizas volcánicas también ácidas que retienen mucho fosfato.

Los suelos Luvisoles son de color rojo, semejantes a los Acrisoles en cuanto al enriquecimiento de arcillas en el subsuelo, aunque menos ácidos. El Cambisol presenta un alto grado de acidez y fertilidad muy baja.

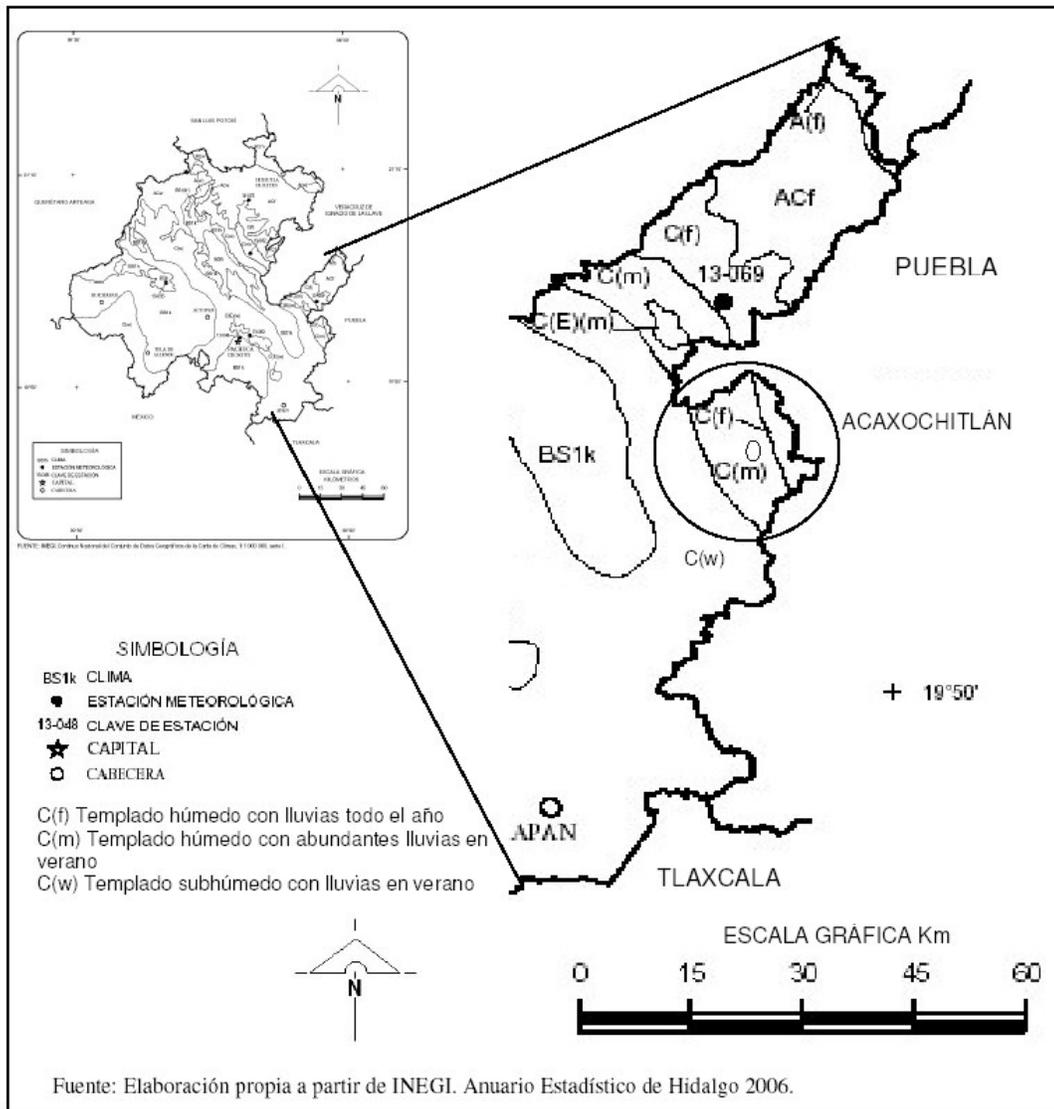
El suelo Regosol sustenta bosques mesófilos y pastizales de poca fertilidad con alto grado de acidez. Una gran parte de éstos alimentan bosques de encino y pino, otra es explotada a través de la agricultura de temporal, aunque se sabe que esta actividad no es la correcta por su acidez y alta susceptibilidad a la erosión (Documento del Municipio).

2.3 CLIMA E INFORMACIÓN METEOROLÓGICA BÁSICA

2.3.1 Clima

En cuanto al clima, el municipio presenta tres tipos, prevaleciendo el templado húmedo con abundantes lluvias en verano (C(m)) en las localidades del centro de ésta región, como es Acaxochitlán, Santa Ana Tzacuala, los Reyes, Santiago Tepepa, y Zacacuautla, entre otras. Al Oeste del municipio se presenta un clima Templado subhúmedo con lluvias en verano (C(w)), comprendiendo localidades como San Mateo, Loma Linda, La Mesa. y al Este un clima Templado húmedo con lluvias todo el año (C(f)), comprendiendo localidades como Santa Catarina, San Fernando, Ejido Tlatzintla y El Tejocotal. La presa de El Tejocotal se ubica en el límite del clima templado húmedo con lluvias todo el año (C(f)) y el templado húmedo con abundantes lluvias en verano (C(m)) (INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo, 2006) (Ver Mapa 5).

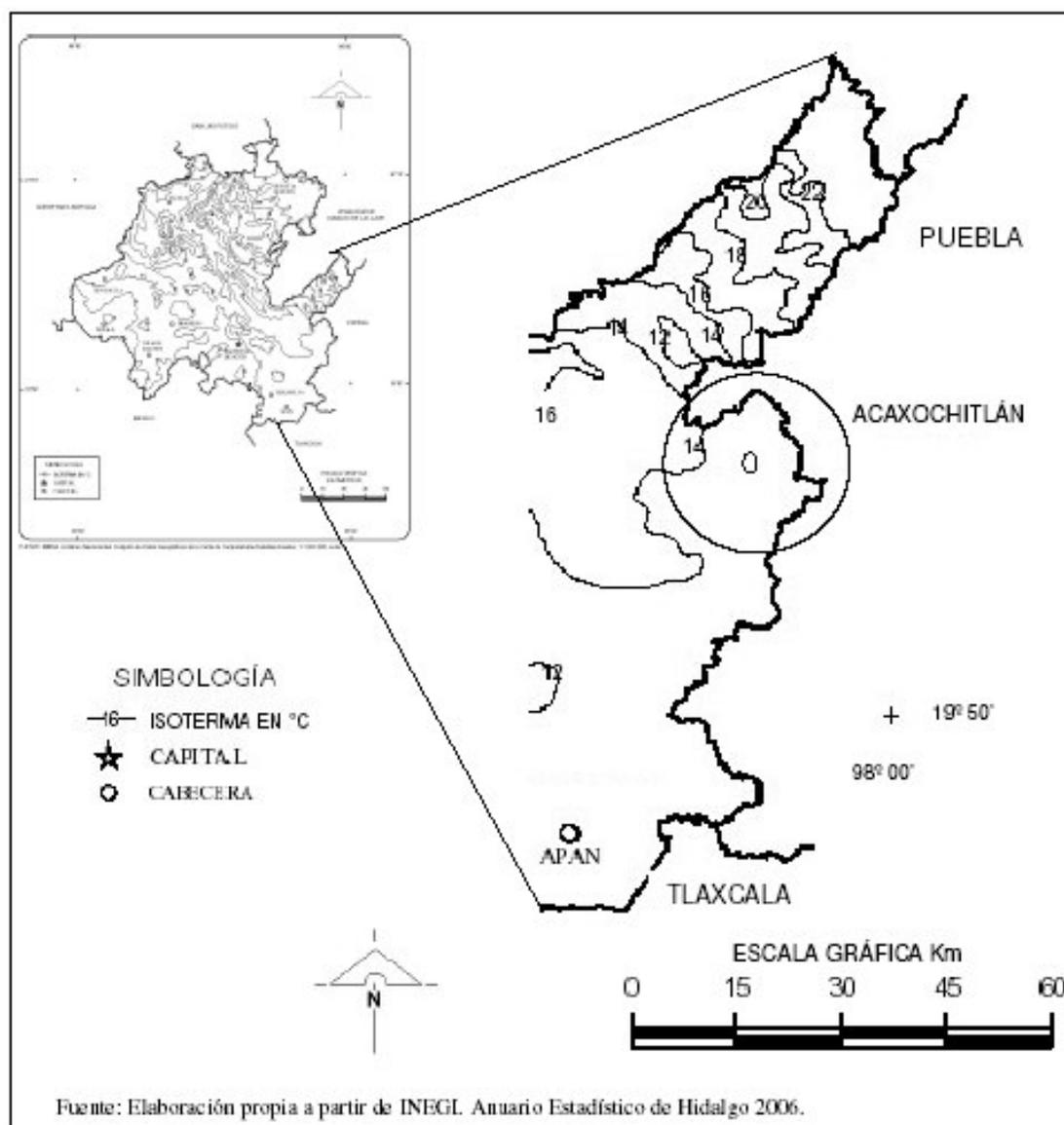
Mapa 5. Acaxochitlán. Clima de la región municipal y de la presa el Tejocotal.



2.3.2 Temperatura

El municipio de Acaxochitlán se encuentra entre las isotermas de 12° a 14° centígrados. La estación meteorológica más cercana, ubicada en Tenango de Doria (clave 13-069), ha registrado entre los años 1982 y 2000 una temperatura promedio de la región de 17.8° grados centígrados; la temperatura promedio en el año más frío fue de 15.6° C y la temperatura promedio en el año más caluroso fue de 19.0° C (INEGI, Anuario Estadístico 2006) (ver Mapa 6).

Mapa 6. Acaxochitlán. Temperatura de la región municipal y de la presa el Tejocotal.

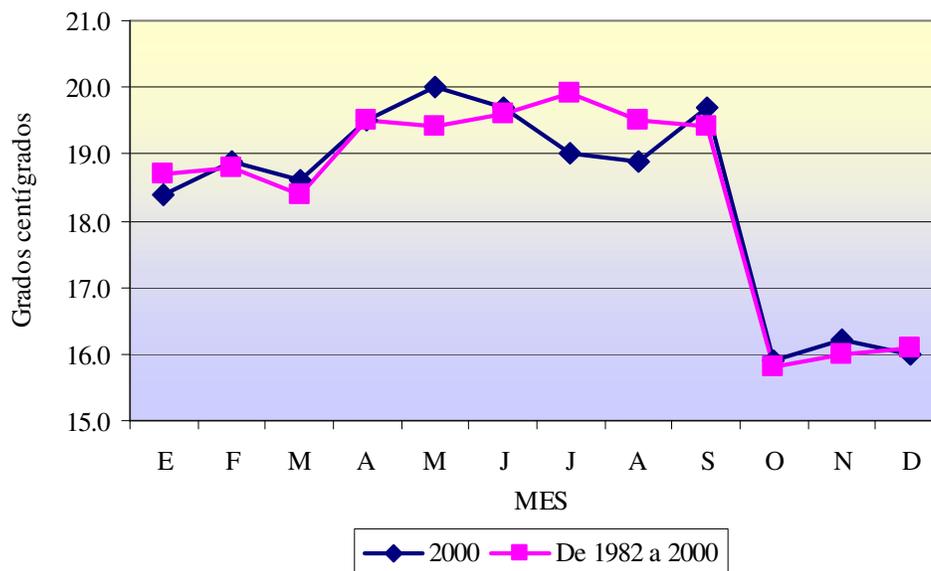


Información documental de la instancia municipal indica para el municipio una temperatura media anual de 15°C.

La estación meteorológica Tenango de Doria ha registrado temperaturas medias mensuales en el periodo 1982-2000, que oscilan entre los 15.8° centígrados (mes de octubre) y los 19.9° centígrados (mes de julio). En el año 2000 se registró el promedio de temperatura

más baja del año en 15.9° centígrados en el mes de octubre, mientras la temperatura promedio más alta que se registró fue de 20° centígrados en el mes de mayo (Ver Gráfica 1).

Gráfica 1. Estación Meteorológica Tenango de Doria, Hgo. Temperatura media mensual 2000 y promedio 1982-2000.

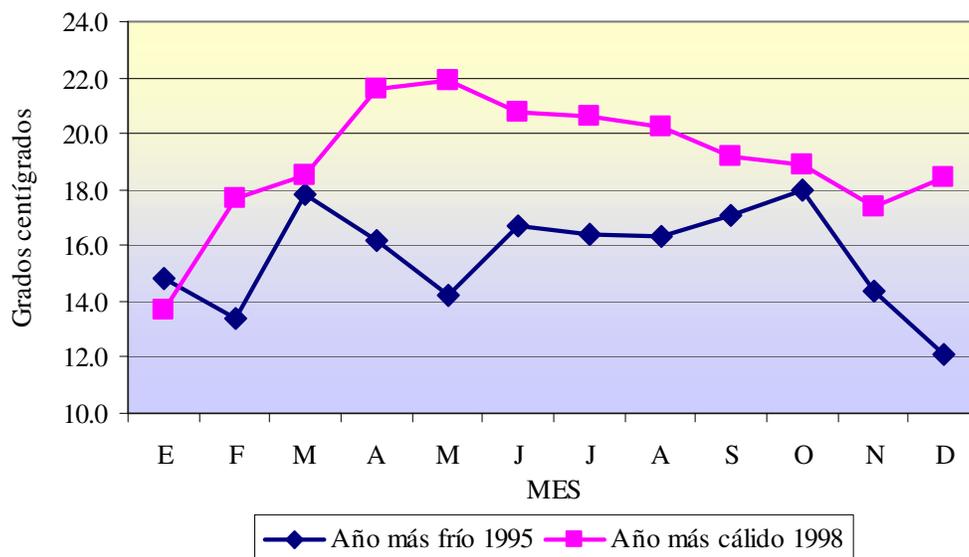


Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Anuario Estadístico de Hidalgo 2006.

En promedio, el periodo más cálido en el año se observa entre abril y septiembre; el período más frío se observa entre octubre y diciembre.

Considerando el período 1982-2000, los registros de la estación meteorológica de Tenango de Doria indican a 1995 como el año más frío, presentándose como la temperatura promedio mensual más baja 12.1° centígrados en diciembre y como la temperatura promedio mensual más alta 18° centígrados en el mes de octubre. Asimismo, los registros indican a 1998 como el año más cálido, presentándose como la temperatura promedio mensual más baja 13.7° centígrados en enero y como la temperatura promedio mensual más alta 21.9° centígrados en el mes de mayo (Ver Gráfica 2).

Gráfica 2. Estación Meteorológica Tenango de Doria, Hgo. Temperatura media mensual del año más frío (1995) y del año más cálido (1998).



Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Anuario Estadístico de Hidalgo 2006.

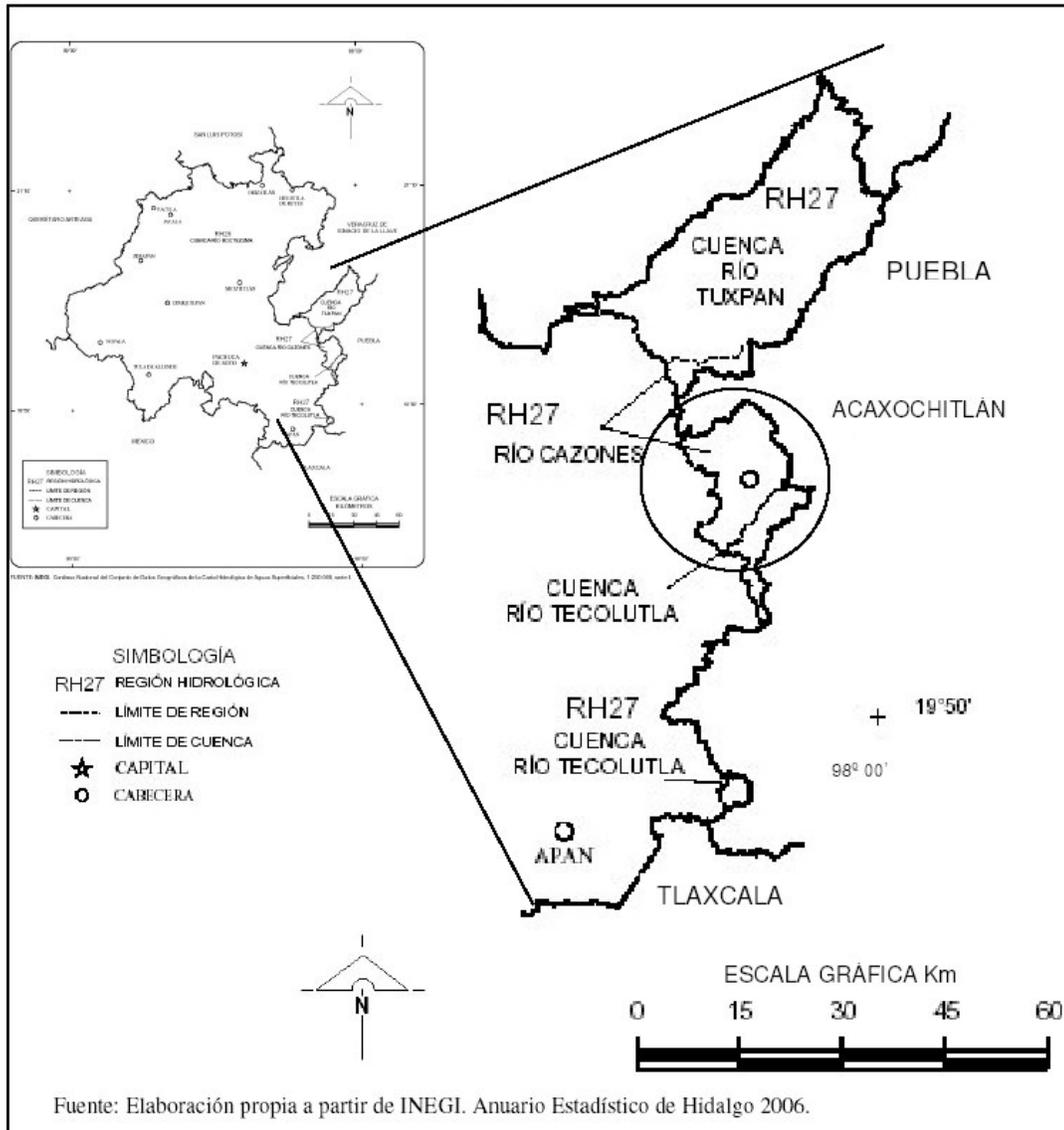
2.4 HIDROGRAFÍA, CORRIENTES, CUERPOS DE AGUA, PRECIPITACIÓN PLUVIAL

2.4.1 Hidrografía

En lo que respecta a la hidrografía, el municipio de Acaxochitlán se encuentra ubicado en la Región Hidrológica 27 Tuxpan-Nautla (RH27), la cual comprende el 5.05% de la superficie del Estado de Hidalgo. La mayor porción del municipio de Acaxochitlán se ubica en la Cuenca del Río Cazonces (27C), y sólo la porción sureste del municipio se ubica en la Cuenca del Río Tecolutla (27B) (INEGI. Anuario Estadístico de Hidalgo, 2006) (Ver Mapa 7).

La región 27C Río Cazonces tiene como sub-cuenca intermedia la del Río San Marcos (Documento del Municipio).

Mapa 7. Acaxochitlán. Regiones y Cuencas Hidrológicas de la región municipal y presa Tejecotal.



2.4.2 Corrientes de agua

Las corrientes de agua en el municipio son: Las Cruces, Santa Félix, Tenejate, Huitzilín, Texcapa, Nepupualco, Hueyatenco, Acozulco, Romerillos, Santa Catarina y Omiltemetl (INEGI, Cuaderno Estadístico Municipal Acaxochitlán, Estado de Hidalgo, 1997, p. 5)

El río Las Cruces tiene una longitud de 16 Km, principia cerca del límite entre San Pedro y La Mesa y con dirección al poniente, desagua en la presa de Metepec (Documento del Municipio).

Los ríos Huitzilín y Rinco nacen entre los cerros de Coyametepec y Tlaquistepec en el pueblo de Tepepa y con una trayectoria hacia el oriente vierten en la presa de El Tejocotal. El río Nepuecualco o Nepupualco se origina en el barrio de Tlamimilolpa y su cauce, con dirección noroeste, se une al del Río Chalchuapa – Tejocote (Documento del Municipio).

El río Hueyatenco, con una longitud de 18 km., principia en la comunidad del Encinal perteneciente al Municipio de Cuauhtepéc Hidalgo, con dirección al oriente en la rancharía de la Mesa, se une al cauce del Río San Marcos, en cuyas orillas están los pueblos de Los Reyes y Tepepa, hasta desembocar en la presa de Omiltemetl (Documento del Municipio).

El río Romerillos, con una extensión de 6.5 Km, nace en la presa de Santa Ana Tzacuala y se dirige hacia el norte, pasando por Santa Catarina donde recibe el nombre del lugar y continua hasta desembocar en el Río Chachahuantla (Documento del Municipio).

El río Tecomalman, con una longitud de 11.5 Km, nace en los barrios de Tlacpac y Yemila, su trayecto sigue al noroeste pasando cerca de la cabecera municipal, modificando su nombre a lo largo de su trayectoria de Río Chalchuapa a Río Tejocote luego a Río Agua Caliente, hacia al noroeste se le conoce por Río Acoculco para desembocar en el Río Chachahuantla en el Estado de Puebla (Documento del Municipio).

El río Chachahuantla, también llamado río Omiltemetl, tiene una extensión de 8 Km e inicia en la presa de Omiltemetl y río abajo se une con el Río Pahuatlán, sirviendo sus cauces como límite estatal con el Estado de Puebla (Documento del Municipio).

Por lo abrupto de la topografía, estos ríos drenan hacia el Este, en dirección al Golfo de México por las regiones hidrológicas 27B y 27C. En la 27B o Río Tecolutla, el aprovechamiento del recurso es nulo, ya que el Río Tecolutla tiene su nacimiento en la Sierra

de Puebla, pero es alimentado por el Río Necaxa que a su vez tiene flujo de la presa de Omiltemetl y Tejocotal.

2.4.3 Manantiales

El Municipio cuenta con una gran cantidad de manantiales, entre los que sobresalen el de Atamala, en el barrio de Techachalco, Atzompa en Tlcpac, Agua Caliente, Tecajete, Atotonilco, Xopanapa, Tlatepesco y Ojo de Agua.

Los más importantes son los que surten de agua la cabecera municipal y a cinco barrios, dos de estos por gravedad. Uno es Agua Linda, en el barrio de Tlamimilolpa, del cual se extraen 5.5 litros por segundo; otro es Cuachachan, ubicado en el barrio de la Mesa, que aporta 6.5 litros por segundo. El tercero es La Chiveria, en el barrio de Tlazintla, que abastece 6.6 litros por segundo. Los dos manantiales restantes son Tlamintla y Olintla, ubicados en el barrio de Tlazintla, que juntos proveen de 1.5 litros por segundo (Documento del Municipio).

2.4.4 Presas

El municipio cuenta con los vasos de tres presas (o cuerpos de agua) principales: Presa Tejocotal, Presa Omiltemetl y Presa Santa Ana (Ver Mapa 8) (INEGI. Cuaderno Estadístico Municipal Acaxochitlán, Estado de Hidalgo, 1997, p. 5).

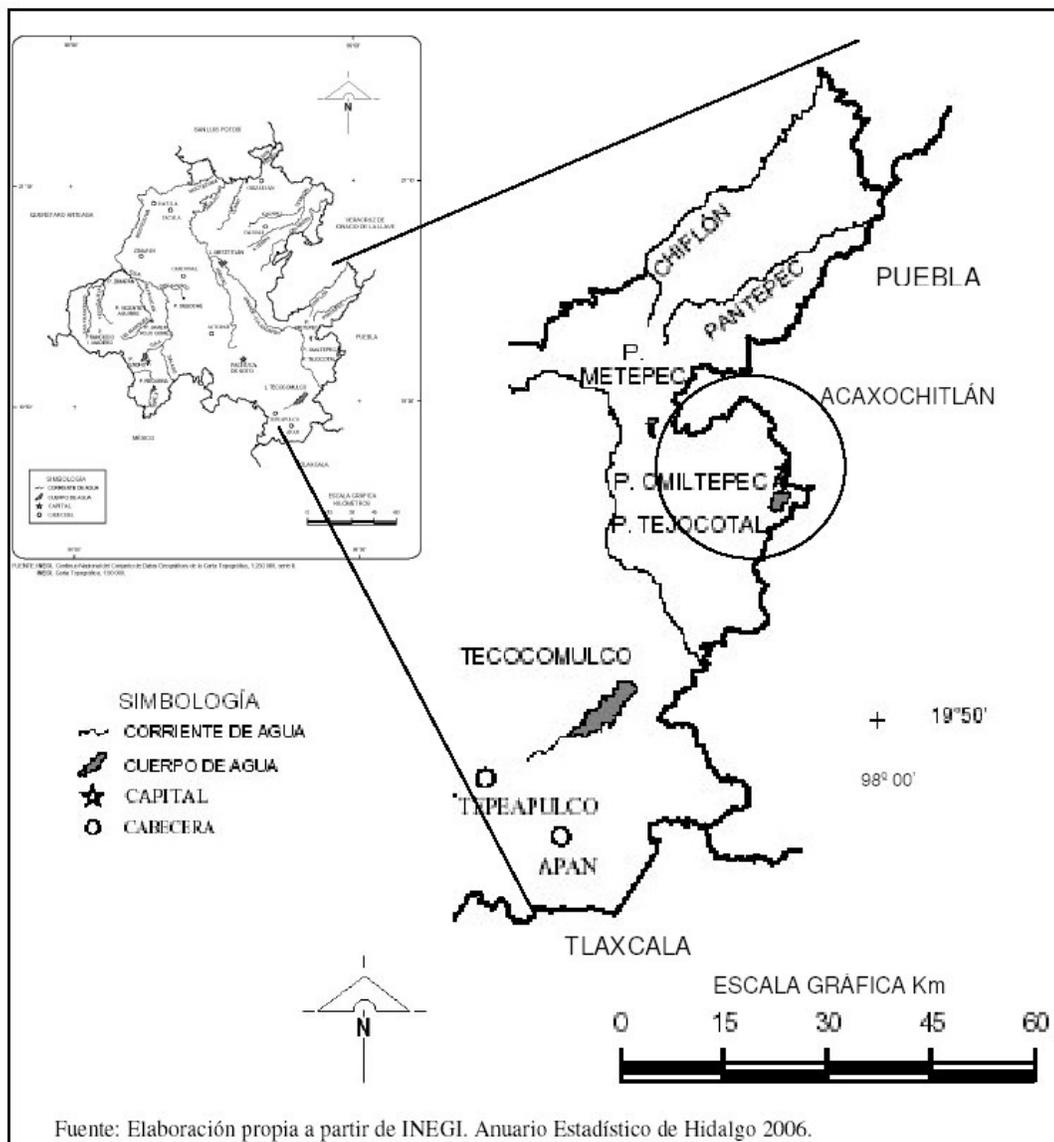
La Presa de El Tejocotal fue construida en 1900, cuenta con una superficie de 6.5 km² y se ubica hacia el oriente de la cabecera municipal en la comunidad de Tepepa (ubicación RH27Bb) (Documento del Municipio). Tiene una superficie inundable de 102 Ha y una capacidad de almacenamiento de 43.0 Mm³.

La Presa Omiltemetl fue construida en 1900, cuenta con una extensión de 3.2 km² y se localiza en tierras de la población de Los Reyes, al oriente de la cabecera municipal. Esta

presa, junto con la de El Tejocotal, alimenta a la presa Necaxa para el funcionamiento de la hidroeléctrica (ubicación RH27Cb) (Documento del Municipio). Tiene una superficie inundable de 152 Ha y una capacidad de almacenamiento de 26.05 m3.

La Presa de Santa Ana Tzacuala fue construida en 1900, con una amplitud de 2 km2. Se emplaza al norte de la cabecera municipal, entre Santa Ana Tzacuala y Zacacuautila (ubicación RH27Cb) (Docto del Municipio).

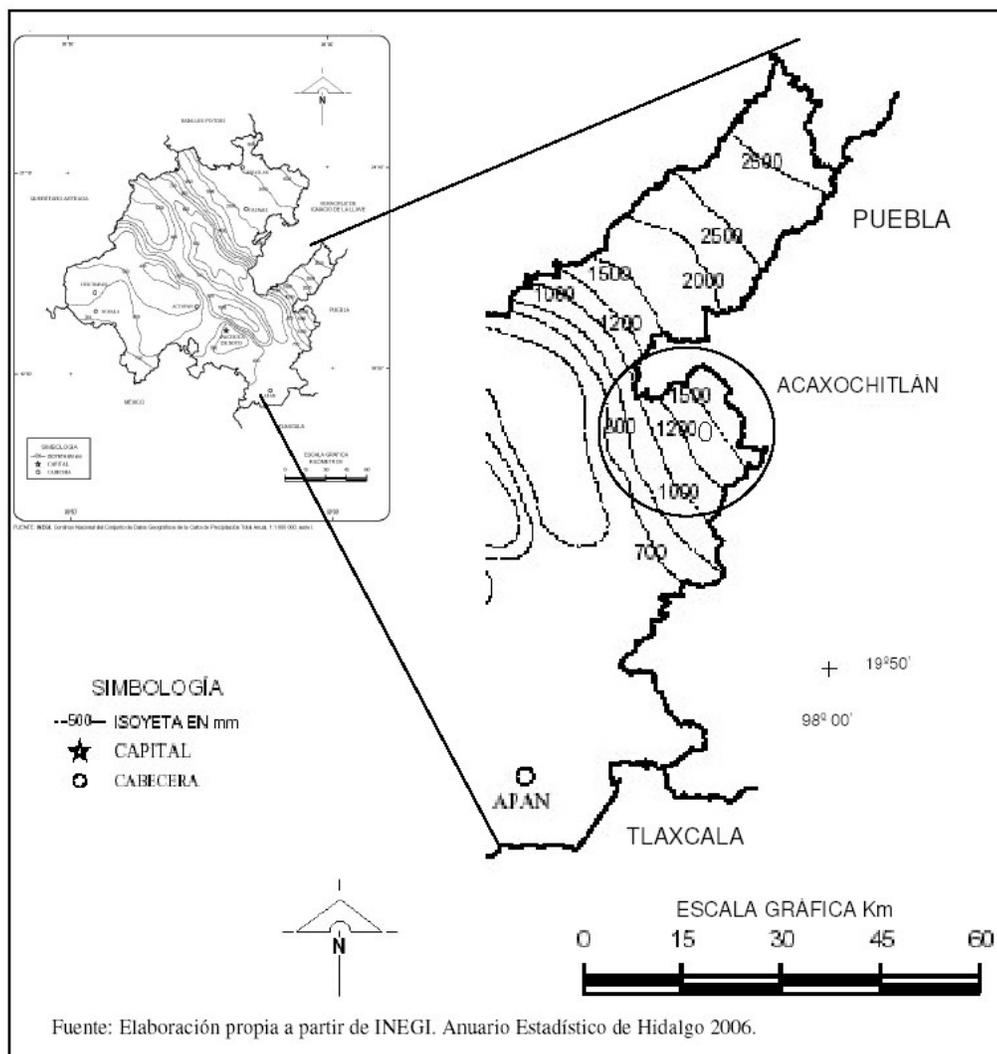
Mapa 8. Acaxochitlán. Grandes corrientes y cuerpos de agua de la región municipal.



2.4.5 Precipitación pluvial

La precipitación pluvial en el municipio comprende cuatro niveles, crecientes de Oeste a Este: de 800 a 1,000 mm, de 1,000 a 1,200 mm, de 1,200 a 1,500 mm y de 1,500 a 2,000 mm. La presa de El Tejocotal se encuentra ubicada entre las isoyetas de 1,200 mm a 1,500 mm, limitando al noreste con esta última (Ver Mapa 9).

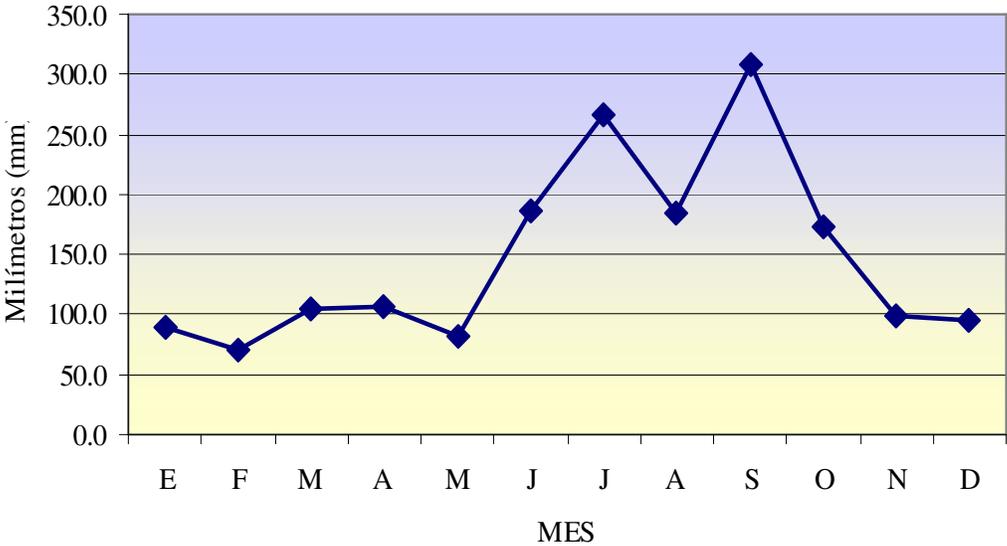
Mapa 9. Acaxochitlán. Precipitación pluvial de la región municipal y presa el Tejocotal.



La estación meteorológica Tenango de Doria, Hgo., registró para el período 1982 a 1998, un promedio total anual 1,766.8 mm. Considerando el promedio total mensual de dicho periodo, se puede apreciar el patrón temporal de precipitación. Los niveles máximos se

observan en los meses de julio a septiembre, registrándose en septiembre hasta 308.2 mm. Los niveles menores de precipitación se observaron entre diciembre y febrero, cuando solo se acumuló en el mes 69.7 mm (Ver Gráfica 3).

**Gráfica 3. Estación Meteorológica Tenango de Doria, Hgo.
Precipitación pluvial total mensual promedio 1982-1998.**



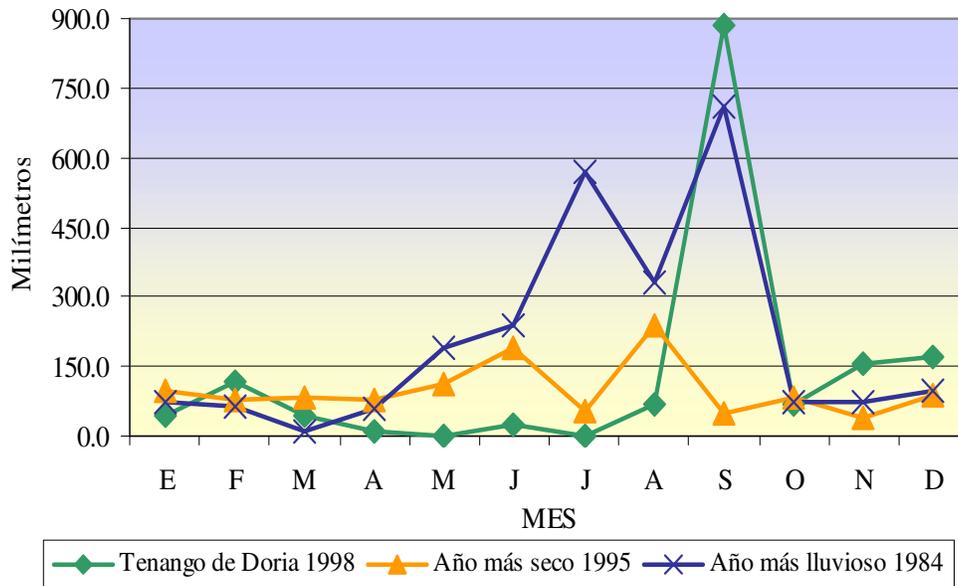
Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Anuario Estadístico de Hidalgo 2006.

Considerando el periodo 1982-1988, la estación meteorológica Tenango de Doria registró a 1995 como el año más seco, con una precipitación total anual de 1,197.5 mm, debido principalmente a la baja durante el verano, en los meses de julio a septiembre. Asimismo, se registró a 1984 como el año más lluvioso, con una precipitación total anual de 2,489.8 mm, debido a la alta precipitación durante el verano, en los meses de julio a septiembre.

El año 1998 registró una precipitación total anual de 1,580.2 mm, no obstante se presentó una baja importante de la precipitación durante la primavera (meses de abril, mayo y junio) y prácticamente todo el verano (de junio a agosto). A ese periodo de sequía respecto al

promedio 1982-1998, siguieron importantes precipitaciones el mes de septiembre (885.5 mm) (Ver Gráfica 4).

Gráfica 4. Estación Meteorológica Tenango de Doria, Hgo. Precipitación pluvial total mensual (1982-98): año más seco (1995), más lluvioso (1984) y 1988.



Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Anuario Estadístico de Hidalgo 2006.

La compañía de Luz y Fuerza del Centro cuenta con estaciones climáticas operadas bajo su responsabilidad y ubicadas en los vasos del sistema hidroeléctrico de Necaxa. La precipitación promedio anual de las cinco estaciones climáticas relacionadas al sistema Necaxa reflejan altas precipitaciones en la zona, en promedio de 22 años de observación (Ver Cuadro 1).

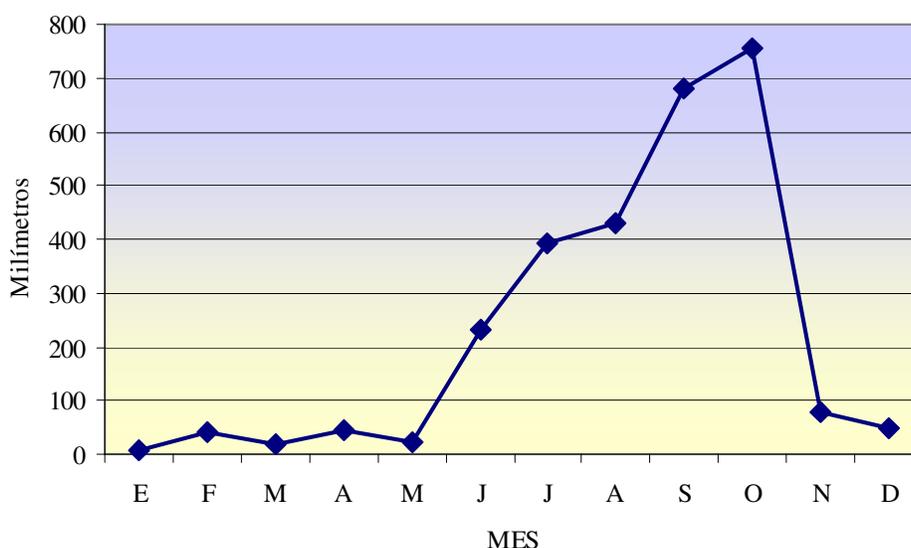
Cuadro 1. Precipitación promedio anual en los vasos del Sistema Hidroeléctrico de Necaxa (SHN).

Estación climática del SHN	Años de observación	Promedio de precipitación (mm)
Necaxa	22	2,365.73
Tenango	22	2,173.33
Nexapa	22	2,053.25
Laguna (presa Tejocotal)	24	1,464.73
Los Reyes (presa Omiltémetl)	18	1,745.07

Fuente: Luz y Fuerza del Centro, s.f. (aprox. 2000) Sistema Hidroeléctrico Necaxa, citado por Universidad Autónoma de Chapingo, s.f.

Para el año 1999, la estación meteorológica Laguna (Tejocotal) del Sistema Hidroeléctrico de Necaxa registró una precipitación anual acumulada de 2,751.1 mm, oscilando los registros mensuales entre 7.9 mm y 755.3 mm. De acuerdo a esta información, en el año 1999 la precipitación pluvial fue creciente desde el mes de junio, teniendo como pico máximo de precipitación el mes de octubre. Este registro supera el de Tenango de Doria para 1984, registrándose entonces como el año más lluvioso en la zona a 1999.

Gráfica 5. Precipitación pluvial, estación meteorológica Laguna Tejocotal Sistema Hidroeléctrico Necaxa, 1999.



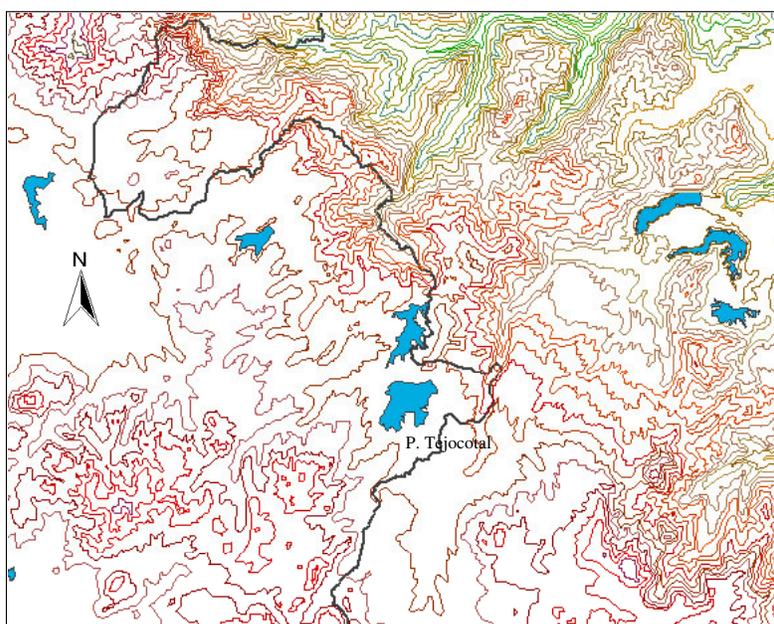
Fuente: Luz y Fuerza del Centro, s.f. Sistema Hidroeléctrico Necaxa, citado por U. A. de Chapingo, s.f.

2.4.6 La presa El Tejocotal como parte del sistema hidroeléctrico Necaxa

La presa de El Tejocotal se ubica en las coordenadas de 20° 08' 21'' latitud Norte, y 98° 08' 47'' longitud Oeste (Carta Nacional Pesquera 2002, citando Comisión Nacional del Agua, 2001), ubicándose en la Región Hidrológica 27 Tuxpan-Nautla, en la Cuenca del Río Tecolutla (RH27B). Cercana se encuentra la presa Omiltemetl, también en la Región Hidrológica 27, en la Cuenca del Río Cazonces (RH27C) (INEGI. Hidalgo. Regiones y Cuencas Hidrológicas).

La presa de El Tejocotal se ubica sobre la cota de 2,100 msnm, y está bordeada por elevaciones de hasta 2,340 msnm (Ver Mapa 10).

Mapa 10. Municipio de Acaxochitlán. Altimetría en torno a la presa de El Tejocotal.



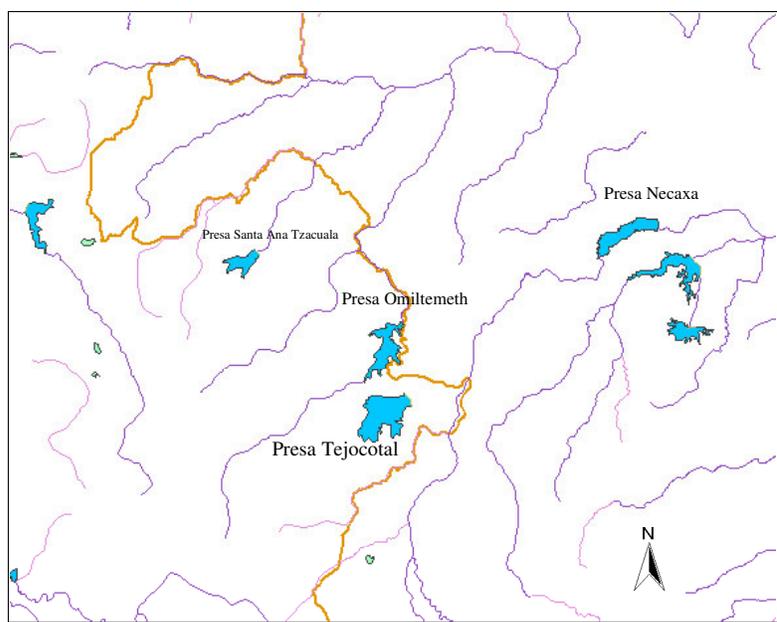
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Sistema IRIS.
Altimetría: curvas de nivel cada 100 msnm.

La presa de El Tejocotal es una de las cinco presas del sistema Necaxa para la generación de energía eléctrica, junto con Los Reyes, Patla, Tenango y Necaxa en las cuales se almacenan 172 millones de litros cúbicos de agua para generar energía eléctrica no sólo para el

propio Estado sino también para Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México y el Distrito Federal, además de muchas poblaciones que se encuentran en el centro del país (Ver Mapa 11).

El arroyo Apaxtla es controlado en el vaso Laguna (o Tejocotal). Las aguas de la presa de El Tejocotal, ubicadas a los 2,183 msnm forman parte del sistema de presas escalonadas de Necaxa, corriendo hacia la presa Omiltemetl y luego 15 km al vaso Necaxa que se ubica a los 1,338 msnm. El río Necaxa nace al sur de Huauchinango, estado de Puebla, con el nombre de Totolapa, se extiende hacia el estado de Veracruz por abruptas montañas y se precipita despeñándose hasta el fondo de los profundos barrancos formando las cascadas llamadas Salto Chico y Salto Grande; su agua se emplea principalmente para la generación de energía eléctrica. La presa Necaxa se ubica dentro del municipio de este nombre y de ella prosigue el río Tepexi, que corre de Oeste a Este, y constituye uno de los afluentes del Necax. A través de un túnel se une al río de Patla, bañando en su recorrido por el estado de Puebla varios municipios de la Sierra Norte como Patla y Chicontla. Al ingresar a territorio del estado de Veracruz, atraviesa los municipios de Cuahuatlán, Coyutla, Espinal, Papantla, Guitiérrez Zamora y Tecolutla, aumentando su caudal al unírsele otros afluentes, formando el río Tecolutla, el cual desemboca en el Golfo de México en el municipio del mismo nombre (Wikipedia, La enciclopedia libre).

Mapa 11. Presa El Tejocotal y corrientes de agua perennes.



Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Sistema IRIS. Hidrología.

2.4.7 Generación de energía eléctrica

Este es el aprovechamiento más importante económicamente y se hace a través del Sistema Hidroeléctrico de Necaxa, el cual por medio de túneles y canales deriva el agua de las principales corrientes de la parte alta de las subcuencas hacia cinco vasos de almacenamiento, los cuales están conectados por medio de canales y tuneles a cuatro plantas de generación de electricidad. Para una mejor operación del Sistema Hidroeléctrico, el área de captación de agua de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro ha dividido la región en tres zonas denominadas divisiones.

La información proporcionada por la Compañía de Luz y Fuerza del Centro menciona que la primera división comprende los arroyos Tlalcoyunga, Apapaxtla, Chacalapa y parte del Río Necaxa y los vasos Los Reyes (también llamado Omiltemetl) y La Laguna (Tejocotal), los cuales abastecen a la central hidroeléctrica Tezcapa, por medio del túnel Tlalcoyunga y del canal Tezcapa. Esta planta tiene una capacidad de generación de 5,650 KVH y quedó fuera de operación temporalmente a causa de los daños que sufrió durante las lluvias torrenciales de 1999. También pertenece a esta división el vaso Necaxa, que recibe aportaciones del vaso Tenango y de los vasos de La Laguna (Tejocotal) y Los Reyes (Omiltemetl) a través de un túnel. Las aportaciones del Vaso de Necaxa se utilizan en la central hidroeléctrica de Necaxa, planta que tiene una capacidad de generación de 75,000 KWH. En la segunda división se ubican los ríos Matzontla, Xilocuautla y Coahuila, que abastecen a los ríos Necaxa, y Tenango. El Vaso de Tenango también está dentro de esta división, el cual también recibe aportaciones del vaso de Nexapa. Finalmente, la tercera división se integra por las aportaciones de la subcuenca del río Laxaxalpan, a través de túneles, iniciando en la toma no. 26 en el río Laxaxalpan, que se ubica al este de Zacatlán, siguiendo después aportaciones de otras corrientes tributarias.

Cuadro 2. Características de los vasos de almacenamiento del Sistema Hidroeléctrico Necaxa.

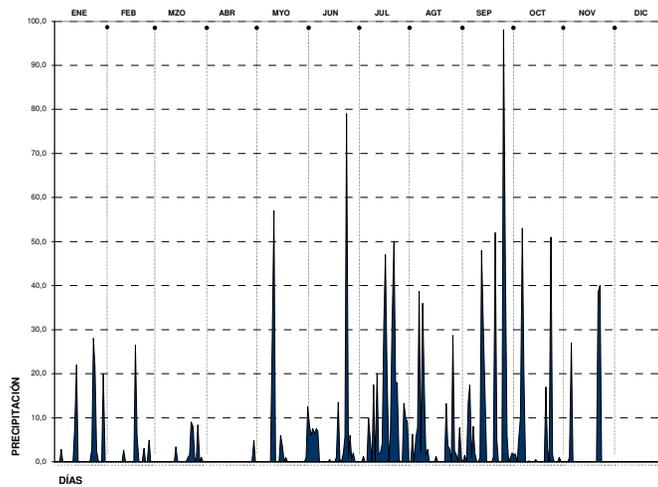
Nombre	Área de embalse (ha)	Elevación (msnm)	Capacidad del vaso en miles de m ³		Diferencia miles de m ³
			Año 1941	Año 2000	
Nexapa	150.0	1,360	15,540	12,500	-3,040
Laguna (Tejocotal)	586.0	2,183	43,526	40,637	-2,889
Tenango	341.0	1,350	43,116	41,922	-1,194
Los Reyes (Omitemetl)	275.0	2,165	Año 1931	24,030	-1,930
			25,960		
Necaxa	189.4	1,338	Año 1998	29,055	-1,327
			30,382		

Fuente: Universidad Autónoma de Chapingo, citando a SRH (1970) Boletín Hidrológico no. 42 Tomo I; datos de 1998 y 2000 de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro y Subdirección de producción. Diferencias de almacenajes de los vasos del sistema hidrológico de Necaxa.

Por otra parte, la Superintendencia Hidráulica del Sistema Hidroeléctrico de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro proporcionó al equipo de investigación información sobre la precipitación pluvial registrada en su estación meteorológica ubicada en la presa de El Tejocotal, identificada como Laguna, así como datos sobre la elevación en metros sobre el nivel del mar del espejo de agua de la presa y el almacenaje del vaso correspondientes al año 2006 y 2007.

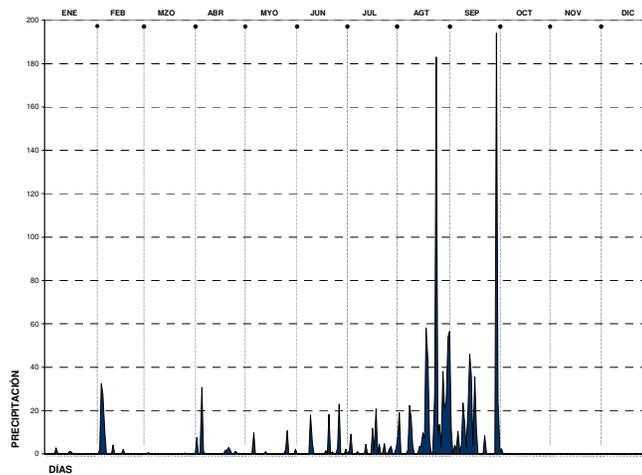
Como se muestra en los gráficos, el régimen de lluvias corresponde a abundancia en verano. Durante el 2006, los niveles de precipitación fueron crecientes del mes de mayo a julio y se registró el máximo nivel a fin de septiembre (97mm en un día). En lo que va del año 2007 los niveles de precipitación de los meses de mayo, junio, julio, fueron relativamente bajos, siendo altos en agosto y septiembre, cuando registro niveles de 185 y 195 mm por día en dos ocasiones (Ver Gráficas 6 y 7).

Gráfica 6. Presa de El Tejocotal (vaso Laguna). Precipitación pluvial diaria 2006.



Fuente: Compañía de Luz y Fuerza del Centro. Necaxa.

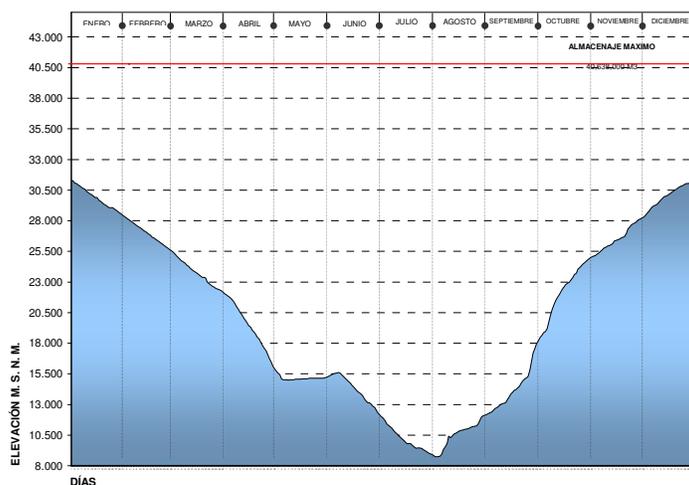
Gráfica 7. Presa de El Tejocotal (vaso Laguna). Precipitación pluvial diaria 2007.



Fuente: Compañía de Luz y Fuerza del Centro. Necaxa.

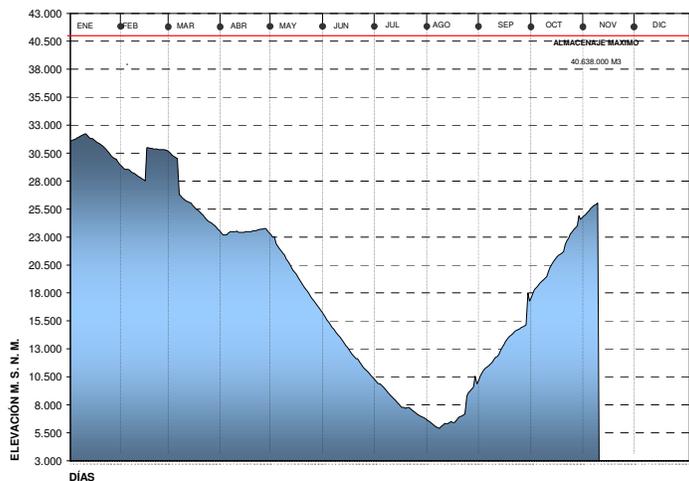
Como se nos informó en la entrevista realizada con el Superintendente Hidráulico del Sistema Necaxa, el almacenaje del vaso es administrado con un patrón cíclico. Siendo la presa de El Tejocotal el vaso más alto y de mayor capacidad de almacenaje de los cinco que corresponden al sistema Necaxa, a partir del mes de agosto se cierran las compuertas para proceder a almacenar agua hasta el mes de enero. A partir del mes de enero, durante el estiaje, se abren las compuertas del vaso para alimentar el sistema Necaxa (Ver Gráficas 8 y 9).

Gráfica 8. Presa de El Tejocotal (vaso Laguna). Almacenaje 2006.



Fuente: Compañía de Luz y Fuerza del Centro. Necaxa.

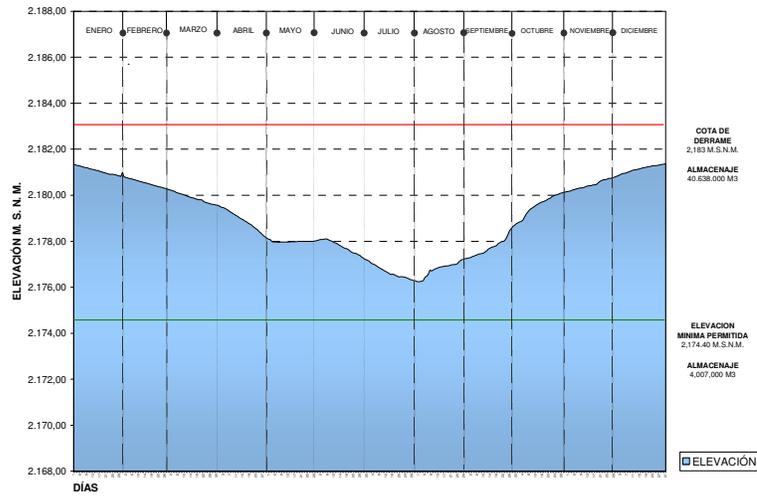
Gráfica 9. Presa de El Tejocotal (vaso Laguna). Almacenaje 2007.



Fuente: Compañía de Luz y Fuerza del Centro. Necaxa.

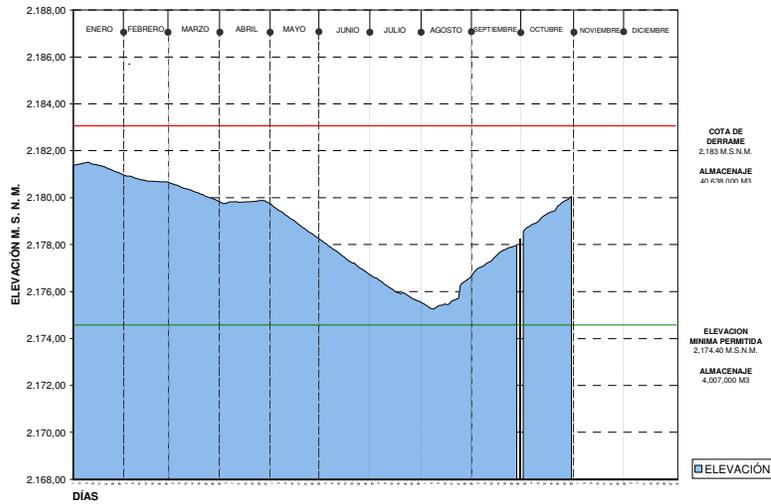
El ciclo de llenado y vaciado de la presa también incluye la consideración de las elevaciones del espejo de agua del vaso, supervisándose las condiciones de seguridad. El vaso cuenta con una cota de derrama de 2,183 msnm, con un almacenaje de 40,638,000 m³ y una cota de elevación mínima permitida de 2,174.40 msnm, con un almacenaje de 4,007,000 m³. En los años de 2006 y 2007, el nivel del embalse fue decreciente de enero a la primera semana de agosto. A partir de la segunda semana de agosto el nivel ha sido creciente (G. 10 y 11).

Gráfica 10. Presa de El Tejocotal (vaso Laguna). Elevaciones 2006.



Fuente: Compañía de Luz y Fuerza del Centro. Necaxa.

Gráfica 11. Presa de El Tejocotal (vaso Laguna). Elevaciones 2007.



Fuente: Compañía de Luz y Fuerza del Centro. Necaxa.

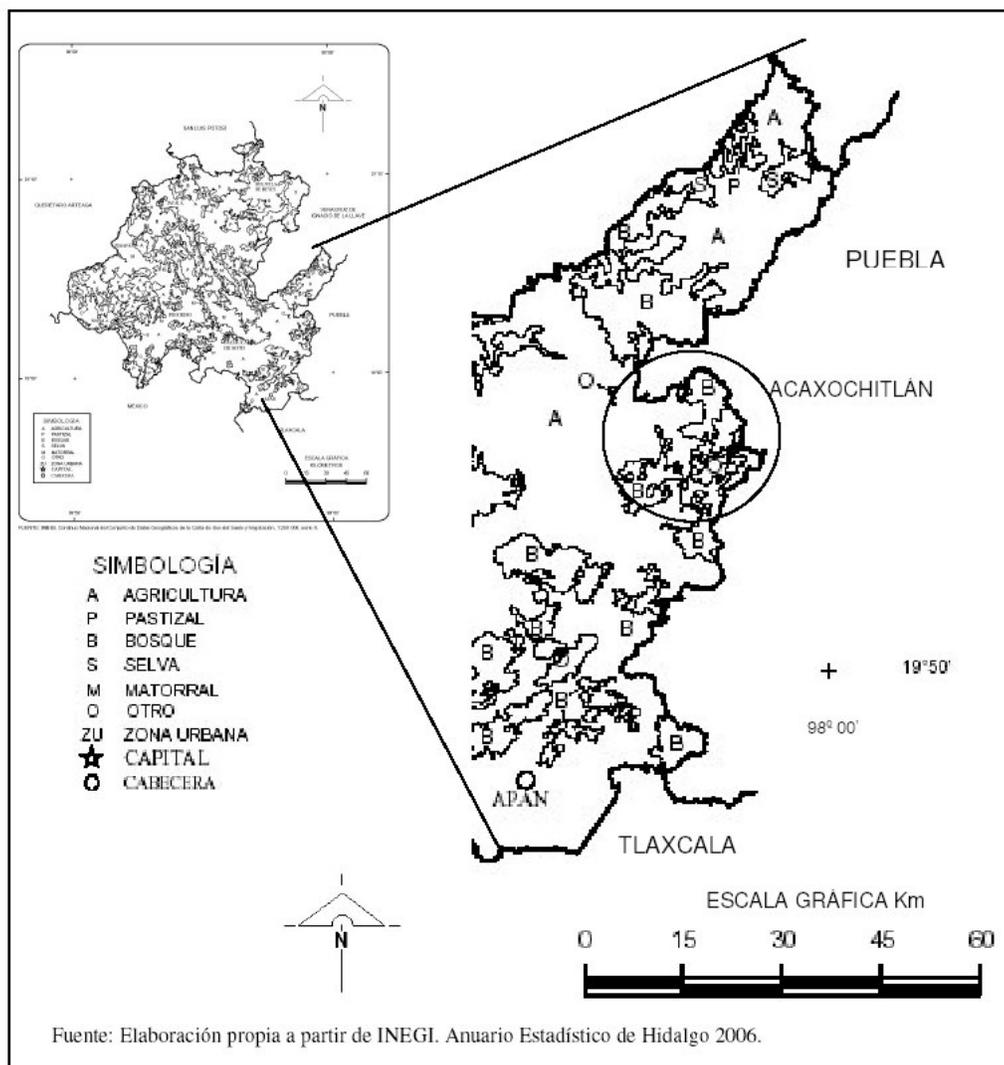
2.4.8 Heladas

La frecuencia de heladas y granizadas es de 20 a 40 días y de 0 a 2 días anuales respectivamente, con una ocurrencia entre los meses de noviembre y diciembre.

2.4.9 Vegetación

El 45.29% de la superficie municipal se dedica a la agricultura, destinándose principalmente a los cultivos de maíz, frijol y cebada; el 2.48% son pastizales, en los cuales se produce uña de gato para el forraje.

Mapa 12. Acaxochitlán. Agricultura y Vegetación de la región municipal y presa Tejojotal.



El 48.88% de la superficie municipal esta constituida por bosques de ocote, encino de manzanilla y encino negro, y el 11.41% corresponde a diversos tipos de vegetación (INEGI. Cuaderno Estadístico Municipal Acaxochitlán, Estado de Hidalgo, 1997, p. 6) (Ver Mapa 12). Según un estudio de la Universidad Autónoma de Chapingo, los tipos de vegetación para las Subcuencas Necaxa y Laxaxalpan son: Bosque de pino (*Pinus spp.*), Bosque de pino-encino (*Pinus Quercus*), Bosque de encino (*Quercus spp.*), Bosque Mesófilo de montaña (alterado), Selva pernnifolia, teniendo como vegetación secundaria pastizales (U. A. De Chapingo:43).

En los cerros ubicados al sur de la presa de El Tejocotal, alrededores de la presa Los Reyes y en los alrededores de Huauchinango se encuentra bosque de pino (*Pinus spp.*). Cabe señalar que en los alrededores de la presa de El Tejocotal se ha reforestado con la especie *Pinus patula* por parte de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, como una forma de controlar el aporte de sedimentos hacia las presas y mantener el sistema hidrológico (U. A. de Chapingo: 43).

A través de los grupos focales realizados por el equipo de investigación a los pescadores, se detectó que hace aproximadamente 15 años el bosque en torno a la presa de El Tejocotal presentó una severa enfermedad, motivo por el cual la Compañía de Luz y Fuerza hizo una tala de control y la señalada siembra de reforestación.

Respecto a la fauna asociada a la presa de El Tejocotal, el estudio de Chapingo, citando a Arellano (1956), hace referencia a la existencia de pato cuaresmeño (*Spatula clypeata*) y pato golondrino (*Anas acuta*). A través de trabajo de campo realizado por el equipo de investigación en 2007 fue posible observar la presencia de pato y garza blanca (*Egretta sp.*).

3.- ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS GENERALES

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO DE ACAXOCHITLÁN

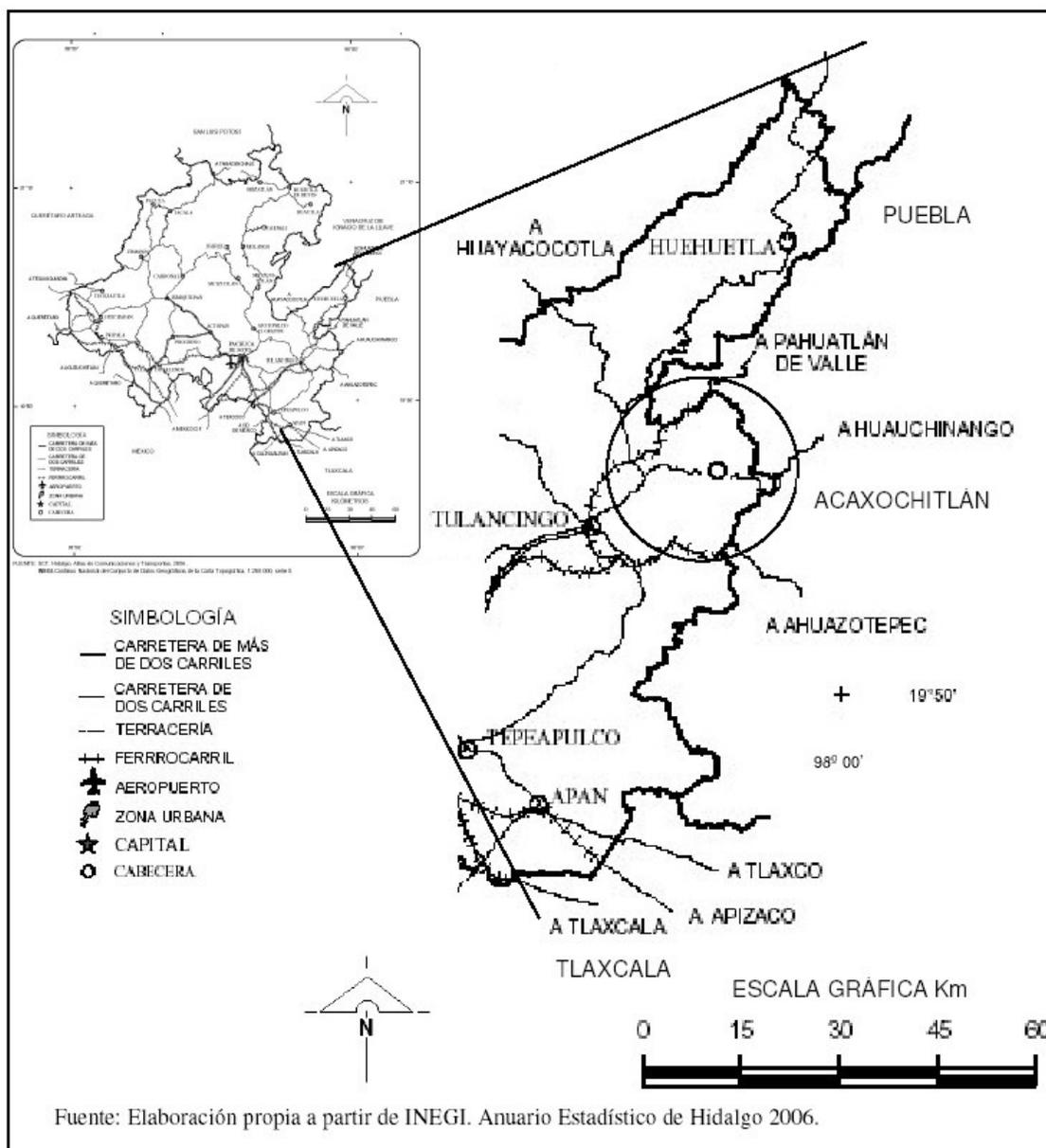
El municipio de Acaxochitlan, uno de los 84 municipios del Estado de Hidalgo, colinda con la entrada de la sierra de Puebla. Acaxochitlán, conocido como la puerta de los pueblos otomíes y nahuas cuenta con un mercado donde se encuentran productos de varias regiones aledañas, así mismo destacan pequeñas industrias caseras en la manufactura de conservas de frutas que se dan en la zona como manzanas, duraznos y tejocotes, entre otras. También se elaboran ricos vinos de frutas como el acachul, o el de moras combinado con piña. Cuenta con una iglesia sencilla dedicada a la virgen María, en la cual se localiza un antiguo techo de artesonado – viguería- cubierto con tejas. Muy cerca de allí se encuentran las presas de Omiltemetl y de El Tejocotal (Castro, Fortino citando a Bolliger de Vázquez).

3.1.1 Vías de Comunicación y Medios de Transporte

El municipio está comunicado por 35.5 kilómetros de camino rural pavimentado, 40.9 de camino revestido y 7 de camino rural. Además tiene comunicación a través de la carretera federal núm. 130. También cuenta con una red ferroviaria de 15 kilómetros de la ruta México-Tulancingo-Apulco. En julio de 2007, se inauguró la carretera Tejocotal – Nuevo Necaxa con una extensión de 18 kilómetros (como parte del Sistema Carretero Troncal México – Tuxpan), la cual permitirá agilizar el traslado de personas, productos y servicios que provienen de Huauchinango y otros municipios de la Sierra Norte del estado de Puebla, así como de Acaxochitlán, y Tejocotal, en el estado de Hidalgo, hacia las costas del Golfo de México y viceversa. El nuevo tramo carretero permitirá reducir también de hasta una hora y media a 20 minutos, el tiempo del trayecto Pachuca – Tulancingo por la carretera 130 (Presidencia de la República).

La transportación urbana y rural se realiza regularmente por medio de taxis colectivos y autobuses de pasajeros, así como sitios de taxis dentro del municipio. En cuanto a medios de comunicación, existe el servicio de teléfono, telégrafo, correo y señal de televisión.

Mapa 13. Acaxochitlán. Transporte de la región municipal y de la presa el Tejojotal.



3.1.2 Población

La población del municipio ha sido creciente, alcanzando en el año 2000 los 36,978 habitantes, representando la población masculina 48.5% y la femenina 51.5%. El II Censo de Población y Vivienda del año 2005 registro solo 34,892 habitantes que, ha reserva de evaluación de la información, estaría indicando un posible cambio en las tendencias de poblamiento (INEGI 2000 y 2005). Mientras en la década 1990-2000 la tasa de crecimiento demográfico de 1.52 % promedio anual expresó un ritmo lento de crecimiento, para el quinquenio 2000-2005 los datos disponibles expresan un decrecimiento bajo.

Cuadro 3. Municipio de Acaxochitlán. Indicadores demográficos básicos, 1990-2005.

Indicadores	1990	2000	2005
Población total	31,832	36,978	34,892
Hombres	15,669	17,933	16,763
Mujeres	16,163	19,045	18,129
Índice de Masculinidad	96.94	94.16	92.47
Tasa de crecimiento %		1.52	-1.03

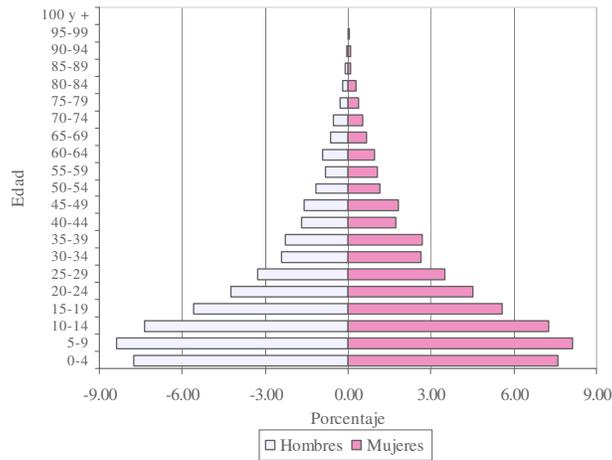
Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo General de Población y Vivienda 1990; INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000; e INEGI. Censo de Población y Vivienda 2005.

El Índice de Masculinidad indica que a lo largo del período 1990 a 2005 ha habido una tendencia al desbalance de la proporción entre hombres y mujeres, con un reducción de la proporción masculina. Este proceso de feminización se explica por la pérdida de población masculina en edades laborales, como puede observarse en las pirámides de edades, que grafican la estructura por edad y sexo.

Las pirámides de población muestran una pérdida de población masculina sobre todo en los rangos de edad de 15 a 39 años de edad, precisamente en un rango importante de las edades laborales (Gráfica 12).

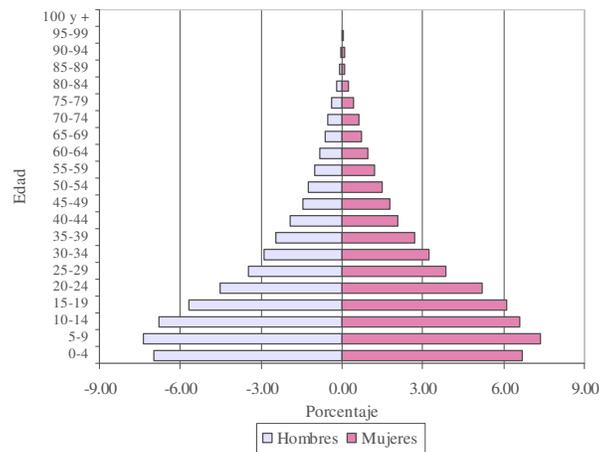
Gráfica 12. Acaxochitlán. Pirámides de población 1990, 2000 y 2005.

Municipio de Acaxochitlán. Población por edad y sexo 1990



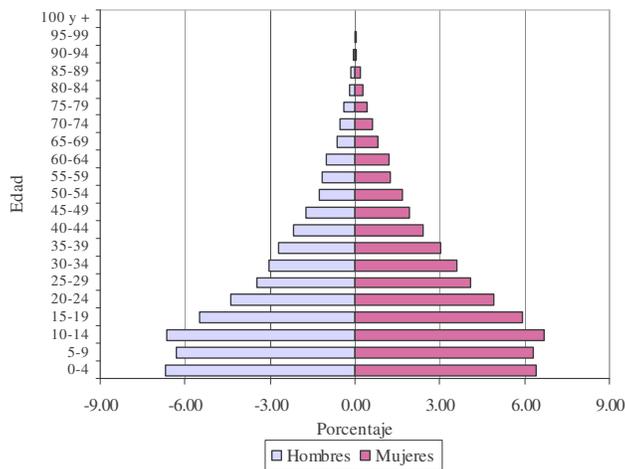
Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo General de Población y Vivienda 1990.

Municipio de Acaxochitlán. Población por edad y sexo 2000



Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000

Municipio de Acaxochitlán. Población por edad y sexo 2005



Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2005.

Considerando la migración acumulada, en 1990 la población nativa registrada fue de 30,438 personas, los inmigrantes nacidos en otra entidad del país 1,160 personas y los nacidos en otro país fueron 5 personas. Estos inmigrantes al municipio representaron el 3.69 % de la población total. Para el año 2000, la población nativa registrada por el censo de población alcanzó 34,948 personas, mientras se identificó a 1,734 inmigrantes nativos de otras entidades de México y 8 nacidos en otro país. Estos inmigrantes representaron 4.75% de la población municipal. Cabe destacar que este incremento en la proporción de población inmigrante implicó un aumento de casi un 50% en su volumen absoluto en la década 1990-2000.

Cuadro 4. Acaxochitlán. Distribución de la población según condición migratoria, 1990 y2000 y variación porcentual de sus volúmenes.

Condición migratoria	1990 %	2000 %	Incremento % 1990-2000
Población total	100.00	100.00	16.17
Población nativa	96.31	95.25	14.82
Población inmigrante	3.69	4.75	49.53
De otros estados	3.67	4.73	49.48
Del extranjero	0.02	0.02	60.00

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990 e INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

En 1990 la población inmigrante acumulada residente en el municipio procedía principalmente de Puebla, el estado de México, el Distrito Federal y Veracruz. Para el año 2000, los inmigrantes que permanecieron en el municipio junto con los que arribaron en el período, tuvieron un origen por nacimiento principalmente en Puebla (aunque se redujo su proporción), el Distrito Federal (que aumentó su presencia), Veracruz y el estado de México.

Considerando sólo la inmigración reciente, los censos de población de 1990 y del 2000 registraron un leve aumento de los inmigrantes recientes, durante los cinco años previos a cada censo, pasando de 396 a 566 personas. En contraste con este ligero aumento en la atracción migratoria del municipio de Acaxochitlán durante la década de los años 1990s, el conteo de

población de 2005 registró una disminución de la atracción municipal en el quinquenio 2000-2005, registrándose solo 367 inmigrantes recientes.

Cuadro 5. Acaxochitlán. Distribución porcentual de la población nacida en otra entidad 1990 y 2000.

Lugar de nacimiento	1990	2000
Puebla	58.02	45.56
Distrito Federal	11.21	17.99
Veracruz	9.57	12.46
Estado de México	12.07	11.94
Oaxaca	1.55	1.73
Michoacán	0.95	1.50
Guanajuato	0.69	1.15
Morelos	0.86	1.15
Tamaulipas	1.03	0.46
Otros estados	4.05	6.06
Total	100.00	100.00

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990 e INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

Cuadro 6. Acaxochitlán. Inmigración reciente de los últimos cinco años previos a 1990, 2000 y 2005.

Acaxochitlán	1985-90	1995-00	2000-05
Población 5 y más años a fin de periodo	26,828	31,707	30,231
No migrante	26,125	31,018	29,485
Inmigrantes recientes	396	566	367
Inmigrante interestatal	391	560	332
Inmigrante internacional	5	6	35
No especificado	307	123	379
Porcentaje de inmigración reciente	1.48	1.79	1.21

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990; INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000; e INEGI. II Conteo de Población y Vivienda 2005.

En el quinquenio 1985-1990 los principales orígenes de la inmigración reciente al municipio de Acaxochitlán fueron en el quinquenio 1985-1990 Puebla, el Distrito Federal, el estado de México y Veracruz, aportando 90.66% de los inmigrantes al municipio. Para los quinquenios 1995-2000 y 2000-2005, estos estados siguieron siendo los principales orígenes de los inmigrantes recientes, aunque variaron su proporción, destacando la participación del Estado de México, seguida de Puebla, Veracruz y el Distrito Federal. Conjuntamente la aportación de estos cuatro estados disminuyó desde el quinquenio 1985-1990, indicando un proceso de diversificación del origen migratorio.

Cuadro 7. Acaxochitlán. Principales orígenes de la inmigración reciente del último quinquenio previo a 1990, 2000 y 2005.

Porcentaje del total de inmigrantes	1985-90	1995-00	2000-05
Distrito Federal	25.00	20.14	9.26
Estado de México	20.20	28.98	33.51
Puebla	34.85	27.21	21.53
Veracruz	10.61	9.54	9.54
Total 4 principales estados	90.66	85.87	73.84
Extranjero	1.26	1.06	9.54
Total 4 estados y extranjero	91.92	86.93	83.38

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990; INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000; e INEGI. II Conteo de Población y Vivienda 2005.

Asimismo, el incremento en la proporción de inmigración reciente desde el extranjero, mayoritariamente de Estados Unidos, refleja mayor interacción con este país y posiblemente un incremento de la emigración hacia éste.

En virtud de que la inmigración interestatal e internacional no compensan la pérdida poblacional de emigrantes, por su saldo migratorio negativo, Acaxochitlán se encuentra clasificado para la década 1990-2000 como municipio de expulsión baja, con una tasa de (-) 7.98 %

3.1.3 Población que habla lengua indígena

La población hablante de lengua indígena en el municipio registrada por el censo de población del año 2000 ascendió a 15,339 habitantes. Contrastando con el censo de 1990, cuando alcanzó los 14,689 habitantes, hubo un incremento en la década. Sin embargo, en el año 2005, el conteo de población registró su disminución a 13,385 habitantes, lo cual refleja un subregistro, posiblemente debido tanto al incremento de la emigración como a la omisión de la lengua.

Cuadro 8. Acaxochitlán. Población hablante de lengua indígena, 1990-2005.

Acaxochitlán	1990	2000	2005
Hablantes de lengua indígena	14,689	15,339	13,385
Hombres	7,262	7,418	6,470
Mujeres	7,427	7,921	6,915
% población total	46.35	41.79	38.47

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990; INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000; e INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005.

En el año 2000, el 97.9% de la población indígena del municipio hablaba náhuatl y el restante 2.1% otras lenguas como el otomí (1.7%), tepehua (0.2%), y totonaca (0.15%). (INEGI, Censo General de Población y Vivienda, 2000). Esta proporción prácticamente se ha mantenido en el año 2005, cuando la población indígena náhuatl representó 97.02% de la población indígena, la otomí 2.13% y la totonaca 0.1% (INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2005).

3.1.4 Religión

La mayoría de la población del municipio practica la religión católica, pero su proporción ha venido disminuyendo ligeramente en las últimas décadas. En 1980, el 96.2% de la población declaró ser católica; en 1990 este porcentaje se redujo al 92.9%, y en el año 2000 el porcentaje fue de 91.9%. En contraparte, la población con religión protestante o evangélica ha venido creciendo: en 1980 representó apenas el 2.2%; en 1990 representó el 4.3%, y en el año 2000

fue de 4.4%. Por otra parte, en los últimos lustros la población que se declara sin religión ha permanecido casi igual, representando entre el 1 y el 2% de la población del municipio. (Cuaderno Estadístico Municipal Acaxochitlán, Estado de Hidalgo, INEGI, 1997, p.27;e INEGI, Censo General de Población y Vivienda, 1990 y 2000).

3.1.5 Distribución territorial poblacional

En la última década el número de localidades del municipio ha crecido. Mientras en 1990 contó con 32 localidades, para el año 2000 se registraron 54 localidades y en el año 2005 el municipio contó con 59 localidades. El aumento en el número de localidades se ha debido al surgimiento de nuevos asentamientos pequeños, menores de 500 habitantes. Para el año 2005, el 71.2% de las localidades del municipio se encontraron en este rango. La cabecera del municipio es la localidad de Acaxochitlán (INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000 y Marco Geoestadístico Municipal del Conteo de Población y Vivienda 2005).

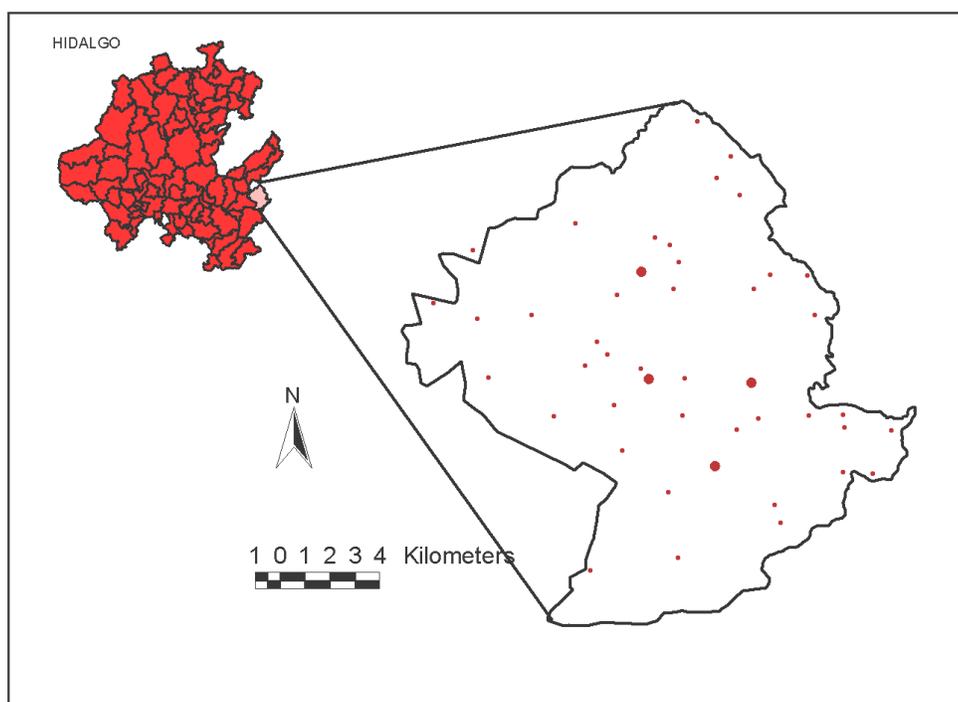
Cuadro 9. Acaxochitlán. Localidades según número de habitantes, 1990-2005.

Año	Número de localidades	Localidades según número de habitantes					
		1 - 99	100- 499	500 - 999	1,000-1,999	2,000-2,499	2,500-4,999
1990	32	1	10	9	8	0	4
2000	54	16	19	7	7	1	4
2005	59	22	20	7	6	0	4

Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda 1990, 2000 y Marco Geoestadístico Municipal del Conteo de Población y Vivienda 2005

Por su volumen de población, las localidades más importantes del municipio son: Santa Ana Tzacuala (11.38%), Tepepa (11.06%), Los Reyes (10.87%), Acaxochitlán (10.67%), San Pedro Tlachichilco (5.15%), San Mateo (4.71%), Chimalapa (4.30%), La Bóveda (3.75%), Tlapac (3.59%), Zacacuautla (3.50%), La Mesa (2.77%) y Tamimilopa (2.64%). (INEGI. Conteo de Población y Vivienda 2005).

Mapa 14. Municipio de Acaxochitlán. Ubicación de sus localidades.



Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. 2005.

El crecimiento natural de la población y su movilidad han generado patrones de distribución desiguales. Así, mientras unas cuantas comunidades se desarrollan con tendencias semiurbanas, otras presentan considerable dispersión en gran número de pequeñas localidades y barrios. Por tal razón, la presidencia municipal ha considerado generar la dotación de servicios de manera que poco a poco se logre igualar los niveles de bienestar y desarrollo en infraestructura, equipamiento y servicios urbanos, incluyendo la disponibilidad de vivienda, agua entubada, electrificación, drenaje sanitario, escuelas, puestos de salud y un medio ambiente sano (Acaxochitlán. Plan Municipal de Desarrollo 2006-2009, p. 24).

El tipo de familia predominante en el municipio es la nuclear, compuesta por los padres y los hijos, o uno de los padres, generalmente la madre, y sus hijos. En el año 2005, el tamaño promedio de familia fue de 5.2 persona; los hogares de 6 a 9 y más integrantes representaron el 41.8% del total de los hogares del municipio. El modo en que se distribuyen en el municipio tiene una influencia determinante en el establecimiento de las bases del desarrollo sostenido y sustentable dentro de los programas sociales.

3.1.6 Infraestructura Urbana

El municipio cuenta con una cobertura de 56% de viviendas con agua potable, y 26% de alcantarillado. Se cuenta con 12 sistemas formales de agua potable con los cuales se da el servicio a ocho comunidades más, así como dos sistemas en proceso de construcción. Además, existen dos plantas de tratamiento de agua residual una ubicada en el barrio de Tlazintla y otra ubicada en el barrio de Tlatempa, aunque por el momento no están en funcionamiento.

El drenaje sanitario representa un grave problema por su ineficiencia en la dotación, debido a fenómenos de diversos tipos entre los que destacan el económico, el ecológico y el manejo de desechos orgánicos, así como el orográfico.

Los principales problemas que enfrenta el sistema de agua son la insuficiencia financiera, la falta de cultura en el uso racional del líquido, el deterioro de las redes de conducción y distribución, el costo tarifario, el cobro del servicio registrado y las tomas clandestinas (Acaxochitlán. Plan Municipal de Desarrollo 2006-2009, p. 27).

Es importante reconocer que existen avances significativos en la dotación de agua entubada, electrificación así como de drenaje sanitario, sin embargo, el crecimiento disperso de la población dificulta la realización de obras.

3.1.7 Electricidad

El municipio contaba en 2005 con 4,573 tomas instaladas de energía eléctrica, de las cuales 4,554 eran domiciliarias y 19 no domiciliarias. Los datos anteriores indican que el municipio tiene una amplia cobertura en lo que se refiere a servicio eléctrico, requiriéndose modernizar y ampliar la capacidad de la red de electrificación para su uso industrial, alumbrado público y comercial (Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo 2006).

3.1.8 Vivienda

En el año 2005 el municipio de Acaxochitlán contaba con un total de 6,729 viviendas particulares, las cuales estaban ocupadas por 34,892 personas. Del total de viviendas particulares registradas, 96.4% eran casas independientes, y el restante 3.6% se distribuía entre

departamentos en edificio, vivienda o cuarto en vecindad, vivienda o cuarto en azotea, y vivienda no especificada. La proporción de personas por vivienda fue en ese año de 5.1 personas (Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo 2006, (cuadro 4.3; Cuadro 4.5).

Del total de viviendas particulares registradas, 35.6% tenía piso de tierra; 56% tenía piso de cemento, y 8.4% de madera, mosaico u otro material (Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo 2006, cuadros 4.8 y 4.5).

En el 2005 el municipio contaba con un total de 73 fuentes de abastecimiento de agua potable. Del total de viviendas particulares registradas, 6,319 viviendas particulares disponían de energía eléctrica; 4,321 tomas de agua de la red pública, y 3,610 disponían de drenaje (Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo 2006, Cuadro 4.9)

La construcción de las viviendas está hecha a partir de block y tabique, pero también en gran medida utilizan el adobe y láminas resistentes para sus techos así como el petatillo La calidad de la vivienda en muchos casos es baja, existiendo familias que habitan en construcciones elaboradas predominantemente con materiales ligeros.

Cuadro 10. Acaxochitlán. Características de la vivienda (distribución porcentual).

Características de la vivienda	Porcentaje %
Vivienda con piso de tierra	52.23
Vivienda sin agua entubada	72.86
Vivienda sin tubería de drenaje	80.35
Vivienda sin energía eléctrica	52.57
Vivienda de un solo cuarto	52.66

Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000.

3.1.9 Grado de Marginación

De acuerdo al cálculo del Índice de Marginación del Consejo Nacional de Población (CONAPO), el municipio se clasifica como de Alta Marginación. A nivel localidad se considera un grado de marginalidad alto en quince localidades y muy alta en nueve de ellas.

El 40% de la población indígena se dedica al comercio foráneo e informal, el 25% a actividades agropecuarias, el 3% es migrante eventual y el resto son personas inactivas. La mayoría de su población es analfabeta. Asimismo carecen de servicios básicos (agua, luz y drenaje sanitario) debido a la complicada geografía del terreno donde habitan. Tampoco cuentan con una vivienda digna, letrina ecológica o servicio de transporte, además persiste la desigualdad jurídica, social y de equidad de género.

3.1.10 Población económicamente activa y principales actividades productivas

El Censo General de Población y Vivienda del año 2000 registró como Población Económicamente Activa (PEA) a aquellas personas de 12 y más años, que en la semana de referencia considerada en el levantamiento censal se encontraban realizando alguna actividad económica por al menos una hora a cambio de alguna remuneración (ocupadas), y aquellas que no tenían trabajo pero lo buscaron activamente (desocupadas).

Una forma de valorar la incorporación de la población a la economía es a través de la Tasa de Participación, que nos indica la proporción o porcentaje de la población en edades laborales que se declaró como económicamente activa. En el municipio de Acaxochitlán, la Tasa de Participación Económica fue de 43.65 % de la población de 12 más años en el año 2000 (Ver Cuadro 11).

Cuadro 11. Acaxochitlán. Indicadores de la actividad económica por sexo, 2000.

Municipio y clasificación por sexo	Tasas de participación	Tasas de ocupación	Tasas de desempleo abierto
Acaxochitlán	43.65	99.32	0.68
Hombres	71.73	99.22	0.78
Mujeres	18.34	99.66	0.34

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, México.

Como lo indica la Tasa de Ocupación municipal, es decir la proporción de población económicamente activa, el 99.32% de la PEA se encontraba ocupada trabajando al menos una hora semanal, implicando una Tasa de Desempleo Abierto de 0.68% (población sin empleo pero que lo buscó activamente).

La participación económica es diferencial entre hombres y mujeres. En Acaxochitlán es notoria la diferencia en la Tasa de Participación masculina y femenina. Mientras el 71.73% de los hombres de 12 y más años trabajaban o habían buscado trabajo ese año, sólo el 18.34% de las mujeres en ese rango de edad lo hicieron. Es decir, la participación económica fue de 3.9 hombres por cada mujer.

El Municipio de Acaxochitlán, colindante con el Estado de Puebla, se encuentra en una región de alta marginación, siendo este municipio el de mejor nivel socioeconómico en dicho contexto. A pesar de sus fuertes carencias, cuenta con una infraestructura limitada en sus actividades productivas generadoras de inversión y empleo, y con una cierta inclinación por las actividades primarias. En la actualidad, ha tendido a desarrollar el sector terciario, principalmente comercio regional y servicios. Aunque de manera paulatina, éste ha dado un importante impulso a la economía relacionada con el mercado externo. A diferencia del desarrollo observable en el sector secundario, el primario ha mantenido un desarrollo sostenido.

Para el año 2000, a través del Censo General de Población y Vivienda, se contó con una población económicamente activa ocupada en el sector primario estimada de 3,214 personas, que en términos relativos ascendió a 30.6%. Para el sector secundario la participación ha sido menor, con una población económicamente activa de 26.02% y la mayoría de ellas en la construcción y manufactura, contando el sector con cerca de 2,732 personas. En el sector terciario, de servicios, participa 43.39% de la población económicamente activa del municipio, es decir cerca de 4,557 personas. En consecuencia, la actividad primaria es parte importante en la economía del municipio, pero es superada por las actividades del sector terciario, ya que Acaxochitlán ha volteado al comercio y a los servicios. El comercio local le da empleo a aproximadamente 2,676 personas. En diversos establecimientos se venden productos de la región, como conservas de frutas, artesanías, artículos de primera necesidad, alimentos, ropa, calzado, muebles y aparatos eléctricos.

Cuadro 12. Acaxochitlán. Distribución de la Población ocupada por sector, 2000.

Acaxochitlán	Primario	Secundario	Terciario	Total
Total	30.60	26.02	43.39	100.00
Hombres	34.19	27.15	38.66	100.00
Mujeres	17.93	21.99	60.08	100.00

Fuente: Elaboración a partir de INEGI. Censo General de Población y Vivienda, 2000.

El Plan Municipal de Desarrollo 2006-2009 señala, como parte de su diagnóstico, que el proceso agrícola en áreas de temporal presenta una gran cantidad de limitantes de tipo climatológico y socioeconómico que no han permitido el desarrollo de los productores y que ha originado marginación y rezago en materia tecnológica. Los principales cultivos agrícolas del municipio son el maíz, frijol, cebada y avena. Por su competitividad e importancia económica, estos cultivos son de prioridad en las cadenas agroalimentarias en el municipio.

También se cultivan frutales como ciruela, manzana, durazno y hombros. Las condiciones ambientales y de altura, han favorecido la fruticultura, especialmente en la comunidad de Santa Catarina y en los barrios de Tlacpac, Tlamimilolpa, Yemila y Tlatzintla. Se ha incrementado el valor de estos cultivos con la producción de gran variedad de vinos de frutas tradicionales de la región, como el vino de acáchul, zarzamora, manzana, perón, durazno, capulín, naranja y membrillo, así como la sidra rosada, semi rosada y semi seca, así como el licor de manzana.

Entre los recursos naturales aprovechables para la agricultura, el municipio cuenta con una vegetación integrada principalmente por eucaliptos, pinos, encinos, ocotes; mazanilla, encino negro, uña de gato, oyamel y cedro rojo, y especies no maderables como hongos, palma *camedor* y musgo; árboles exóticos de manzanas, duraznos, capulines, peras y una gran variedad de plantas medicinales utilizadas en remedios caseros.

En años recientes se tuvo aprovechamientos forestales maderables de pino 4,490 metros cúbicos en rollo, de encino 5,416 mcr, de oyamel 430 mcr y 94 mcr de otros recursos. En total se cuenta con 22,610 hectáreas de suelo, las cuales se dedican a agricultura de riego 384, a agricultura de temporal 4,569, a agostadero 1,298, forestal 10,482, y otros 5,913. La región boscosa está constituida principalmente por coníferas, en su mayor parte de pinos y

ocotes. La extensión de los bosques es de aproximadamente 1,553 hectáreas, mermada en las dos últimas décadas, por la existencia de aserraderos clandestinos. Una mínima parte de los árboles son utilizados por los habitantes del municipio para la elaboración de muebles rústicos y enseres menores. Durante 2004, el INEGI reportó una superficie de 191.42 hectáreas plantadas con 251 mil árboles y una superficie de 24 hectáreas siniestradas y 3 incendios.

Cuadro 13. Acaxochitlán. Volumen de la producción forestal maderable metros cúbicos en rollo.

Estado y Municipio	Total	Coníferas		Latifoliadas	
		Pino	Oyamel	Encino	Otras
Estado	124,464	58,733	15,677	31,077	18,977
Acaxochitlán	9,355	3,504	1,047	2,899	1,905

Fuente: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. *Enciclopedia de los municipios de México*. Hidalgo, 2005.

En el año agrícola 2003-2004, el municipio tuvo una superficie sembrada de 7 mil 932 hectáreas de maíz, 110 hectáreas de cebada, 85 hectáreas de avena forrajera, 50 hectáreas de frijol, 60 hectáreas de pastos y praderas, 140 hectáreas de durazno, 450 hectáreas de manzana y 230 hectáreas de ciruela.

Por otra parte, en el municipio los pastos y praderas definen una vocación ganadera que se orienta principalmente hacia los bovinos, ovinos, destaca también la crianza de cerdos y aves de traspatio y condiciones para la apicultura.

Cuadro 14. Acaxochitlán. Producción ganadera.

Bovinos	Porcinos	Ovinos	Caprinos	Aves	Colmenas	Equinos
2956 carne	4467	8845	3260	5056 postura	1623	2480
235 leche				2788 engorda		
				1262 guajolotes		

Fuente: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. *Enciclopedia de los municipios de México*. Hidalgo, 2005.

En Acaxochitlán se realizan también actividades pesqueras y acuícolas. Para desarrollarlas se cuenta con unidades pesqueras, equipo de embarcación y redes que explotan en mínima escala, así como numerosos criaderos de truchas. La acuicultura como actividad

económica interviene en diferentes fases del desarrollo económico ya que impulsa el abastecimiento de alimentos por la comercialización y el autoconsumo. La producción acuícola municipal durante 2004 fue de 59 mil 967.50 kg de trucha, nueve mil 400 kg de carpa y mil 200 kg de charal. En el Plan Municipal de Desarrollo 2006-2009 se considera que el municipio cuenta con una variedad de microclimas que permitiría desarrollar proyectos que incluyan las diferentes variedades de peces de agua dulce y aquellas que pueden ser aclimatadas y de un valor comercial considerable.

En el sector servicios se realizan actividades de comercialización y se ofertan servicios turísticos. Una de las formas de comercialización es el sistemas de trueque e intercambio, las cuales son formas prehispánicas que sobreviven hasta nuestros días y reflejan el mestizaje en su aspecto alimenticio y de producción de alimentos vegetales, que eran parte fundamental del modo de vida de los indígenas de la región (Villa Kamel, 2005).

Los principales atractivos turísticos tanto culturales como naturales son su capilla construida en el siglo XVIII, cuya fiesta regional se celebra el día 3 de mayo, festejando al “El Señor de Colateral”, donde se organizan bailes autóctonos, contradanzas, ceremonia del palo volador, torneo de gallos, juegos mecánicos y pirotécnicos, y se venden productos de la región, que incluyen alimentos típicos como son: cecina, zacahuil, pollo ranchero y enchiladas, chocolate molido en metate y frutas en almíbar, sidra, caña con frutas. El otro atractivo son las presas de El Tejocotal, Omiltemetl y la de Tzacuala, donde se practica la pesca.

3.1.11 Turismo

El municipio ha impulsado el sector Turismo en los últimos años, promoviendo la prestación de servicios para turismo de aventura, senderismo, campismo, hotelería y gastronomía. Uno de los atractivos que difunden es la visita a las presas de Santa Ana Tzacuala, Omiltemetl y de El Tejocotal. Se realizan también torneos náuticos y carreras que combinan el senderismo con el canotaje. Las actividades recreativas se realizan principalmente en el vaso La laguna (o de El Tejocotal) donde se ha desarrollado una actividad turística importante, que incluye paseos en lancha, venta de artesanías y puestos de comida. Sin embargo, esta actividad está sujeta al

volumen de agua que almacena el vaso y a las restricciones establecidas por la normatividad de áreas naturales protegidas.

3.1.12 Servicios de salud

En 2005, el municipio de Acaxochitlán contó en 2005 con una población total derechohabiente de 34,892 personas, de las cuales 8,659 correspondían al IMSS, ISSSTE, SEDENA Secretaría de Marina e instituciones privadas (INEGI. Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo 2006).

Por otra parte, en ese año la población usuaria de servicios médicos de las instituciones públicas del sector salud fue de 38,291 personas, de las cuales 17,922 eran atendidas por IMSS-Oportunidades y 20,369 por la Secretaría de Salubridad y Asistencia del Estado de Hidalgo. Asimismo contaba con un personal médico de 28 personas, de las cuales 4 correspondían a IMSS-Oportunidades y 24 a la Secretaría de Salubridad y Asistencia del Estado. El municipio contaba también con 22 casas de salud y un número similar de auxiliares en salud (INEGI. Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo, 2006).

En Acaxochitlán existe un centro de salud ubicado en la cabecera municipal, que consta de cuatro unidades médicas pertenecientes al IMSS-Oportunidades, y ocho a la SSAH. Esta infraestructura resulta insuficiente para solventar la demanda. Además se carece de atención especializada por lo cual los enfermos deben trasladarse a la capital del estado o a Tulancingo. (Acaxochitlán. Plan Municipal de Desarrollo 2006-2009).

El problema más grave de salud, lo enfrenta la población en pobreza extrema, que además de carecer de cobertura sanitaria institucional o tenerla de manera precaria, vive en condiciones desfavorables que limitan su bienestar. Esto se agudiza en las áreas marginadas por la falta de insumos y medicamentos, así como por lo limitado de la infraestructura y recursos humanos. Una opción ha sido el uso de una gran variedad de plantas medicinales utilizadas en remedios caseros. En el renglón de promoción de la salud, prevención y saneamiento a cargo de la SSA e IMSS-Oportunidades se detectan ineficiencias debido a que el número de demandantes supera la capacidad del personal médico y de enfermeras para brindarles atención las 24 horas los 365 días año a nivel municipal, por ello es importante

destacar la necesidad de sumar esfuerzos a fin de brindar un servicio de calidad y calidez. (Acaxochitlán. Plan Municipal de Desarrollo 2006-2009).

3.1.13 Educación y/o capacitación

En 2005 el municipio de Acaxochitlán registró una población total de 5 años y más de 30,231 personas; de ellas, 9,125 (30.18%) asistían a la escuela y 20,543 (67.95 %) no asistían (Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo 2006).

Asimismo, en el ciclo escolar 2004-2005, el municipio atendió una matrícula escolar de 11,911 alumnos, de los cuales 1,567 (13.1%) cursaban el nivel de preescolar; 7,597 (63.7%), la primaria; 2,246 (19.0%) la secundaria, y 501 (4.2%) el bachillerato (Cuadro 15). Para atender a esta población escolar, el municipio contó con un total de 501 maestros de los cuales 80 (16%) correspondió a preescolar; 296 (59.0%) a primaria; 91 (18.2%) a secundaria, y 34 (6.8%) a bachillerato. El número total de escuelas de que dispuso el municipio en este ciclo escolar fue de 146, distribuidas por nivel educativo de la siguiente manera: 60 para preescolar; 63 de para primaria, 21 para secundaria y 2 para bachillerato (Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo, 2006).

Cuadro 15. Acaxochitlán. Alumnos, Maestros y Escuelas, Ciclo escolar 2004-2005.

Nivel escolar	Alumnos	Maestros	Escuelas
Preescolar	1567	80	60
Primaria	7597	296	63
Secundaria	2246	91	21
Media Superior	501	34	2
Educación para adultos	410		

Fuente: INEGI. Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo, 2006.

Los niveles de analfabetismo en el municipio aún eran importantes en el año 2005, cuando se registró a un total de 29,302 personas de 6 años y más, de las cuales 22,137 (75.54%) sabía leer y escribir, mientras que 7,023 (23.96) no sabía leer ni escribir. En este año se incorporaron al programa de alfabetización 410 adultos, que fueron atendidos por 68

alfabetizadores (Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo, 2006). Además, el municipio contó con 2 bibliotecas públicas cuyo acervo fue de 5,434 volúmenes y un personal de 4 personas. Para continuar la preparatoria o bachillerato se acude a la ciudad de Tulancingo o a Pachuca en el caso de los estudios superiores.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS COMUNIDADES RIBEREÑAS Y CERCANAS AL EMBALSE

3.2.1 Ubicación

Se identificaron 17 localidades ribereñas y próximas al embalse. Catorce localidades se ubican en el municipio de Acaxochitlán, estado de Hidalgo; y tres localidades se ubican en el municipio de Ahuazotepec, estado de Puebla.

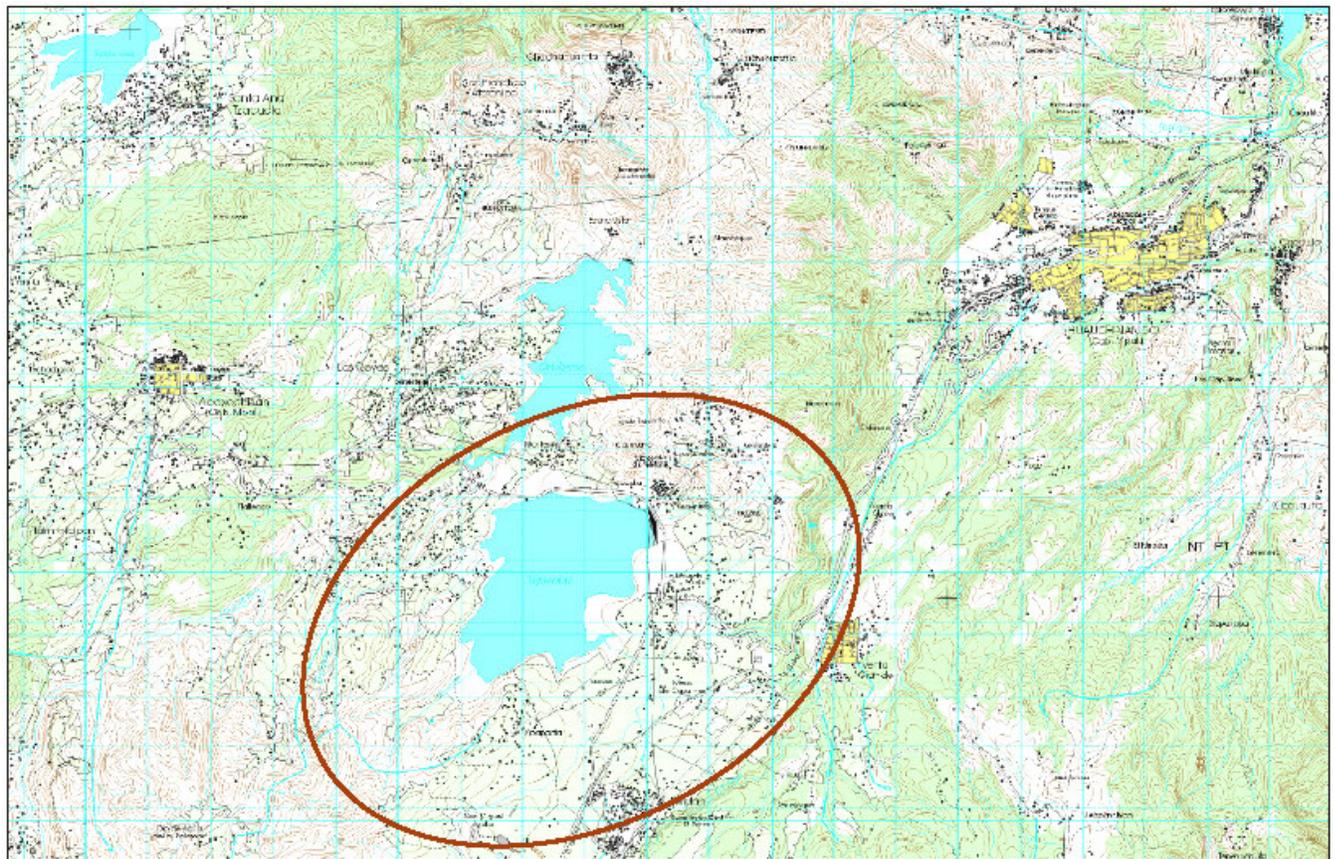
Cuadro 16. Localidades ribereñas y cercanas a la presa de El Tejocotal, 2005.

	Localidad	Estado	Municipio	Altitud msnm	Distancia de la presa (m)
1	Acaxochitlan	Hidalgo	Acaxochitlán	2240	8,000
2	Apaxtla (Altamira)	Hidalgo	Acaxochitlán	2180	1,100
3	Barrio Tlatempa	Hidalgo	Acaxochitlán	2220	9,000
4	Barrio Tlatzintla	Hidalgo	Acaxochitlán	2220	8,500
5	Beristain	Puebla	Ahuazotepec	2180	1,700
6	La Boveda	Hidalgo	Acaxochitlán	2140	500
7	Ejido de Tepepa (Barrio Sta Felix)	Hidalgo	Acaxochitlán	2140	500
8	Ejido de Tlatzintla	Hidalgo	Acaxochitlán	2100	2,100
9	La Mesa	Hidalgo	Acaxochitlán	2140	700
10	Montemar	Hidalgo	Acaxochitlán	2160	500
11	Parada 170	Hidalgo	Acaxochitlán	2180	2,500
12	Paredones	Hidalgo	Acaxochitlán	2140	300
13	Los Reyes	Hidalgo	Acaxochitlán	2220	2,000
14	San Miguel Ayotla	Puebla	Ahuazotepec	2200	2.300
15	Santa Felix	Puebla	Ahuazotepec	2180	1,600
16	El Tejocotal	Hidalgo	Acaxochitlán	2120	300
17	Tepepa (Santiago Tepepa)	Hidalgo	Acaxochitlán	2280	200

Fuente: INEGI. Integración territorial 2005 y Cartografía de México 1: 50,000.

Las localidades ribereñas y cercanas se ubican entre los 2,120 msnm y los 2,280 msnm. Los asentamientos humanos residenciales con parcela ribereños se ubican desde los 200 m de distancia del embalse, y los puestos de comida y venta de artesanías en puestos semifijos se ubican sobre el cordón ribereño, en un emplazamiento alto. Las localidades cercanas como Santa Felix, San Miguel Ayotla y Beristain, aunque se encuentran a una distancia de 1,700 a 2,300 m, por su ubicación sobre una ladera del embalse vierten hacia el embalse. Las localidades como Acaxochitlán y los Barrios Tlatempa y Tlatzintla, aunque no se encuentran en la ribera de la presa, mantienen una importante interacción con el embalse, canalizando turismo hacia allí.

Mapa 15. Localidades ribereñas y cercanas a la presa Tejocotal, Acaxochitlán, Hgo. 2005.

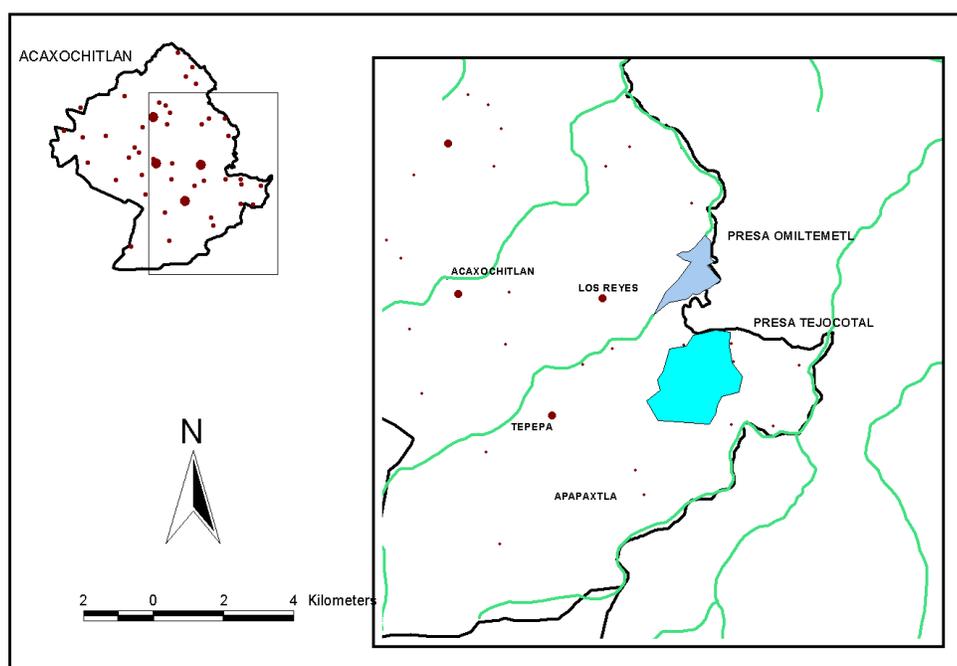


c. INEGI.

3.2.2 Características generales de las comunidades ribereñas y cercanas

La localidad de Tepepa (Santiago Tepepa) es la residencia de la mayoría de los cooperativistas que pescan en el embalse. Por su localización y tamaño, las localidades ribereñas de mayor impacto son Tepepa, Tejocotal, La Bóveda, Miramar, Apapaxtla, y Beristain. La cabecera municipal de Acaxochitlán considera como lugar de esparcimiento recreativo y turístico el embalse, por lo que el flujo turístico desde esta localidad es permanente.

Mapa 16. Comunidades ribereñas y cercanas a la presa Tejocotal, 2005.



Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Integración territorial 2005.

La población residente en estas comunidades se caracteriza por su condición rural, con analfabetismo y rezagos educativos importantes, con restricciones en el servicio eléctrico, el suministro de agua y de drenaje. Por las características socioeconómicas de su población, las localidades han sido clasificadas por el CONAPO como localidades de Alta y Muy Alta marginación.

3.2.3 Población

Las 17 localidades ribereñas y cercanas son de carácter rural, e incluyen la cabecera municipal como localidad cercana. Entre el año 2000 y 2005 las localidades contaron con una población entre los 6 y los 4,281 habitantes. En el año 2000 la población de las 17 localidades consideradas sumó 18,863 personas, reduciéndose su registro en el año 2005 a 18,473 personas. Como puede verse en el Cuadro 17, en nueve localidades se redujo la población, posiblemente como impacto de la emigración rural, reportada por los pobladores y contabilizada a nivel municipal.

Cuadro 17. Localidades ribereñas y cercanas a la presa de El Tejocotal. Población 2000 y 2005.

	Localidad	Población 2000	Población 2005	Variación 2000-05
1	Acaxochitlan	3,554	3,723	169
2	Apaxtla (Altamira)	570	420	-150
3	Barrio Tlatempa	204	108	-96
4	Barrio Tlatzintla	530	452	-78
5	Beristain	1,927	2,172	245
6	La Boveda	1,296	1,309	13
7	Ejido de Tepepa (Barrio Sta Felix)	116	113	-3
8	Ejido de Tlatzintla	106	115	9
9	La Mesa	1,175	968	-207
10	Montemar	306	210	-96
11	Parada 170	63	60	-3
12	Paredones	6	8	2
13	Los Reyes	3,493	3,792	299
14	San Miguel Ayotla	180	180	0
15	Santa Felix	342	366	24
16	El Tejocotal	714	617	-97
17	Tepepa (Santiago Tepepa)	4,281	3,860	-421
	TOTAL	18,863	18,473	-390

Fuente: INEGI. Censo general de población y vivienda 2000 y Conteo de Población y Vivienda 2005.

3.2.4 Principales actividades productivas y población económicamente activa

Las localidades se encuentran orientadas a las actividades primarias y a los servicios, principalmente comercio y turismo. La mayoría de su población en el año 2005 fue clasificada por el CONAPO como involucrada en el sector primario y con ingresos hasta de 2 salarios mínimos mensuales. El CONAPO también ha reportado, a partir de la información del Censo de Población y Vivienda del 2005, condiciones de baja calidad de la vivienda. En la mayoría de estas localidades aún se observan porcentajes importantes de viviendas sin servicios de sanitario, drenaje y agua potable, y sin electricidad. Dadas las diversas características poblacionales, económicas y de vivienda, 4 localidades fueron clasificadas en 2005 como de Muy Alta Marginación, 9 se clasificaron en Alta Marginación y 3 se clasificaron en Media Marginación y 1 en Baja Marginación.

Cuadro 18. Localidades ribereñas y cercanas a la presa de El Tejocotal. Actividad primaria, condiciones de vivienda y marginación, 2005.

	Localidad	Población en sector primario con ingresos hasta 2 smm	Vivienda sin sanitario exclusivo %	Vivienda sin electricidad %	Vivienda sin agua entubada %	Vivienda con piso de tierra %	Grado de Marginación 2005
1	Acaxochitlan	64.55	12.69	1.41	6.91	13.96	Medio
2	Apaxtla (Altamira)	92.91	32.17	22.61	54.78	60.00	Alto
3	Barrio Tlatempa	86.79	15.79	10.53	34.21	39.47	Alto
4	Barrio Tlatzintla	87.77	38.83	4.85	42.72	35.92	Alto
5	Beristain	64.63	11.11	3.55	13.24	14.18	Bajo
6	La Boveda	61.11	23.39	0.81	38.71	8.06	Medio
7	Ejido de Tepepa (Barrio Sta Felix)	83.33	54.55	50.00	90.91	81.82	Muy alto
8	Ejido de Tlatzintla	90.63	45.83	25.00	29.17	50.00	Alto
9	La Mesa	90.03	81.33	48.00	61.78	72.89	Muy alto
10	Montemar	66.09	46.00	2.00	46.00	38.00	Alto
11	Parada 170	81.82	50.00	40.00	90.00	50.00	Muy alto
12	Paredones	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Muy alto
13	Los Reyes	81.10	48.42	4.31	64.68	48.09	Alto
14	San Miguel Ayotla	79.49	15.63	59.38	87.50	43.75	Alto
15	Santa Felix	80.00	9.59	2.74	15.07	16.44	Medio
16	El Tejocotal	83.86	27.56	3.15	34.65	31.50	Alto
17	Tepepa (Santiago Tepepa)	65.99	33.23	9.73	48.65	64.67	Alto

Fuente: CONAPO. Índice de Marginación por localidad 2005.

3.2.5 Servicios de salud

Como se mencionó anteriormente, la cabecera municipal es la principal proveedora de servicios de salud a través de la clínica pública de la SSA, servicios de las unidades móviles de IMSS-Oportunidades y servicios médicos particulares, siguiendo los servicios en la localidad de Tepepa y de Los Reyes. De acuerdo a la información proporcionada por los pescadores, la población se atiende en estas localidades. Coincidiendo con la caracterización municipal, la infraestructura de atención a la salud en las localidades también resulta insuficiente para solventar la demanda y para los servicios especializados los enfermos se trasladan a los hospitales de Tulancingo.

3.2.6 Centros de educación y/o capacitación

Catorce de las 17 localidades ribereñas y cercanas cuentan con servicios educativos en distintos niveles a través de diversos sistemas, que incluyen a la población indígena y consideran el manejo de la educación virtual (televisiva) debido a las dificultades de acceso a la región. La cobertura hidalguense oferta servicios de educación preescolar general en seis de las localidades ribereñas y cercanas; educación preescolar indígena en cuatro localidades; y preescolar CONAFE general en cuatro localidades. Los servicios de educación primaria general se prestan en cuatro localidades; primaria indígena en seis localidades y primaria CONAFE en tres localidades. El servicio de telesecundaria se imparte en siete localidades. Solo la cabecera municipal, Acaxochitlán, cuenta con servicios de educación media superior a través del sistema CECYTEH y otros.

La cabecera municipal, Acaxochitlán, cuenta con una cobertura desde preescolar hasta educación media superior; la localidad de los Reyes, Tlatzintla y la Mesa cuentan con servicios hasta secundaria en diversos sistemas (general, indígena, CONAFE y telesecundaria). La localidad de Tepepa, asentamiento principal de los pescadores, cuenta con servicio preescolar general, primaria indígena y telesecundaria.

En el cuadro 19 se indican las 11 localidades hidalguenses, según el servicio educativo por nivel y sistema.

Cuadro 19. Localidades ribereñas y cercanas a la presa de El Tejocotal. Cobertura del Sistema Estatal de Educación, 2005.

Localidad	Nivel	Sistema
Acaxochitlán Tejocotal Bóveda, La Mesa, La Tepepa Apapaxtla	Educación básica y normal Educación básica y normal	Preescolar general Preescolar general Preescolar general Preescolar general Preescolar general Preescolar general
Montemar Reyes, Los Paredones Tlatzintla	Educación básica y normal Educación básica y normal Educación básica y normal Educación básica y normal	Preescolar indígena Preescolar indígena Preescolar indígena Preescolar indígena
Tlatzintla 2 Barrio 2º, de los Reyes Kilómetro 170 Mesa, La	Educación básica y normal Educación básica y normal Educación básica y normal Educación básica y normal	Preescolar CONAFE general Preescolar CONAFE general Preescolar CONAFE general Preescolar CONAFE general
Acaxochitlán Mesa, La Bóveda, La Apapaxtla	Educación básica y normal Educación básica y normal Educación básica y normal Educación básica y normal	Primaria General Primaria General Primaria General Primaria General
Tejocotal Reyes, Los Tepepa Montemar Tlatzintla Paredones	Educación básica y normal Educación básica y normal	Primaria Indígena Primaria Indígena Primaria Indígena Primaria Indígena Primaria Indígena Primaria Indígena
Tlatzintla 2 Barrio 2do de los Reyes Kilómetro 170	Educación básica y normal Educación básica y normal Educación básica y normal	Primaria CONAFE Primaria CONAFE Primaria CONAFE
Acaxochitlán Apapaxtla Bóveda, La Reyes, Los Mesa, La Tepepa Tejocotal	Educación básica y normal Educación básica y normal	Telesecundaria Telesecundaria Telesecundaria Telesecundaria Telesecundaria Telesecundaria Telesecundaria
Acaxochitlán Acaxochitlán	Educ media superior y superior Educ media superior y superior	CECYTEH Otros

Fuente: Secretaría de Educación Pública de Hidalgo, 2007.

Como se muestra en el Cuadro 20, la población en estas localidades aun presenta porcentajes importantes de analfabetismo y rezago educativo.

Cuadro 20. Localidades ribereñas y cercanas a la presa de El Tejocotal. Analfabetismo, 2005.

	Localidad	Población analfabeta %	Población con primaria incompleta %
1	Acaxochitlan	12,43	28,88
2	Apaxtla (Altamira)	25,89	45,83
3	Barrio Tlatempa	20,83	41,67
4	Barrio Tlatzintla	24,07	47,53
5	Beristain	11,59	30,15
6	La Boveda	14,82	34,63
7	Ejido de Tepepa (Barrio Sta Felix)	58,46	78,46
8	Ejido de Tlatzintla	46,67	61,67
9	La Mesa	29,52	56,02
10	Montemar	28,18	51,38
11	Parada 170	45,71	65,71
12	Paredones	n.d.	n.d.
13	Los Reyes	35,69	57,86
14	San Miguel Ayotla	25,47	40,57
15	Santa Felix	22,11	41,71
16	El Tejocotal	21,34	45,65
17	Tepepa (Santiago Tepepa)	42,8	69,21

Nota: n.d. = no disponible.

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2005.

3.2.7 Problemática socio-ambiental

La presa de El Tejocotal ha sido incluida como parte de la Cuenca Hidrográfica del río Necaxa, la cual fue declarada en 1938 Zona Protectora Forestal Vedada y, por acuerdo del 9 de septiembre de 2002, determinada como parte del Área Natural Protegida de competencia federal, con la categoría de área de protección de recursos naturales. Esta condición reconoce su calidad ecológica y plantea una supervisión a las actividades humanas.

Las problemáticas socio-ambientales en torno a la Presa de El Tejocotal tienen que ver con la seguridad a la integridad y seguridad de la población y los turistas. El municipio ha incrementado las medidas de seguridad y vigilancia en los últimos años, como ha sido el operativo “Anzuelo” con el que se terminó la serie de violaciones y robos reportados, y

rondines de patrulla o ambulancia cada fin de semana para mantener la seguridad, o el operativo “Salvavidas”, con buenos resultados.

Otra problemática local es la tala clandestina, que afecta la sustentabilidad de los recursos forestales y genera desequilibrios del ecosistema. A fin de evitar estas prácticas nocivas, las autoridades han realizado operativos que han reducido hasta en un 80% la incidencia en contraste con los dos años anteriores (www.hidalguia.com.mx, Mayo 2005 y Síntesis, mayo 2007). Además, en los alrededores de la presa de El Tejocotal, la Compañía de Luz y Fuerza del Centro ha reforestado con pinos (*Pinus patula*) como una forma de controlar el aporte de sedimentos hacia la presa” (Universidad Autónoma de Chapingo, s.f.).

Sin embargo, durante los recorridos de campo diversas personas entrevistadas mencionaron los hurtos de madera en los predios privados y sitios reforestados por Luz y Fuerza, así como a las agresiones de delincuentes armados al personal de Luz y Fuerza encargado de vigilar las áreas reforestadas.

La necesidades económicas de los habitantes rurales de la zona de estudio, así como la tala clandestina han provocado la deforestación y erosión de las tierras, reduciendo su potencial productivo, tanto forestal como ganadero, pues después de la tala de árboles el ganado pasta sobre estas zonas, lo que impide la renovación del bosque e incrementa la compactación del suelo. También el pastoreo de ganado crea abarrancamientos por la acción de paso de los rebaños y el incremento de los procesos erosivos que aceleran el deterioro ambiental , formando zonas de eriales de poca o nula productividad (Universidad Autónoma de Chapingo, s.f.).

Una tercer problemática se refiere a la contaminación de ríos y embalses, sobre todo los asociados con el sistema Hidroeléctrico Necaxa. La presa Necaxa, de las más antiguas del país, ha mostrado en los últimos años una importante contaminación por basura, aguas negras y contaminantes. La contaminación del agua es, sobre todo, de carácter doméstico, originada por la gran cantidad de materia orgánica que reciben los cuerpos receptores de las aguas municipales, junto con el aporte de nutrientes. Si bien la abundancia de agua en la región hace que los cuerpos receptores tengan una considerable capacidad de dilución, existen algunos

sitios cercanos a las grandes ciudades (como Tenango y Necaxa) que enfrentan problemas serios de contaminación en los cuerpos de agua de sus ríos y presas.

La Compañía de Luz y Fuerza del Centro en Necaxa ha implementado un programa de recuperación de la cuenca hidrológica de Necaxa, también conocida como alto Tecolutla, con apoyo del Instituto de Ingeniería de la UNAM. En el estudio de Saneamiento Integral elaborado por la UNAM se destaca que la cuenca tiene en su entorno seis centros urbanos con una población de más de 300 mil habitantes que generan millones de metros cúbicos de aguas negras y que sin ningún tratamiento van a dar a los ríos y arroyos cercanos que descargan a alguna de las cinco presas y al final convergen en Necaxa. De acuerdo a un estudio realizado por la Universidad Autónoma de Chapingo (s.f.), se hace necesario en el corto plazo la construcción de un colector perimetral así como de sistemas de tratamiento de agua tal y como lo establece la legislación vigente, a fin de evitar la eutroficación de esta aguas en pocos años

Asimismo, en los últimos años, se ha generado deterioro de bosques y suelos, que afectan la recarga y dinámica de los acuíferos, como es la pérdida de 7 mil hectáreas de bosque, 22 % del suelo está sobreexplotado o tiene usos incompatibles, el 38% de la superficie tiene altos índices de erosión y más de mil hectáreas presentan riesgos ecológicos y comienza a observarse contaminación de manantiales cercanos. Como otros municipios, Acaxochitlán enfrenta grandes retos en el manejo de sus desechos, debido al elevado índice de crecimiento demográfico, industrial y a las costumbres de la población, orientadas al consumo de artículos desechables, así como la tendencia de abandonar las zonas rurales para concentrarse en los centros urbanos.

El municipio de Acaxochitlán está en constante riesgo de sufrir contingencias y siniestros provocados por la naturaleza o por la población, principalmente asociado a fuertes precipitaciones y heladas en las áreas boscosas y al terreno irregular de la sierra. La principal causa de vulnerabilidad en las 36 comunidades del municipio, tiene que ver con la economía de los habitantes y la pobreza extrema, así como con la falta de cultura de protección y prevención de desastres y contingencias, e inadecuadas prácticas agrícolas. La falta de planes y programas de desarrollo urbano han permitido los asentamientos irregulares en áreas donde las precipitaciones pluviales los ponen en riesgo debido a los deslaves y grandes corrientes de agua.

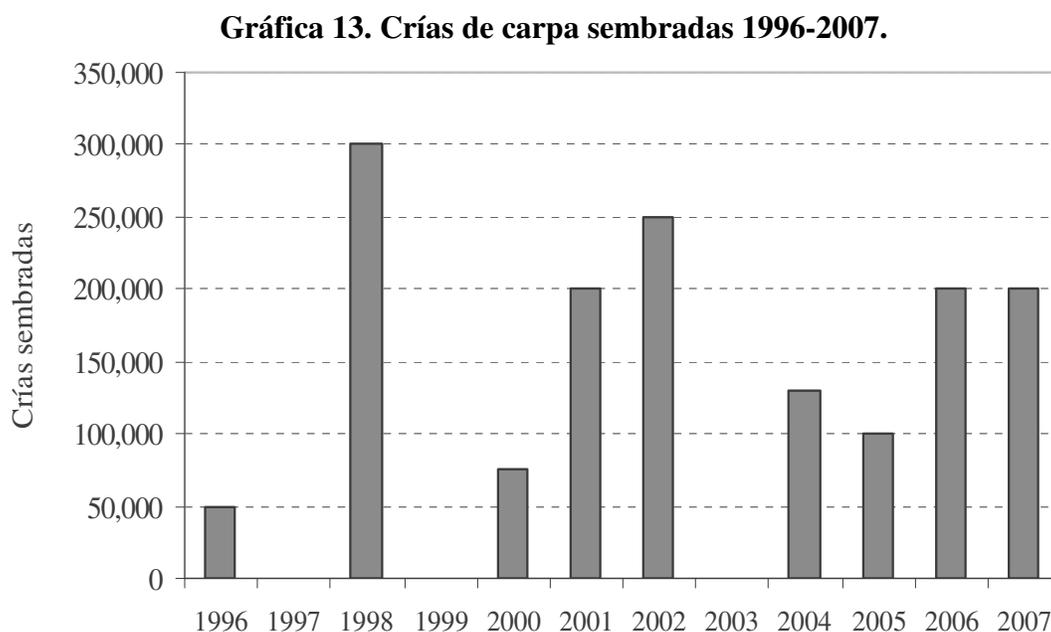
4.- ASPECTOS BIOLÓGICOS Y LIMNOLOGICOS DEL EMBALSE

4.1 PROGRAMAS ACUÍCOLAS O DE REPOBLAMIENTO

Los pescadores hacen referencia a que hace aproximadamente veinte años hubo un programa de repoblamiento y apoyo a la pesca con siembra de carpas israel y herbívoras, y capacitación con uso de jaulas de precrecimiento. Los pescadores reportan que de este programa se obtuvieron carpas de buen tamaño, entre 40 y 80 cm de largo aproximado, y con buenos resultados para la comercialización (Reyna y Dettmer. Entrevistas y grupos de enfoque con pescadores de la Cooperativa Pesquera de la Presa el Tejocotal, 2007).

Asimismo, los pescadores hacen referencia a que al menos en el último decenio han recibido el apoyo de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Hidalgo para realizar anualmente siembra de carpa, variando de especie de acuerdo a la disponibilidad en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama, Hgo.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Hidalgo, ha través de la Dirección de Desarrollo Pesquero proporcionó información correspondiente a las siembras y repoblación de crías realizadas desde 1996 en la presa de El Tejocotal.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la SADER del Gobierno del Estado de Hidalgo, 2007.

Como puede verse en la Gráfica 13 y el Cuadro 21, desde el año 1996 se han realizado siembras de diversas especies de carpa, siendo la excepción sólo los años 1997, 1999 y 2003.

Las siembras han variado en número de crías, en número de siembras anuales y en especie sembrada. Mayoritariamente se ha sembrado carpa barrigona. El año con mayor diversidad de especies sembradas fue 1998, cuando se sembró carpa barrigona, espejo, herbívora, negra y cabezona, realizándose en tres ocasiones en el año. En años más recientes se ha seguido sembrando carpa barrigona, espejo y herbívora (Cuadro 21).

Cuadro 21. Presa de El Tejocotal. Siembra y repoblación de crías, 1996-2007.

Año	Fecha	Sup. Has	Crías	Especies					
				Barrigona	Espejo	Herbív.	Plateada	Negra	Cabezona
1996	29/03/1996	120	50.000	50.000					
1997									
1998	26/06/1998	80	80.000		80.000				
1998	17/07/1998	80	158.432		39.000	27.500		60.000	31.932
1998	29/10/1998		61.568	61.568					
1999									
2000	06/09/2000		76.000	76.000					
2001	22/05/2001		100.000	100.000					
2001	27/11/2001		100.000	100.000					
2002	18/07/2002		100.000	70.000	30.000				
2002			150.000	15.000	75.000	60.000			
2003									
2004	19/08/2004		130.000			110.000	20.000		
2005	19/05/2005		100.000	100.000					
2006	23/06/2006		201.000	100.000	101.000				
2007	10/10/2007		100.000	50.000		50.000			
2007	20/10/2007		100.000	50.000					

Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Hidalgo-Dirección de Desarrollo Pesquero, 2007.

4.2 CALIDAD DEL AGUA Y SUS EFECTOS SOBRE LA PESQUERÍA

4.2.1 Datos prospectivos de calidad del agua y de músculo de carpa

La Presa de El Tejocotal se localiza en el Estado de Hidalgo dentro del municipio Acaxochitlán, en la comunidad de Tepepa (CNA, 2005), cuenta con un área inundable de 102.5 ha con una capacidad de 43 Mm³, siendo su principal propósito la generación de electricidad y el riego agrícola (DOF, 2004). Los principales afluentes de la presa son los ríos Apapaxtla, Huitzilín y Tenejate.

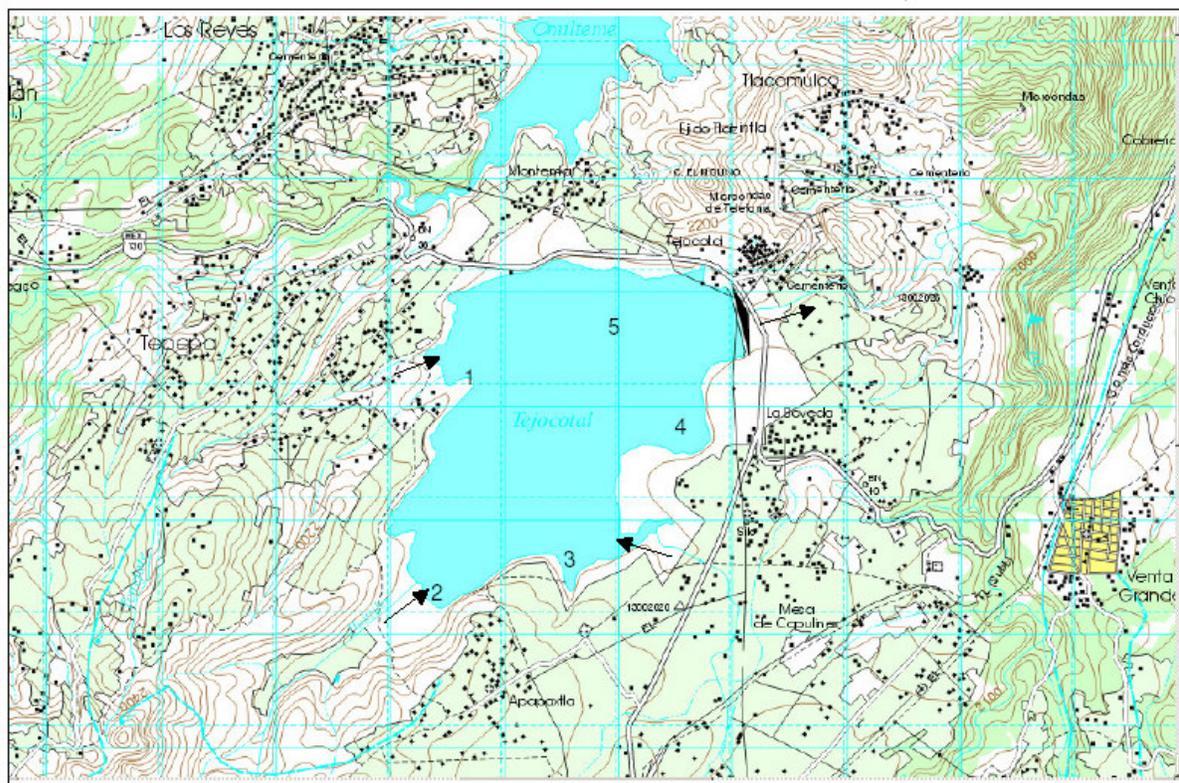
La pesca es una actividad secundaria que realiza un grupo de 43 pescadores organizados en cooperativa. Las principales especies que se explotan son la carpa (*Cyprinus spp.*), tilapia (*Oreochromis spp.*) y charales (*Chirostoma spp.*). En el año 2000 la composición de captura fue en un 92% de carpa (DOF, 2004).

4.2.2 Análisis de muestras de agua

El equipo de trabajo de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo junto con otro equipo del Instituto de Ecología de la UNAM, tomó muestras de agua de cinco sitios, tres cerca de los afluentes de la presa (Apapaxtla, Huitzilín, Tenejate) y dos dentro del embalse, hacia la cortina, el 16 de agosto de 2007 para su análisis (Mapa 17).

Las muestras de agua fueron analizadas para contenido de bacterias coliformes y plaguicidas, con base en la NOM-127-SSA1-1994 (DOF, 1996).

Mapa 17. Presa Tejocotal, Acaxochitlán. Afluentes y puntos de muestreo Agosto 2007.



→ Entradas y salidas de agua de la presa

1= La Loma, 2 = Las Vegas, 3= Cuernavaca, 4 = Alcanfores, 5= La Isla



Los resultados obtenidos de las 5 muestras se presentan en la siguiente tabla. En ella se puede observar la presencia de bacterias coliformes totales y fecales en todos los sitios.

Cuadro 22. Presa El Tejocotal. Presencia de bacterias coliformes totales y fecales.

Punto	Sitio	Coliformes totales NMP/100mL	Coliformes fecales NMP/100mL
1	La Loma	>8	>8
2	Las Vegas	>8	>8
3	Cuernavaca	>8	8
4	Alcanfores	>8	8
5	La Isla	>8	<1.1

Fuente: Muestreo UAEH, 16 de agosto 2007.

Considerando que uno de los usos del agua que se reporta es el riego, los conteos bacterianos tendrían que compararse con una NOM que comprenda dicho uso, sin embargo, no existe una NOM específicamente para ese rubro. No obstante, la NOM-001-SEMARNAT-2003 (DOF, 2003) establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en las aguas y bienes nacionales, y considera el uso para riego agrícola. En ella se establece que el agua que se utilice para riego no debe presentar conteos de bacterias coliformes fecales mayores a 1000 NMP/100mL como promedio mensual (DOF, 2003). De acuerdo con dicha NOM el agua de la Presa de El Tejocotal podría ser apta para riego agrícola sin implicar un riesgo para la salud, toda vez que se haga un análisis que permita conocer los conteos y que estos sean menores a 1000 NMP/100 mL. El método empleado para el análisis no especifica el conteo bacteriano real, lo único que podemos concluir con los resultados reportados es que con base a la NOM-127-SSA1-1994 (DOF, 1996), que se refiere a agua para consumo humano, el agua de la Presa Tejocotal no es apta para consumo humano.

En el caso de los plaguicidas y de acuerdo con la norma NOM-127-SSA1-1994 (DOF, 1996), para plaguicidas organoclorados, estos no se detectaron en el agua de la presa, lo cual implica que de encontrarse están en concentraciones insignificantes, ya que incluso no son detectados por el método utilizado. Por lo tanto, no representan al momento del muestreo un riesgo para la salud humana.

4.2.3 Análisis de muestras frescas de pescado

A nivel de muestreo exploratorio se tomaron cinco muestras de carpa (16 de agosto de 2007), tres cerca de los afluentes de la presa (Apaxtla, Huitzilin, Tenejate) y dos dentro del embalse, hacia la cortina, en los mismos puntos de muestreo de agua.

Los conteos bacterianos en tejido de animales acuáticos representan un indicador de la condición ambiental del sistema acuático; los sistemas altamente contaminados en los que el agua muestre altos conteos bacterianos, reflejarán esta condición en diferentes tejidos de los animales que formen parte del ecosistema (Papagiannis *et al*, 2004). Se ha demostrado que la

cantidad de bacterias incorporadas al tejido animal es diferente para cada tipo de tejido. En peces, las branquias y gónadas muestran conteos mayores con respecto al tejido muscular (Guzmán *et al*, 2004). Esto es importante no solo en términos del aprovechamiento que se haga de los recursos pesqueros, sino también porque se puede subestimar o sobreestimar el nivel de alteración del sistema en particular.

La Norma Oficial Mexicana de referencia es la NOM-027-SSA1-1993 (DOF, 1993), en la que se establecen las especificaciones sanitarias para productos de pesca, pescados frescos-refrigerados y congelados.

De acuerdo con los resultados reportados por el Laboratorio FERMI S. A. de C. V., se analizó tejido muscular de peces carpa (*Cyprinus spp*), una muestra por cada uno de los cinco puntos de muestreo de la presa (aprox. 1kg por punto) y se obtuvieron los siguientes conteos bacteriológicos:

Cuadro 23.

Presa Tejocotal. Resultados de muestras de tejido muscular de carpa por punto de muestreo de la presa.

Sitio de muestreo	Mesofílicos aeróbicos UFC/g	Bacterias coliformes fecales NMP/g	Salmonella spp	Staphylococcus aureus UFC/g	Vibrio cholerae
1 La Loma	820000	4	Ausente	< 100	Ausente
2 Las Vegas	520000	4	Ausente	< 100	Ausente
3 Cuernavaca	790000	<3	Ausente	< 100	Ausente
4 Los Alcañores	750000	240	Ausente	< 100	Ausente
5 La Isla	16000	<3	Ausente	< 100	Ausente
Referencia NOM 027 SSA1-1993	10 000 000 UFC/g	400 NMP/g	Ausente	1000	Ausente

Fuente: Muestreo UAEH de cinco puntos en la presa de El Tejocotal, Agosto 16 de 2007, resultados de Laboratorio Fermi.

Las muestras de pescado colectado en la presa de El Tejocotal, Hidalgo presentaron un riesgo bajo de salud para los consumidores con respecto a los conteos bacteriológicos ya que se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM (DOF, 1993) que es de 400 NMP/g. Es interesante señalar que los ejemplares capturados en el sitio 4

denominado Los Alcanfores fue el que presentó el más alto conteo de bacterias coliformes, no obstante, la contaminación de músculo era reducida.

Con respecto a las concentraciones de metales pesados analizados en el tejido de cinco muestras de carpa (*Cyprinus spp*), una por cada punto de muestreo de la presa, se observa que el zinc fue el único metal detectado en los sitios denominados “La Loma” y “Los Alcanfores”. La concentración máxima permisible de éste metal en pescado no está especificada en la NOM-027-SSA1-1993 (DOF, 1993), no obstante, tomando como referencia trabajos como el de Papagiannis y colaboradores (2004) donde señala que el nivel aceptable de zinc en partes comestibles de pescado es entre 50 y 350 mg/100 g de tejido, se considera que las concentraciones de zinc detectadas en los peces muestra se encuentran dentro de los límites para un consumo seguro.

4.2.4 Comentarios sobre calidad sanitaria del agua

Los resultados analizados muestran un sistema aparentemente con un bajo grado de contaminación, sin embargo, esto no puede ser concluyente debido a que el número de muestras de agua e individuos muestreados es muy pequeño y solo comprendió una sola época del año, lluvias (mediados de agosto 2007), lo que es poco representativo del agua y de la población de peces del sistema. Además, se realizó cuando se presentaron condiciones de dilución en el sistema que puede ser el mejor escenario posible, modificándose durante época de secas.

Se recomienda que para estudios futuros se diseñen muestreos representativos tanto de agua como de ejemplares animales a lo largo de un ciclo anual cubriendo al menos lluvias y secas con dos muestreos. Lo anterior podrá dar una visión mejor sustentada de la condición que guarda tanto el agua del sistema, como las comunidades que ahí habitan, lo que redundará en beneficio de los pobladores que usan tanto el agua como los que aprovechan la pesca.

Atendiendo a esta sugerencia del equipo de investigación del Instituto de Ecología de la UNAM, en el mes de octubre de 2007 se llevó a cabo un segundo muestreo con objeto de

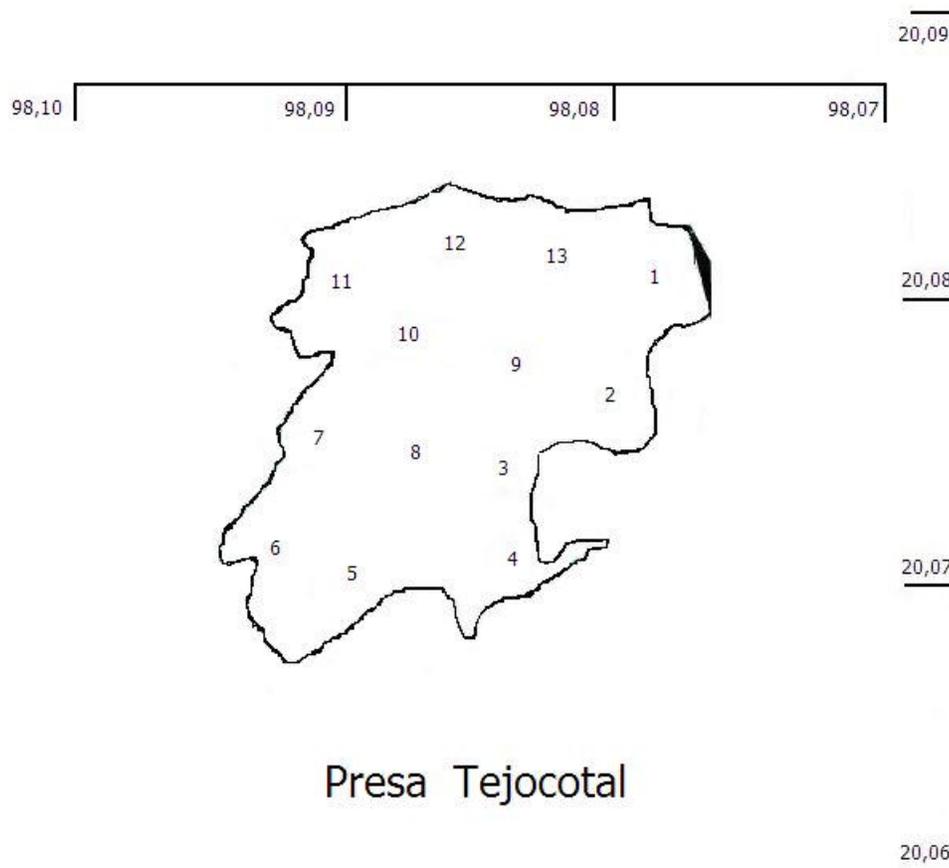
analizar la calidad del agua y la productividad primaria del embalse, con el fin de valorar sus efectos sobre la pesquería.

4.2.5 Parámetros de calidad del agua para las pesquerías

Considerando que el embalse cuenta con una superficie de 102 hectáreas y una capacidad de almacenamiento de 43Mm³ (Gobierno del estado de Hidalgo, 2005), el muestreo consideró 13 puntos de trabajo a lo largo del embalse, con la finalidad de obtener resultados representativos de las distintas áreas dentro del reservorio.

La red de 13 estaciones para la presa el Tejocotal se muestra en el Mapa 18.

Mapa 18. Presa de El Tejocotal. Sitios de muestreo 17-18 de octubre 2007.



Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI (2001) y registro de sitios de muestreo 17-18 octubre 2007.

En este apartado se hace una breve descripción de las características del agua de la presa Tejocotal, con la finalidad de determinar el efecto que la calidad de algunos parámetros puede tener sobre los organismos que sustentan la pesca en el lugar.

4.2.5.1 Parámetros Físico-Químicos y Nutrientes

De subsuperficie (30-40 cm) hasta llegar al fondo (2-8m de profundidad) se tomaron *in situ* los datos fisicoquímicos mediante la inmersión de un equipo multisensor Hydrulab Surveyor II previamente calibrado, registrando la temperatura (°C), el pH, Oxígeno Disuelto (mg L^{-1}) y el Potencial Redox (mV), registrando los parámetros, metro a metro, para determinar si las aguas embalsadas se encontraban estratificadas ó en proceso de mezcla (con pocos cambios en la columna de agua). Además de lo anterior, se registraron las condiciones ambientales presentes en el momento de la colecta y también se registro la transparencia en todos los sitios de muestreo.

Se colectó una muestra hidrológica subsuperficial (60 cm) por sitio de trabajo con una botella tipo Van Dorn. Las muestras de agua se colocaron en recipientes de plástico, se etiquetaron y se filtraron en campo, posteriormente se conservaron a 4°C para su transporte y posterior análisis en laboratorio.

Una vez en el laboratorio se realizaron pruebas químicas siguiendo métodos estandarizados para determinar la alcalinidad total ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$), Nutrientes inorgánicos: Nitrógeno en forma de nitrato N- NO_3 (mg L^{-1}), nitrito N- NO_2 (mg L^{-1}) y amonio N- NH_3 (mg L^{-1}) y Ortofosfatos P- PO_4 (mg L^{-1}), así como Clorofila *a* (mg m^{-3}).

Con base en la concentración de nutrientes, clorofila *a* y transparencia se determinó el estado trófico del sistema, el cuál indica de forma indirecta la productividad potencial del sistema. Estos parámetros son comunes a diversos esquemas de clasificación como los propuestos por: Carlson (1977), Smith *et. al.* (1999) y Nürnberg (1996, 2001). En este trabajo se utilizó el esquema de clasificación de Nürnberg (2001).

Cuadro 24. Valores para determinar el estado trófico, modificado de Nürnberg, (2001).

Estado trófico	Nitrógeno Total NT (mg m⁻³)	Fósforo Total PT (mg m⁻³)	Clorofila a Chl a (mg m⁻³)	Profundidad Secchi SD (m.)
Oligotróficos	< 350	< 10	< 3.5	> 4
Mesotróficos	350-650	10-30	3.5- 9	2- 4
Eutrófico	650-1200	30-100	9- 25	1-2
Hipereutrófico	>1200	>100	> 25	< 1

Fuente: Nürnberg, 2001.

En el Cuadro 25 se presentan los datos fisicoquímicos de la columna de agua de los 13 sitios de trabajo. Los valores de cada parámetro presentaron pocos cambios en la columna de agua, lo que nos confirma que el agua embalsada se encuentra bien mezclada, lo anterior debido al efecto del viento, que es capaz de homogeneizar la columna de agua, gracias a que el embalse es somero pues la estación más profunda (1) correspondiente al área cercana a la cortina es de 8 metros.

Las condiciones ambientales promedio fueron: Temperatura ambiental de 22.44° C, registrando un máximo en la estación 3 con 26.7° C, y un mínimo de 20° C en la estación 7. La velocidad del viento 2.67m/s, con un valor máximo de 5.3m/s en la estación 6 y un mínimo de 1 m/s en la estación 13. El porcentaje de humedad relativa máximo fue de 99% en la estación 11, mínimo de 48% en la estación 2 y un valor promedio de 80.46%. El valor promedio de la altitud fue de 2097.6 msnm.

4.2.5.2 Temperatura

Los valores de temperatura del agua variaron desde los 18.4° C hasta los 19.77° C, siendo la estación 7 la que mostró una mayor variación (1.07° C). El intervalo de temperatura es aceptable para el desarrollo de las especies reportadas en la presa de El Tejocotal. De acuerdo a la temperatura observada, podemos clasificar a la presa de El Tejocotal como un cuerpo de agua subtropical, ya que la temperatura mínima es superior a los 10° C.

4.2.5.3.- pH

Los valores de pH oscilaron entre 8.1 para el valor máximo y 7.1 el valor mínimo. De acuerdo con De la Lanza (1998), la mayoría de los organismos toleran cambios de pH dentro del intervalo de 6 a 9 que normalmente se presenta en ambientes acuáticos. En lo referente a este parámetro, podemos afirmar que las condiciones de la presa de El Tejocotal son ideales ya que los valores se encuentran cercanos a la neutralidad, por lo que se descartan situaciones de impacto.

4.2.5.4 Oxígeno disuelto

La presa de El Tejocotal se encuentra en circulación, debido a la mezcla de las masas de agua; es por ello que los valores de oxígeno disuelto son aceptables en toda la columna de agua, pues el valor mínimo de fondo registrado fue de 6.5mg/l, lo que representa concentraciones disueltas adecuadas de este gas vital para los organismos.

Sin embargo, es necesario realizar más muestreos pues los valores de oxígeno disuelto tan altos pueden deberse al efecto del viento. Por ello sería necesario realizar un ciclo de 24 horas para determinar si se abate esta concentración por la actividad respiratoria de los organismos y la demanda para la degradación de la materia orgánica ó si se mantienen concentraciones adecuadas durante la mayoría del tiempo.

Lo anterior con la finalidad de conocer si los organismos que viven en la presa, se ven sometidos a pequeños períodos de hipoxia ó si las concentraciones de oxígeno disuelto en todo momento son aceptables.

Cuadro 25. Datos de profundidad, temperatura, pH, oxígeno disuelto y potencial redox de la presa El Tejocotal en las 13 estaciones 17-18 de octubre 2007.

Estación	Profundidad (z)	Temperatura	pH	Oxígeno Disuelto	Redox
1	0.5	19.12	7.4	8.7	0.384
1	1	19.12	7.4	8.5	0.384
1	2	19.08	7.4	8.5	0.383
1	3	19.07	7.5	8.3	0.383
1	4	19.05	7.5	8.3	0.382
1	5	19.03	7.5	8.2	0.382
1	6	18.93	7.5	8.1	0.382
1	7	18.75	7.5	7.9	0.383
1	8	18.60	7.4	7.0	0.369
2	0.5	19.41	7.4	8.8	0.357
2	1	19.40	7.5	8.3	0.357
2	2	19.16	7.5	7.8	0.359
3	0.5	19.70	7.4	9.0	0.355
3	1	19.48	7.4	8.5	0.356
3	2	19.37	7.4	8.2	0.360
4	0.5	19.36	7.4	9.0	0.362
5	0.5	19.65	7.4	8.1	0.345
5	1	19.60	7.3	8.5	0.354
6	0.5	19.65	7.4	8.4	0.354
6	1	19.60	7.3	7.7	0.363
7	0.5	19.47	7.1	8.7	0.366
7	1	19.30	7.3	8.6	0.358
7	2	18.50	7.4	7.4	0.361
7	3	18.41	7.4	6.8	0.364
7	4	18.40	7.4	6.5	0.364
8	0.5	19.30	7.4	9.2	0.354
8	1	19.25	7.4	8.3	0.354
8	2	19.10	7.4	7.9	0.357
8	3	18.70	7.4	6.6	0.365
8	4	18.80	7.2	6.8	0.375
9	0.5	19.60	7.5	9.1	0.351
9	1	19.48	7.5	8.5	0.350
9	2	19.30	7.5	8.1	0.353
9	3	19.25	7.5	8.0	0.355
9	4	19.16	7.5	7.8	0.359
9	5	18.59	7.4	6.7	0.368
					Continúa...

Estación	Profundidad (z)	Temperatura	pH	Oxígeno Disuelto	Redox
10	0.5	19.60	7.6	9.1	0.340
10	1	19.40	7.7	8.7	0.339
10	2	19.05	7.7	8.2	0.344
10	3	18.80	7.7	7.5	0.348
10	4	18.67	7.6	7.0	0.359
11	0.5	19.75	7.5	9.1	0.358
11	1	19.17	7.5	8.8	0.357
11	2	19.08	7.5	8.6	0.359
12	0.5	19.57	7.8	9.2	0.333
12	1	19.35	7.8	8.6	0.330
12	2	19.20	7.9	8.5	0.332
12	3	19.00	7.8	8.3	0.332
12	4	18.91	7.8	8.0	0.334
12	5	18.90	7.8	7.8	0.337
13	0.5	19.77	7.8	9.1	0.330
13	1	19.50	7.9	9.0	0.324
13	2	19.40	8.0	9.0	0.322
13	3	19.23	8.0	9.0	0.319
13	4	19.10	8.1	8.8	0.319
13	5	19.10	8.1	8.8	0.322
13	f	19.10	8.0	8.8	0.322

Fuente: Toma de información de la presa el Tejocotal, 17-18 de octubre de 2007.

4.3 PRODUCTIVIDAD PRIMARIA Y SUS EFECTOS SOBRE LA PESQUERÍA

4.3.1 Transparencia

Este parámetro es utilizado para la clasificación del estado trófico de los cuerpos de agua epicontinentales porque tiene relación directa con diversos factores, entre los que podemos mencionar: abundancia de materia orgánica, material suspendido, abundancia de plancton y con la zona fótica que es la capa de agua a la cual penetra el 1% de la luz.

En el caso de la presa de El Tejocotal, los valores registrados corresponden a los valores típicos de un sistema Hipereutrófico, sin embargo esto es erróneo, ya que la disponibilidad de nutrientes nos indica que es mesotrófico. La poca visibilidad es explicada

por la abundancia de arcillas en el sistema, las cuales son fácilmente resuspendidas por la acción del viento, provocando de esta manera poca visibilidad.

Como se muestra en el Cuadro 26, la transparencia presentó un valor promedio mínimo en la estación 4 y 5 con 0.45 m, las estaciones 2 y 6 reportan 0.5 m y las demás estaciones un valor de 0.6m. En el caso de las estaciones 4, 5 y 6 los valores más bajos de transparencia respecto al resto de las estaciones se explica porque es precisamente por donde entran los aportes de los ríos a la presa, acarreando material suspendido y restos del proceso erosivo del agua en la cuenca de captación.

4.3.2 Nutrientes

Los nutrientes, en especial nitrógeno y fósforo son limitantes para la producción fitoplanctónica, ya que diversos estudios demuestran que un incremento de biomasa es consecuencia directa del aumento en la disponibilidad de estos elementos (Lampert y Sommer, 1997).

El aporte de los nutrientes es principalmente por el río que trae las descargas de la localidad de Beristain, sin embargo existen otras fuentes que son la del río Huitzilín (ubicado en la zona de Las Vegas) y el afluente de Tepepa. En el Cuadro 26 se presentan los valores obtenidos en las determinaciones de nutrientes realizadas en las muestras de agua sub-superficial de la presa de El Tejocotal.

4.3.3 Nitrógeno en forma de Amonio (N-NH₃)

Esta sal inorgánica es asimilada por el fitoplancton y la macrovegetación sin cambio químico ni gasto de energía. Sin embargo, el exceso de este nutriente provoca efectos fisiológicos visibles en los peces tales como: reducción en la excreción, incremento del pH en la sangre, inactivación de enzimas, daño a las agallas y problemas respiratorios (Boyd, 1990).

En la presa de El Tejocotal la concentración más alta se registró en la estación 4 correspondiente a la afluyente de Beristain, con un valor de 1.42 mg L^{-1} el valor promedio fue de 0.40 mg L^{-1} .

4.3.4 Nitrógeno en forma de Nitratos (N-NO₃)

El Nitrógeno en forma de Nitratos (N-NO₃) presenta homogeneidad, con un valor promedio de 0.13 mg L^{-1} , el valor más alto registrado fue de 0.2 mg L^{-1} y el mínimo de 0.1 mg L^{-1} .

Nemerow (1991) considera que una concentración de nitratos menor de 0.1 mg L^{-1} indica buena condición de calidad del agua, de 0.1 a 0.5 mg L^{-1} indica condición de calidad regular y mayores de 0.5 mg L^{-1} mala calidad. De acuerdo con los resultados obtenidos en los meses de muestreo, la calidad del agua es regular, ya que los valores promedio se encuentran dentro del intervalo $0.1-0.2 \text{ mg L}^{-1}$

4.3.5 Nitrógeno en forma de Nitritos (N-NO₂)

El valor máximo registrado fue de 0.005 mg L^{-1} en las estaciones 2, 3 y 6, el mínimo de 0.002 mg L^{-1} 5, 7 y 12. El valor promedio fue de 0.003 mg L^{-1}

Rodier (1990) menciona que concentraciones mayores de 0.1 mg L^{-1} pueden indicar aportes de aguas ricas en materia orgánica en vías de oxidación. Sin embargo en ninguna de las estaciones muestreadas se rebasa este límite.

4.3.6 Fósforo en forma de orto-fosfatos (P-PO₄)

El fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de algas y otros organismos biológicos (Ramos, 2003). En todo sistema acuático los orto-fosfatos son la forma iónica asimilable por los productores primarios, esto se ve reflejado en la concentración de clorofila a (De la Lanza-Hernández, 1998).

El valor máximo registrado fue de 0.14 mg L⁻¹ en la estación 8. Una explicación probable de la concentración tan alta en ese punto es que el fósforo es acarreado desde la entrada de los afluentes hacia este punto por corrientes internas debidas al patrón de vientos del lugar; mientras que el valor promedio fue de 0.03 mg/ L⁻¹.

Los resultados obtenidos del análisis de nutrientes de la presa de El Tejocotal nos indican que es un sistema mesotrófico, en el cual es probable que el fósforo sea un elemento limitante, para los productores primarios.

Es importante mencionar que los datos reportados en este trabajo nos brindan información valiosa a cerca del comportamiento del sistema, sin embargo, al ser dinámico, con cambios espaciales y temporales, es necesario realizar más muestreos a lo largo del año con el fin de conocer el comportamiento de la presa en distintas épocas del año y de esta manera contar con bases más sólidas que permitan un manejo integral y sustentable del embalse.

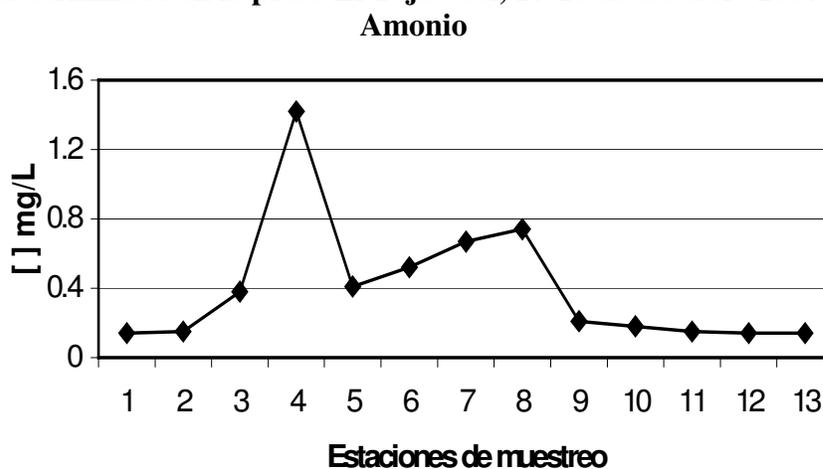
Cuadro 26. Nutrientes, clorofila *a*, alcalinidad y transparencia en los sitios de muestreo 17-18 de octubre de 2007. N- NH₃ Amonio, N-NO₃ Nitrato, N-NO₂ Nitrito, P-PO₄ Ortofosfato y SD Disco Secchi (profundidad).

Sitio	N- NH ₃ mg/l	N- NO ₃ mg/l	N- NO ₂ mg/l	P- PO ₄ mg/l	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	Alcalinidad mg/l CaCO ₃	DS Prof. (m)
1	0.14	0.1	0.003	0.01	5.9	39	0.6
2	0.15	0.1	0.005	0.01	6.6	40	0.5
3	0.38	0.1	0.005	0.07	7.3	43	0.6
4	1.42	0.2	0.004	0.07	5.2	45	0.4
5	0.41	0.2	0.002	0.01	5.5	45	0.45
6	0.52	0.2	0.005	0.03	5.4	45	0.5
7	0.67	0.1	0.002	0.02	6.7	45	0.6
8	0.74	0.2	0.004	0.14	8.8	45	0.6
9	0.21	0.1	0.004	0.01	7.1	43	0.6
10	0.18	0.1	0.003	0.01	6.5	43	0.6
11	0.15	0.1	0.003	0.01	7.2	40	0.6
12	0.14	0.1	0.002	0.01	6.7	40	0.6
13	0.14	0.1	0.003	0.01	6.5	40	0.6

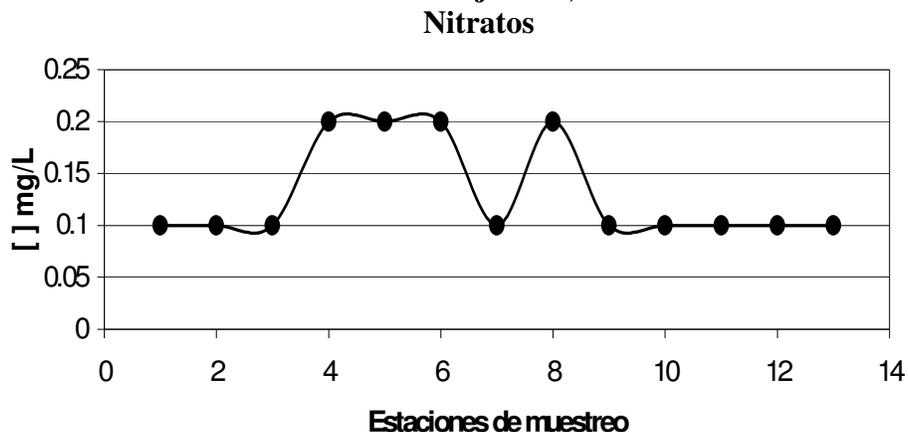
Fuente: Elaboración a partir de muestras de la presa de El Tejocotal, 17-18 de octubre de 2007.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la determinación de nutrientes, clorofila *a* y transparencia, podemos afirmar que la presa de El Tejocotal es un sistema mesotrófico. Sus condiciones físico-químicas son aptas para el desarrollo de la pesquería de las especies presentes en el sistema. La cantidad de nutrientes disponibles es un factor limitante; sin embargo, se puede afirmar que el fósforo puede llegar a ser el elemento limitante dentro del sistema para la productividad primaria, ya que de acuerdo al coeficiente de Redfield las concentraciones ideales son: 1P: 16N :112C y estas no se cumplen en el embalse.

Gráfica 14. Concentraciones de Nitrógeno en forma de Amonio $N-NH_3$ ($mg L^{-1}$) determinado en la presa El Tejocotal, 17-18 de Octubre 2007.



Gráfica 15. Concentraciones de Nitrógeno en forma de Nitrato $N-NO_3$ ($mg L^{-1}$) determinado en la Presa El Tejocotal, 17-18 de Octubre 2007.



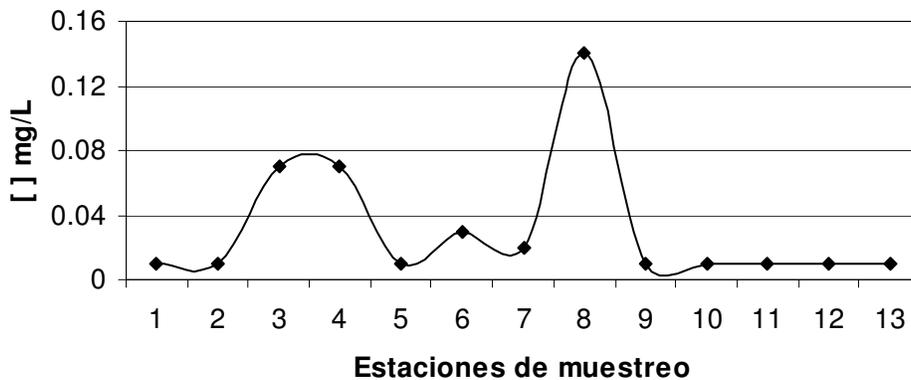
Gráfica 16. Concentración de Nitrógeno en forma de Nitrito N-NO₂ (mg L⁻¹) determinado en la Presa El Tejocotal, 17-18 de Octubre 2007.

Nitritos



Gráfica 17. Concentración de Orto-fosfato P-PO₄ determinado en la Presa El Tejocotal, 17-18 de Octubre 2007.

Orto-fosfato



4.4 PRINCIPALES ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LAS ESPECIES

4.4.1 Especies vinculadas a la pesquería

La Carta Nacional Pesquera 2002 y 2004 registró como especies en la presa de El Tejocotal la carpa barrigona, tilapia, caracio y charal. A continuación se describen las especies de peces más comunes, encontradas, en la presa de El Tejocotal, todas con un valor económico para la explotación pesquera.

4.4.1.1 Carpa (*Cyprinus carpio*)

Las carpas son originarias de Europa, sin embargo han sido ampliamente distribuidas por todo el mundo excepto en zonas polares y el norte de Asia. Las carpas se caracterizan por la profundidad de su cuerpo y la espina dorsal aserrada. La boca es terminal en adultos, mientras que en juveniles la boca es subterminal. Prefieren cuerpos de agua grandes, con poco movimiento en sus aguas y de sedimento suave, aunque en la actualidad han logrado colonizar casi cualquier cuerpo de agua dulce.

Son organismos muy resistentes a condiciones ambientales desfavorables, tanto a bajas como a altas temperaturas, a escasos niveles de oxígeno y a poca cantidad de alimento. Se desarrollan en aguas templadas entre los 19 y 26° C, aunque pueden vivir en aguas frías o tropicales, que generalmente se encuentran presentes en lagos, presas, ríos y arroyos. Se adaptan a aguas turbias o transparentes con un contenido de 3 a 6 mg/l de oxígeno y el intervalo de pH va de 5 -9 siendo el óptimo de 7.6.

Con respecto a la época reproductiva, estos organismos generalmente desovan en primavera y se segregan en pequeños grupos en aguas poco profundas con gran abundancia en macrofitas. Los adultos sexualmente maduros emigran a las partes poco profundas en grupos de 1 a 3 hembras y 3 a 5 machos, en donde al encontrar la temperatura adecuada se inicia el desove. El macho lleva a la hembra hacia las plantas acuáticas, flotantes o a la vegetación sumergida, que servirá como sustrato. Los machos fertilizan los huevecillos externamente una vez que las hembras los han dispersado y se han adherido a las plantas. La incubación de los huevos la llevan a cabo en tres días a una temperatura que va de los 25 a 33° C, y no se han observado cuidados parentales con las crías.

La madurez sexual la alcanzan los machos a los 1.5 años y las hembras a los 2 años. La época de reproducción es entre Febrero y Mayo, y ocurre sólo una vez al año, una hembra de 1 Kg desova hasta 100,000 huevecillos.

Su alimentación se basa en vegetales mayores, algas, pequeños crustáceos, gusanos y

moluscos, con preferencia a insectos y crustáceos, aunque tienen inclinación por organismos bentónicos debido a su hábito removedor de fondo. Como depredador natural de los juveniles de carpa se encuentra la lobina y algunas aves. Se ha reconocido a la carpa como un recurso importante a nivel económico, ya que es aprovechado para el consumo humano, así como en el caso de algunas familias, se han mantenido en cautiverio y posteriormente son vendidos como peces de ornato por sus brillantes y llamativos colores.

4.4.1.2 Carpa barrigona (*Cyprinus carpio rubrofrucus*)

Es propia de las cuencas hidrológicas que drenan al Mar Mediterráneo, al Negro, Caspio y Aral; en Europa y Asia Central. Su talla oscila de 50 a 60 cm. Es de color verde pardo en el dorso y blanco amarillento en el vientre, aunque también las hay de color anaranjado, amarillo o blanco. Presenta una aleta dorsal muy alargada, tiene los labios gruesos con dos pares de barbillas. Se alimenta de cualquier tipo de materia orgánica, vegetal o animal (Secretaría de Agricultura del Estado de Hidalgo-SAGARPA, 2007).

4.4.1.3 Tilapia (*Oreochromis spp*)

Las verdaderas tilapias son nativas sólo de África y del Medio Oriente. Sin embargo, actualmente se han extendido a nivel mundial convirtiéndose en una especie exótica, introducida con fines comerciales, por lo que se les encuentra en casi cualquier cuerpo de agua dulce, incluso en ambientes salobres y marinos.

Alcanza una talla promedio de 23 cm, con un máximo de 32 a 35 cm. Su peso oscila de 0.3 kg hasta un máximo de 2.5 kg. Tiene una forma oblonga con largas aletas dorsales que tienen de 23 a 21 espinas y rayos. La nariz tiene un nostrillo en cada lado (Secretaría de Agricultura del Estado de Hidalgo-SAGARPA, 2007).

Son consideradas como organismos omnívoros, ya que su alimentación se basa en algas, otra vegetación primaria acuática, larvas de insectos, escarabajos acuáticos, gusanos, peces pequeños, incluso de su misma especie (Morales, 1991).

La tilapia es bien conocida por su gran habilidad para madurar sexualmente a tallas muy pequeñas (alrededor de 8-10 cm) y a edades muy tempranas (2-3 meses). Los adultos pueden vivir de 6 a 8 años, sin embargo, se ha registrado que pueden alcanzar entre los 11 y 12 años. Se distribuye de los 0-5 m de profundidad y soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto, tiene la capacidad de reducir su consumo de oxígeno cuando la concentración en el medio es baja (inferior a 3 mg/L). El intervalo de pH conveniente va de 7 - 8. Prefiere temperaturas elevadas, que van de 20° a 30° C. Cuando alguno de los factores que influyen en su desarrollo se encuentran fuera del intervalo de tolerancia, la Tilapia no se alimenta y por lo tanto no aumenta su talla. Su reproducción sólo se efectúa a temperaturas superiores a los 20° C (el rango óptimo va de 26° a 29° C).

La Tilapia tiene un comportamiento reproductivo muy complejo y se les considera como los constructores de nidos sobre sustrato. En muchos casos los machos establecen y defienden agresivamente sus territorios. Los nidos son construidos con forma de pequeños hoyos a poca profundidad y son lugares donde se lleva a cabo el cortejo y el desove. Una vez que la hembra libera sus huevecillos y se lleva a cabo la fertilización, los padres recogen los huevecillos del nido y los incuban y protegen en su boca (incubadores bucales). Una vez que nacen las crías, los alevines son protegidos por los padres por varios días, es decir, tienen cuidados parentales (Chapman, 2000). Presenta 2 periodos de desove significativos por año (Abril-Mayo y Noviembre-Octubre) y su fecundidad promedio es de 2,000 huevos en promedio por desove.

4.4.1.4 Charal (*Chirostoma jordani*)

Los peces blancos del género *Chirostoma* spp son endémicos de la Meseta Central de México y pertenecen a la familia Atherinopsidae. Su origen es monofilético y marino. Al parecer su ancestro fue un pez marino del género *Mendia* spp, que logró penetrar a las aguas epicontinentales y que quedó aislado, dando origen a una diversificación de especies dulceacuícolas representativas de la ictiofauna mexicana. Actualmente, se reconocen cinco especies de peces blancos (*C. lucius*, *C. sphyraena*, *C. promelas*, *C. estor* y *C.*

humboldtianum), todas pertenecientes al grupo Jordani, alcanzan tallas de más de 30 cm y un peso por arriba de 300 g. La importancia histórica, económica y comercial que representan estas especies, han sido poco estudiadas; no existe información suficiente para establecer un manejo biológico adecuado y sostenible de estos peces endémicos.

La primera experiencia de cultivo es en la década de los setenta, cuando se realizaron los primeros cultivos experimentales del pez blanco *Chirostoma estor*, en estanques en el Centro Piscícola de Pátzcuaro, Michoacán. A pesar de que ya existía información básica, las investigaciones sobre cultivo no continuaron y sólo se realizaron algunas experiencias aisladas sobre diversos temas, tales como el transporte de huevecillos y cultivo de larvas, el uso de anestésicos y algunas alternativas de cultivo. Recientemente, se han obtenido información y datos concretos suficientes para iniciar un cultivo sustentado con bases tecnológicas más precisas.

Al *Chirostoma jordani* se le conoce, en esta presa, como charal. Se le encuentra en cuerpos de agua dulce de climas tropicales, se distribuye en la parte central de México y se ha tratado de introducir sin éxito en Texas, básicamente tiene hábitos bentopelágicos, es importante económicamente debido a la pesquería comercial que representa, la temperatura óptima de 20° C a 22° C, la concentración óptima de oxígeno disuelto es de 7 mg/l y un pH óptimo 8.4-8.7.

4.4.1.5 Caracio (*Carassius auratus*)

Es un pez de la familia de los ciprínidos originario de Asia, comúnmente denominado Carpa Dorada o Carpín Dorado. Criado durante siglos por el hombre para consumo y como pez ornamental, es una de las primeras especies de peces cultivadas por el ser humano, junto con otras especies de *carassius* y *cyprinus*. El origen de la especie no está muy claro. Podría provenir de variedades doradas de carpa común (*carassius carassius*) seleccionadas por el hombre, o ser una especie *natural*.

Hay descritas cuatro subespecies, todas ellas con coloraciones parduscas y reflejos dorados, con bastante variabilidad cromática. La subespecie *Carassius auratus auratus* correspondería al denominado Carpín Dorado, Carpa Dorada o *Goldfish* a partir del cual se desarrollaron las diferentes variedades de acuario.

4.4.2 Edad y crecimiento

Para la determinación de las características de las poblaciones de las especies vinculadas a la pesquería se procedió a realizar muestreos usando redes agalleras y chinchorros de 3 y 4 pulgadas. Considerando las características de forma, color, aletas y boca, los biólogos del equipo determinaron las especies recolectadas. La información obtenida permite hacer inferencias en lo que respecta a la distribución de frecuencia de tallas, longitudes y pesos, que son capturados por las artes de pesca utilizadas en este embalse.

Como se muestra en el Cuadro 26, las carpas recolectadas presentaron una longitud total de 17.9 a 44.2 cm, con un promedio de 25.31 cm; en las hembras el intervalo fue de 17.9 a 44.2 cm, con un promedio de 25.2 cm; y en los machos la longitud total osciló de 19.3 a 36.5 cm, con un promedio de 25.41 cm. El peso de las carpas osciló entre los 105.8 g y los 1,900 g, con un promedio de 329.76 g; para las hembras el peso varió de 105.8 g a 1,900 g, con un promedio de 380.2 g; mientras que entre los machos el peso varió de 119.3g a 833.6 g, con un peso promedio de 286.04 g.

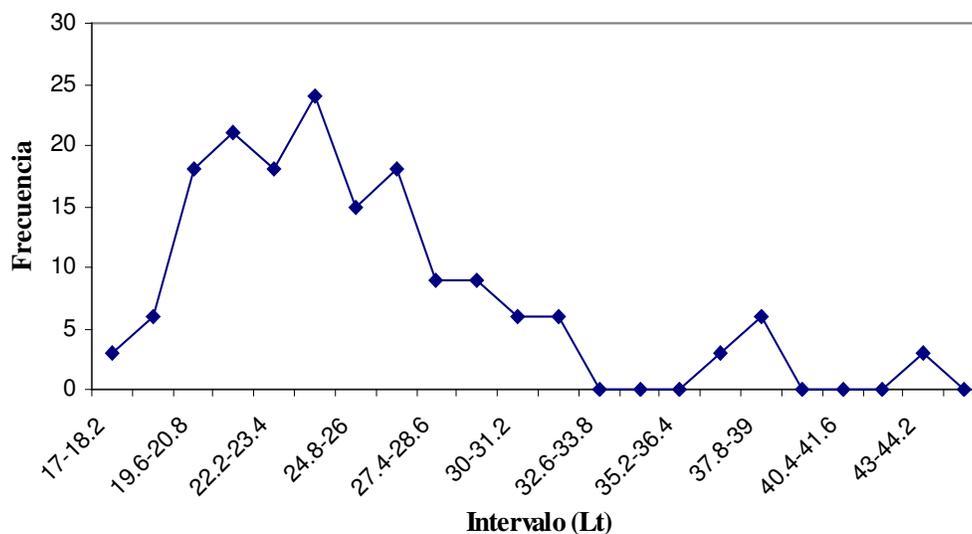
Cuadro 27. Presa de El Tejocotal. Valores promedio, mínimo y máximo de las medidas morfométricas de las carpas.

Carpa común		Totales	Hembras	Machos
Mínimo	Longitud total (cm)	17.9	17.9	19.3
	Peso (g)	105.8	105.8	119.3
Máximo	Longitud total (cm)	44.2	44.2	36.5
	Peso (g)	1900	1900	833.6
Promedio	Longitud total (cm)	25.31	25.2	25.41
	Peso (g)	329.76	380.2	286.04

Fuente: Elaboración a partir de las muestras recolectadas en la presa de El Tejocotal, 16 de agosto y 9-10 de noviembre de 2007.

De acuerdo al muestreo pesquero realizado, basado únicamente en las artes de pesca más comúnmente utilizadas (agalleras y chinchorros), el intervalo de tallas de organismos capturados de forma comercial va de 19.6 a 27.3 cm (Gráfica 18). Es importante señalar que las tallas de los organismos capturados variarán dependiendo del arte de pesca utilizado.

Gráfica 18. Presa de el Tejocotal. Polígono de frecuencia de tallas de carpas colectadas.



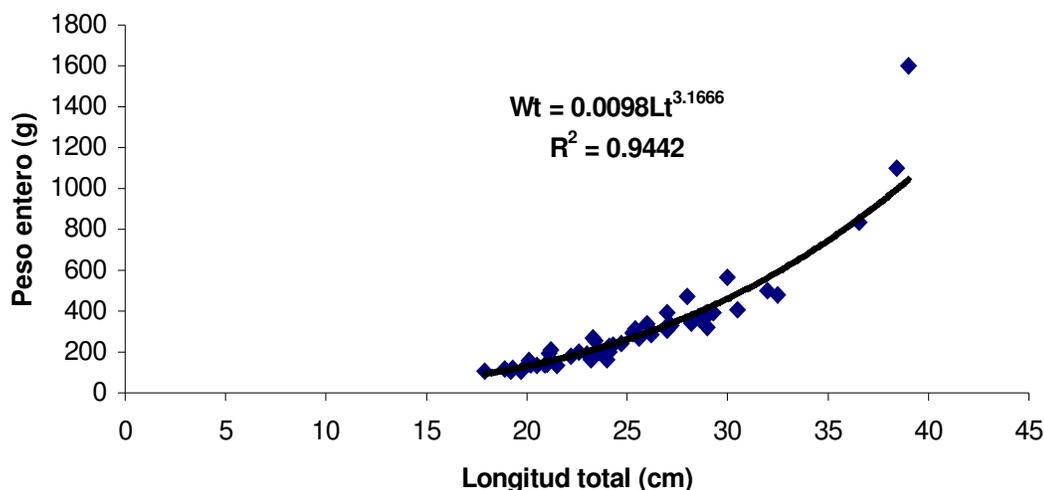
Fuente: Elaboración a partir de muestras de la presa de El Tejocotal, 16 agosto y 9-10 de noviembre de 2007.

El charal también es una especie comercial importante para los cooperativistas de la presa de El Tejocotal. En las entrevistas y la encuesta aplicada, los pescadores reportaron fluctuaciones en la captura y valor económico del charal en los últimos años. Sin embargo el charal no fue considerado en este trabajo debido a que, por las condiciones biológicas propias de la especie, no se captura durante todo el año.

El estudio del crecimiento significa determinar el tamaño corporal de un pez en función de la edad y, por consiguiente, del tiempo (Sparre y Venema, 1995). Se han desarrollado varios métodos que intentan encontrar la mejor ecuación que se ajuste a las tallas de los peces con base en las diferentes edades, con un significado biológico. El modelo de crecimiento de Von Bertalanffy posee una sólida base teórica y biológica. Para el presente estudio fue difícil la aplicación de dicha ecuación ya que los organismos muestreados presentan un crecimiento alométrico positivo (3.1666), lo cual indica que los organismos

crecen más en peso que en longitud (Gráfica 19). Este dato puede ser un tanto engañoso ya que no sabemos si los organismos están ganando este peso preparándose para la temporada de reproducción ó se encuentran en pleno periodo reproductivo ó al término del mismo.

Gráfica 19.-Presa de El Tejocotal. Relación talla-peso de los organismos colectados.



Fuente: Elaboración a partir de las muestras recabadas en la presa de El Tejocotal, 16 de agosto y 9-10 de noviembre 2007.

Los parámetros de crecimiento obtenidos se presentan en el Cuadro 28, indicando valor, fórmula y fuente.

Cuadro 28. Parámetros de crecimiento obtenidos.

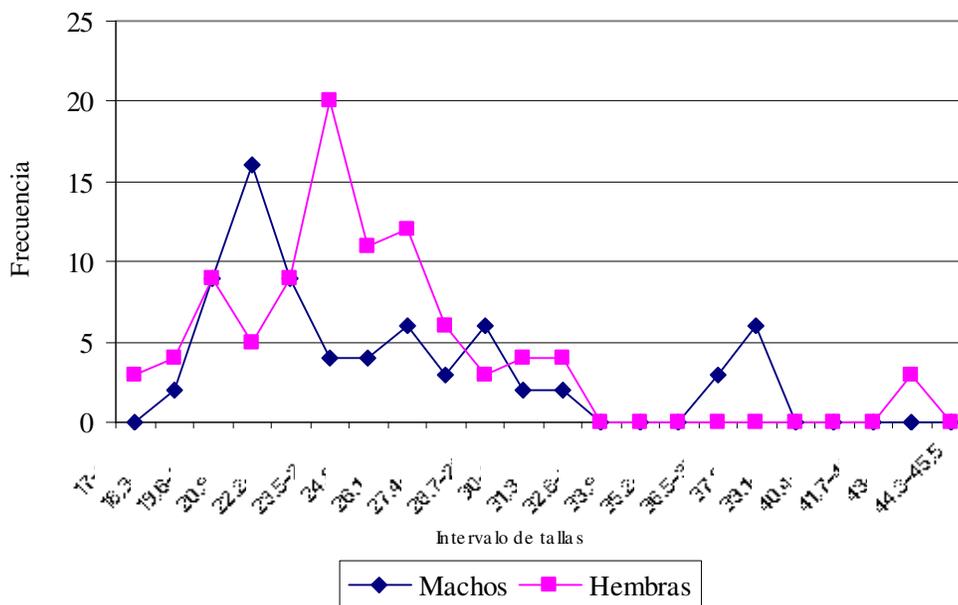
Parámetro	Valor	Fórmula	Fuente
L_{∞}	46.1 Lt	$\log L_{\infty} = 0.044 + 0.9841 * \log(L_{max})$	Froese y Binohlan (2000)
K	0.045	$K = -b$	Beverton y Holt
t_0	-12.99	$t_0 = t + (1/k) * \ln((L_{oo} - Lt) / L_{oo})$	Gulland (1964)

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Proporción sexual y período reproductivo

A partir de muestreos en los meses de agosto y noviembre de 2007 se estimó la proporción sexual de la población de carpa, resultando en 77.4 machos por cada 100 hembras.

Gráfica 20. Presa de El Tejocotal. Proporción sexual de carpa.



Fuente: Elaborado a partir de muestreos de la presa de El Tejocotal, 16 de agosto y 9-10 de noviembre de 2007.

Con respecto a la época reproductiva, la carpa generalmente desova en primavera y se segrega en pequeños grupos en aguas poco profundas con gran abundancia en macrofitas. Los adultos sexualmente maduros emigran a las partes poco profundas en grupos de 1 a 3 hembras y 3 a 5 machos, en donde al encontrar la temperatura adecuada se inicia el desove. El macho lleva a la hembra hacia las plantas acuáticas, flotantes o a la vegetación sumergida, que servirá como sustrato. Los machos fertilizan los huevecillos externamente una vez que las hembras los han dispersado y se han adherido a las plantas. La incubación de los huevos la llevan a cabo en tres días a una temperatura que va de los 25 a 33° C, y no se han observado cuidados parentales con las crías.

La madurez sexual la alcanzan los machos a los 1.5 años y las hembras a los 2 años. La época de reproducción es entre Febrero y Mayo, y ocurre sólo una vez al año, una hembra de 1 Kg desova hasta 100,000 huevecillos.

En la presa de El Tejocotal, los pescadores reportan la notable presencia de crías en los meses de marzo a mayo, sin embargo también indican una notable caída de la reproducción natural en contraste con al menos hace 10 años. Otra información relevante es la fuga de crías en las etapas de desfogue de la presa.

Se pudo identificar zonas de refugio de las crías en las partes bajas de la presa, ubicadas al sur del embalse, cercanas a los afluentes. Asimismo, se reportó una zona de refugio al norte del embalse, cercano a la cortina y en donde se encuentran depositados en el fondo de la presa parte de los árboles que fueron cortados para la ampliación del embalse, y en torno a los cuales se ha desarrollado también vegetación subacuática.

Con el fin de complementar la información relacionada con estos aspectos, se recomienda dar continuidad a los muestreos para determinar la proporción sexual con una mayor cobertura poblacional e identificar con mayor precisión el período reproductivo de la carpa en este embalse.

4.4.4 Estimaciones de abundancia

Como acercamiento a la estimación de la abundancia de las especies explotadas en la presa de El Tejocotal, se estimó primero la biomasa total. Considerando la ecuación usada por el Centro Regional de Investigación Pesquera-Pátzcuaro del Instituto Nacional de Pesca-SAGARPA, para evaluar las poblaciones de peces en el lago de Pátzcuaro:

$$B = \frac{C_i}{a} \cdot A$$

x_1

Donde:

C_i = es la captura promedio en peso de la estación i en el embalse

a = El área de la unidad de muestreo.

X_1 = Fracción de la biomasa total que es capturada por el arte de pesca.

A = Area total del cuerpo de agua.

Y considerando que la información disponible corresponde a la captura total y por especie (carpa y charal) reportada por los pescadores mensualmente en los últimos siete años , resulta:

C = captura promedio en peso reportado por mes

a = superficie del embalse entre doce por meses activos = hectáreas trabajadas en el mes

X_1 = Fracción de la biomasa total que es capturada por el arte de pesca

A = Área total del cuerpo de agua

Como se señala en el estudio citado, la fracción de peces retenidos (X_1) por el arte de pesca es difícil de estimar; regularmente son estudios de largo plazo en los que se utilizan cámaras de video para tener una idea de la proporción del escape. Considerando la dificultad establecida por la poca visibilidad en el embalse, se retomó el valor constante propuesto en el estudio del INP, de 0.5 para todas las especies.

Bajo estas consideraciones, en el Cuadro 29 se presentan las estimaciones de la biomasa de carpa y charal en la presa de El Tejocotal entre el año 2001 y el 2007, expresada en kilogramos, así como la abundancia estimada de organismos de carpa por hectárea en el embalse para el mismo periodo.

La estimación de la biomasa de estas especies en el embalse muestra variaciones anuales. Para el caso de la carpa, después de observarse un pico de poco más de 44 toneladas en el año 2002, ha tendido a bajar, según esta estimación, a poco menos de la mitad en el año 2007. En el caso del charal, la biomasa estimada presenta un pico en el año 2003, reduciéndose de mane continua en los subsiguientes años.

Cuadro 29. Presa de El Tejocotal. Estimaciones de biomasa y abundancia de organismos de carpa y charal.

Año	Especie	Volumen capturado anual (kg)	Meses reportados activos	Ci kg/mes	ha/mes	kg/ha	biomasa (kg)/ha	Biomasa en el embalse (kg)	Abundancia Org/ha
2001	Carpa	18,552.5	4	4,638.125	195.33	23.7	47.5	27,828.8	144.3
	Charal	146.5	1	146.5	48.83	3.0	6.0	3,516.0	
2002	Carpa	29,364.0	4	7,341.0	195.33	37.6	75.2	44,046.0	228.5
	Charal	1,193.0	1	1,193.0	48.83	24.4	48.9	28,632.0	
2003	Carpa	7,395.0	3	2,465.0	146.50	16.8	33.7	19,720.0	102.3
	Charal	2,950.0	1	2,950.0	48.83	60.4	120.8	70,800.0	
2004	Carpa	3,316.0	5	663.2	244.17	2.7	5.4	3,183.4	16.5
	Charal	1,170.0	3	390.0	146.50	2.7	5.3	3,120.0	
2005	Carpa	7,858.0	6	1,309.7	293.00	4.5	8.9	5,238.7	27.2
	Charal	3,309.0	6	551.5	293.00	1.9	3.8	2,206.0	
2006	Carpa	18,499.0	5	3,699.8	244.17	15.2	30.3	17,759.0	92.1
	Charal	3,102.0	4	775.5	195.33	4.0	7.9	4,653.0	
2007	Carpa	12,509.5	4	3,127.4	195.33	16.0	32.0	18,764.3	97.3
	Charal	1,770.0	3	590.0	146.50	4.0	8.1	4,720.0	
	Tilapia	25.0	2	12.5	97.67	0.1	0.3	150.0	

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Delegación Hidalgo de la SAGARPA.

En cuanto a la abundancia, para el caso de la carpa que consideró el peso medio registrado en los muestreos realizados en el embalse durante el presente estudio, que registró 329 gramos. Con tal parámetro, se estimó una abundancia máxima de 228 organismos de la especie carpa por hectárea para el año 2002, siendo decreciente los subsiguientes años.

5. ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN EL EMBALSE

La presa de El Tejocotal, tiene un papel importante en la zona, ya que además de la actividad pesquera, se desarrollan en ella otras actividades económicas, tales como oferta de servicios turísticos que incluyen venta de alimentos, paseos en lancha y venta de artesanías.

5.1 PESCA COMERCIAL

El municipio de Acaxochitlán cuenta con potencial para el desarrollo de una pesca comercial estable; sin embargo, la inadecuada explotación y el deficiente manejo del cuerpo de agua han propiciado una disminución considerable del recurso. A la fecha no se cuenta con estudios que determinen las condiciones en la que se encuentran el potencial pesquero. Por otra parte, la acuicultura comienza a ser importante en el desarrollo de alternativas productivas de rentabilidad económica.

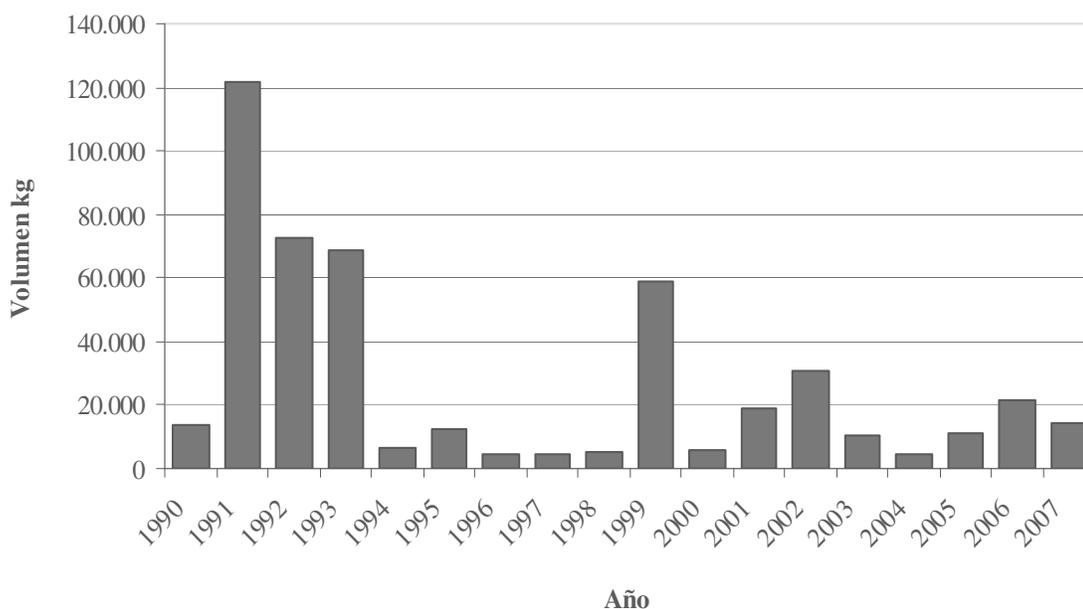
En lo relativo a pesca, el municipio de Acaxochitlán cuenta con 5 presas, 2 bordos y 16 unidades de acuícolas. En 2004 por captura y acuicultura se produjeron 73,700 kilogramos, los cuales generaron una derrama económica en el municipio del orden de los 1.3 millones pesos (datos obtenidos de los reportes de captura oficiales proporcionados por la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA en el Estado).

De una superficie inicial de 120 hectáreas, actualmente la presa de El Tejocotal cuenta con una superficie de 80 hectáreas en las que se realiza pesca comercial y de autoconsumo.

5.2 PRODUCCIÓN PESQUERA GLOBAL Y POR ESPECIES

La producción de la presa de El Tejocotal de 1990 al 2007 ha presentado variaciones importantes en su producción, mostrando períodos de muy alto volumen productivo y otros de gran escasez, con una tendencia a la baja producción.

Gráfica 21. Presa de El Tejocotal. Volumen de producción global.



Fuente: SAGARPA Deleg. Hidalgo.

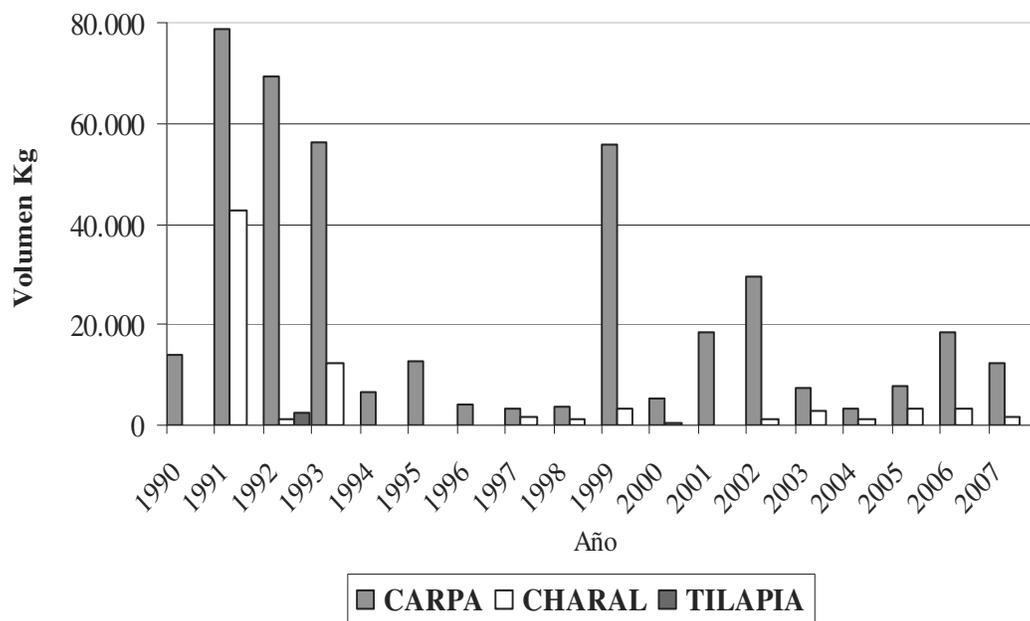
Un periodo importante de producción fue el comprendido entre 1991 y 1993, alcanzando en 1991 un volumen de producción de 121.7 toneladas. Entre 1994 y 1998 la producción cayó fuertemente hasta las 4.2 toneladas anuales. En 1999 se observa una recuperación importante de la producción, alcanzando las 59 toneladas anuales. Los siguientes años la producción ha sido decreciente con variaciones, alcanzando como máximo en 2002 las 30.6 toneladas anuales. Entre 2005 y 2007 la producción ha tenido un leve repunte.

Los pescadores que habitan en las inmediaciones de la presa de El Tejocotal se dedican principalmente a la extracción de carpa y charal. El grueso de la producción se sustenta en la carpa, con una variación entre 63.8% al 100% de la producción anual. La segunda especie en importancia de explotación es el charal, con una variación entre de 0 a 36.2% de la producción anual (ver Gráfica 22).

De acuerdo a los reportes de captura oficiales proporcionados por la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA, a últimas fechas han comenzado la explotación de tilapia, la cual, es un producto que se ha sembrado en el embalse muy pocas veces y que se captura de forma

incidental. De hecho, los reportes de pesca indican que sólo se ha pescado en el año 1992 (producción de 2.4 toneladas) y en los meses de enero y marzo del 2007 (producción en conjunto de 25 Kilogramos).

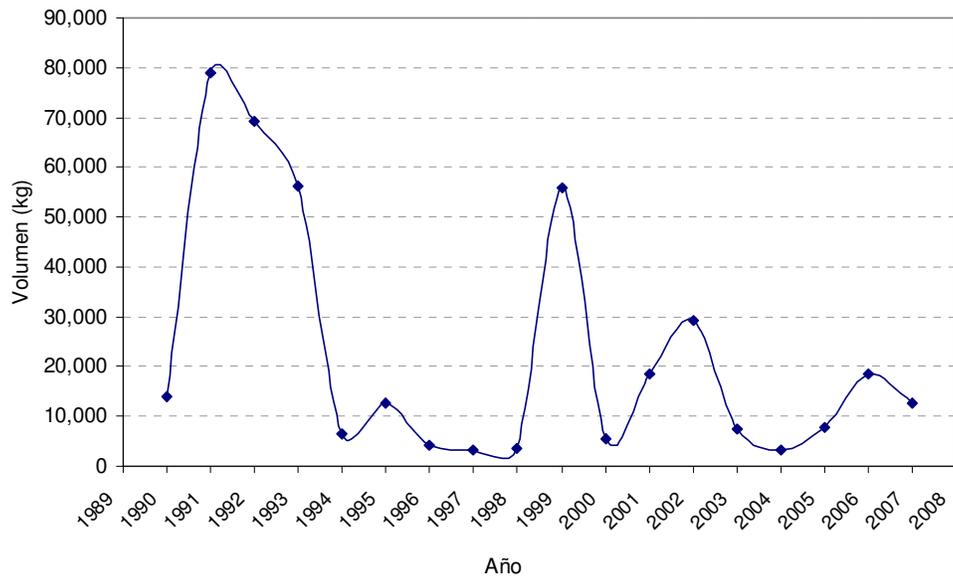
Gráfica 22. Presa de El Tejocotal. Volumen de la producción pesquera por especie 1990-2007.



Nota: La producción de 2007 es el acumulado del año hasta el mes de agosto.
Fuente: SAGARPA Delegación Hidalgo, Subdelegación de Pesca, Octubre 2007.

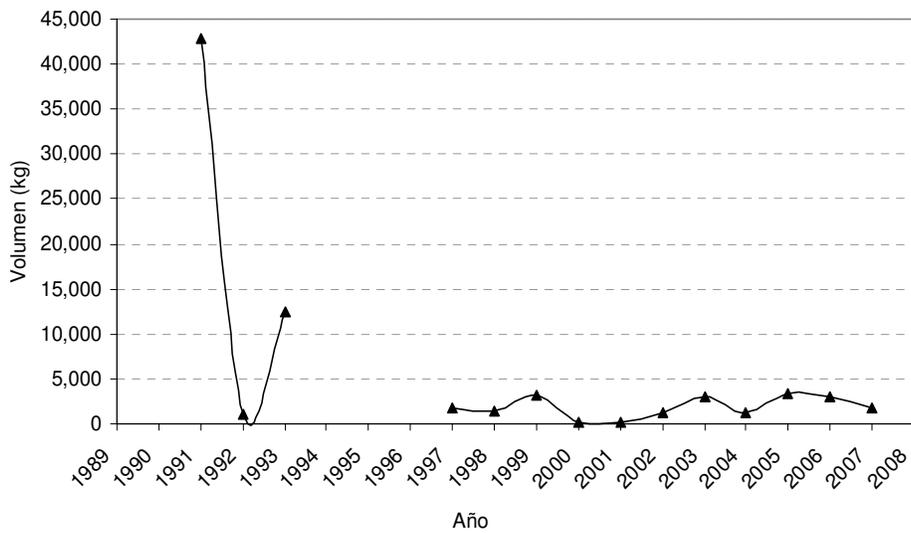
Los registros de captura de carpa de la presa de El Tejocotal proporcionados por SAGARPA, muestran una captura de alrededor de 80 toneladas para el año 1990 y en los años posteriores se observa una oscilación de la producción con altibajos hasta los años 1996, 1997 y 1998 cuando la producción no superó las 5 toneladas. Los mayores picos de producción se observaron en 1991 con 78.9 toneladas, y en 1999 cuando se capturaron 55.8 toneladas. El pico máximo de producción se observó en 1991 con cerca de 79 toneladas producidas (Gráfica 23). El patrón general de captura muestra un comportamiento poco común, sin embargo la tendencia general muestra un repunte en la producción de carpa en los años recientes.

Gráfica 23. Presa el Tejocotal. Producción histórica de carpa, 1990-2007.



Fuente: SAGARPA Delegación Hidalgo, Subdelegación de Pesca, octubre de 2007

Gráfica 24. Presa el Tejocotal. Producción histórica de charal.



Fuente: SAGARPA, Delegación Hidalgo, Subdelegación de Pesca, octubre 2007.

Los registros de captura de charal para la presa de El Tejocotal datan desde 1991 a la fecha en la que se produjeron alrededor de 42 toneladas. Es importante señalar que, con base en los registros proporcionados por SAGARPA, la producción de charal muestran altibajos, con una tendencia a mantenerse en alrededor de 3 toneladas de producción en años recientes (2003-2006). Para el año 1991 se obtuvo la mayor producción (42.8 toneladas). Es importante, también, hacer notar que para los años subsecuentes se tienen importantes decremento en la producción (Gráfica 24), llegando incluso a no tener producción pesquera de 1994 a 1996.

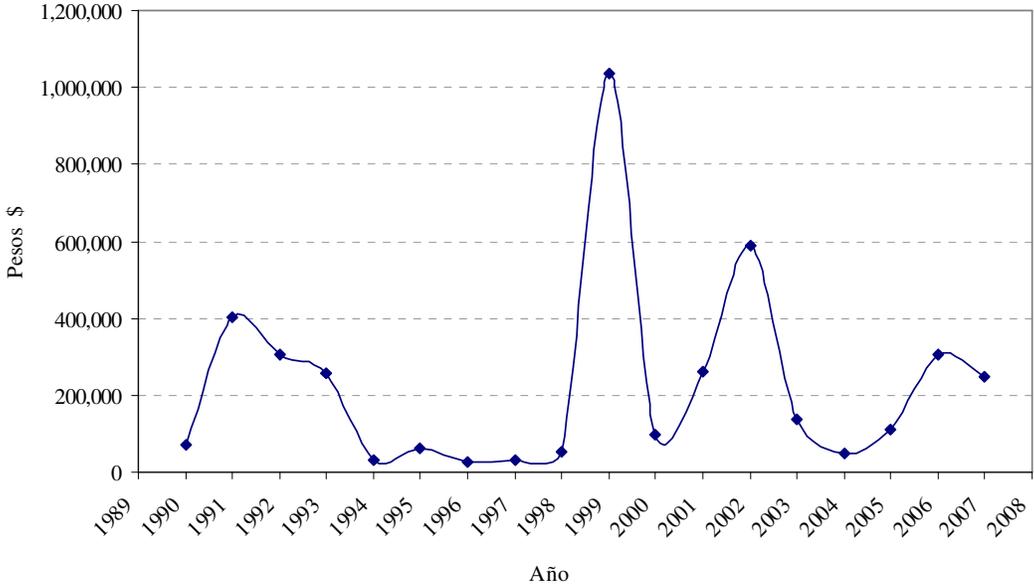
Cabe destacar que en el embalse de El Tejocotal es necesario establecer una ordenación pesquera, ya que de acuerdo con la información obtenida de las entrevistas así como de aquella proporcionada por SAGARPA, una parte considerable de los pescadores son analfabetas y por su orientación primera a la pesca de autoconsumo, los reportes pesqueros que realizan son esporádicos o presentan diversas limitaciones. Asimismo, algunos aspectos de su organización han influido para que no hayan concluido la tramitación de sus permisos de pesca y no respeten las vedas que ellos mismos han establecido para proteger su recurso. Un aspecto relevante que cabe destacar es la presencia de pescadores furtivos, que no mantienen vínculo alguno con la autoridad ni con la cooperativa.

5.3 VALOR ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN

El valor generado por la producción de carpa en la presa de El Tejocotal ha fluctuado de 1991 a la fecha. En 1991 se obtuvieron cerca de \$71 000 por la venta de la producción anual, y alcanzó los \$1 034 232 en el 1999 (Gráfica 25). A partir de 1999 se dio otro importante repunte, no tan grande como el de 1991, obteniéndose una ganancia aproximada a los \$600 000 (2002). En el año de 2004 se dio una importante caída con apenas una ganancia de \$49 844, para posteriormente ir repuntando hasta la fecha, sin lograr alcanzar el máximo histórico ni el reportado en 2002.

Para elaborar una explicación más amplia de estas variaciones, es de suma importancia contar con la información completa del esfuerzo de pesca aplicado para evaluar si este aumento en los rendimientos se debieron al incremento del esfuerzo de pesca. Es un hecho que el aumento del valor comercial de la carpa varía con el tiempo, de acuerdo al precio que tenga en el mercado el producto y, sobre todo, al tamaño del volumen producido. Dado que en este embalse no se han realizado estudios previos que nos provean de suficiente información para formular una hipótesis plausible, es necesario continuar recabando un conjunto de datos en campo con el fin de contar con mayores elementos de explicación.

Gráfica 25 . Presa de El Tejocotal. Valor comercial histórico de la producción total de carpa.

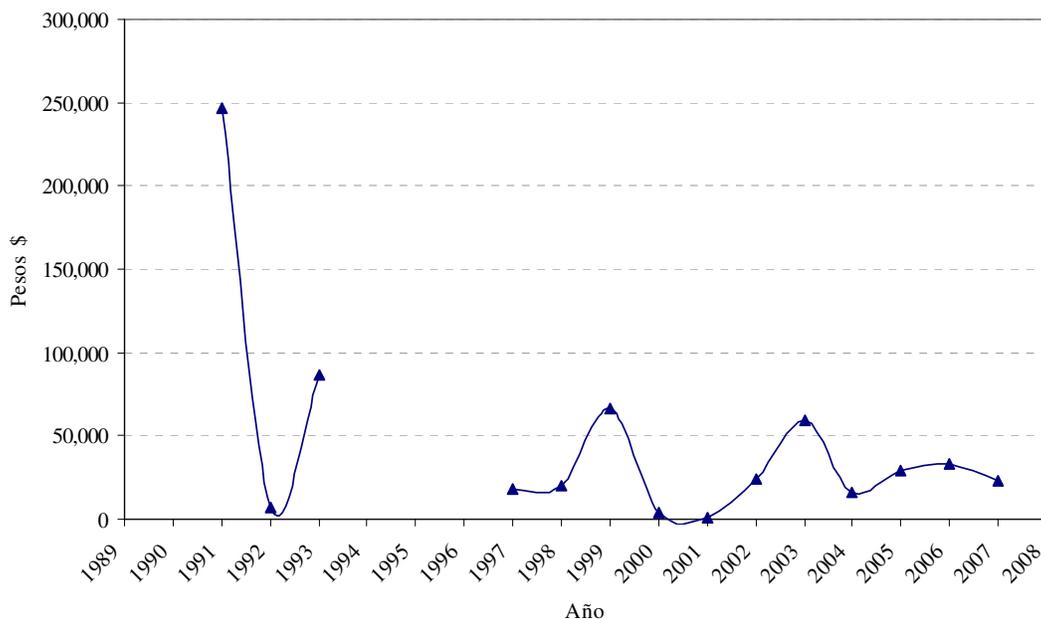


Fuente: SAGARPA Delegación Hidalgo, Subdelegación de Pesca, octubre de 2007.

El valor de la producción del charal en la presa de El Tejocotal ha sido fluctuante a lo largo del tiempo, ya que en 1991 se obtuvo una ganancia de \$246 933.10 y para el año 2003 esta alcanzó los \$59 000 (Gráfica 26). Para el año 2001 se reportó el mínimo histórico con una ganancia de \$732.50.

Con el paso del tiempo su valor fue repuntando hasta el año 2003 y posteriormente volvió a bajar en el 2004 con una ganancia de \$15 990. En los últimos años (2005 y 2006), las ganancias se han mantenido estables, alrededor de \$30 000, esta situación puede deberse a diferentes razones, entre ellas, el aumento y disminución del esfuerzo de pesca que está relacionado con un mayor volumen de producción y como consecuencia una mayor ganancia. También puede estar relacionado con un mayor precio del producto debido a una mayor oferta y demanda. Para poder realizar este análisis es indispensable continuar realizando encuestas periódicas a los productores, con el fin de tener un mejor seguimiento de los aspectos de tipo social, económico y biológico-pesquero que estén involucrados en el comportamiento de esta pesquería.

Gráfica 26. Presa de El Tejocotal. Valor comercial de la producción histórica total de Charal.



Fuente: SAGARPA Delegación Hidalgo.

5.4 DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

A través del trabajo de campo, la realización de entrevistas y la aplicación de un cuestionario socioeconómico se obtuvo información sobre el destino de la producción generada por la cooperativa que explota este embalse.

Respecto al tipo de pesca que realizan, 48.8% de los pescadores afirmaron que ésta es tanto de autoconsumo como de tipo comercial; 36.6% clasificaron su actividad como esencialmente de autoconsumo, y 14.6% exclusivamente de tipo comercial.

En cuanto al porcentaje de la producción que se destina al mercado para su venta, se tiene que el 25% de los pescadores vende en el mercado el 50 por ciento de su producción; 11.1% vende entre el 60 y 70 por ciento de lo que produce; 13.9% vende entre el 80 y 90 por ciento de lo que recoge, y 30.6% de los productores vende entre el 90 y el 100 por ciento de lo que pesca. En promedio, cada productor destina el 66% de todo lo que pesca al mercado.

El medio de transporte usualmente utilizado por los pescadores para llevar su producto al mercado es, en un 36.6% de los casos, a través de “microbús” o “pesera”; 22.0% lo lleva caminando; 17.1% la hace en camioneta o automóvil propio; 4.9% camión de pasajeros, y poco más del 10% utiliza otros medios (mula, caballo u otro).

Un elevado porcentaje de los pescadores (46.3%) vende su pescado casa por casa, a las familias de la localidad; 31.7% a la “gente de la plaza” (mercado de Tulancingo); sólo 4.9% de los productores lo vende en puestos establecidos y un porcentaje similar lo realiza por otros canales. Los principales lugares donde los pescadores acostumbran vender su producto son: el mercado de Tulancingo, los distintos barrios de la localidad de Tepepa, Paredones, Visilenco, La Bóveda, etc., Huauchinango (Puebla), y lo que ellos califican como “ranchar”.

Sobre la forma como venden su producto, 43.9% lo vende cocido o frito (en tamal); 19.5% lo vende vivo; un porcentaje similar lo vende muerto, y 2.4% eviscerado.

En relación con el precio de venta, 8.8% de los productores vende el pescado en un precio que fluctúa entre los \$6.00 y los \$10.00 pesos; 20.6% lo realiza entre \$15.00 y \$20.00; 64.7% de los pescadores lo vende entre \$20.00 y \$30.00 pesos, y sólo 5.9% lo vende en un precio igual o mayor a \$35.00 pesos. El precio promedio de venta por kilo de pescado es de \$20.7.

De las entrevistas orales realizadas y otros datos recabados, se infiere que los pescadores invierten más en la compra de artes de pesca y transporte al mercado, que lo que obtienen por la venta de su producto. En este sentido resulta interesante mencionar que sólo 17.1% de los pescadores recurre a préstamos de familiares y amigos para financiar su actividad, mientras que 63.3% lo hace con sus propios recursos.

5.5 PRODUCTORES

La presa cuenta con una Sociedad Cooperativa Pesquera denominada “Pescadores Unidos de la Presa de El Tejocotal”, incluida en el Registro Nacional de Pesca como Sociedad de Solidaridad Social (SSS), la cual agrupa a 43 socios, que se dedican principalmente a la extracción de carpa y charal. De acuerdo a los reportes de captura oficiales proporcionados por la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA en el Estado, a principios de los 90’ se registraba un volumen de captura para la carpa de 14 ton/año, con un valor aproximado de 71 mil pesos, y del charal no presenta registro. En el 2004 se reporta un volumen de captura por el orden de 3.4 ton/año, con valor de 50 mil pesos para la carpa, y de 1.1 ton/año para el charal, con un valor de 16 mil pesos. Esto demuestra que la pérdida de captura es muy significativa y los ingresos de la organización han ido mermando con el paso de los años. Con el presente estudio se contempla integrar información biológica, limnológica, geográfica, socioeconómica y organizativa, la cual permitirá evaluar las potencialidades del embalse de una manera integral, con el fin de dar nuevas alternativas económicas a la población circundante a la presa.

Para conocer las características demográficas, sociales, económicas y productivas de la cooperativa de pescadores denominada “Sociedad de Solidaridad Social Presa del Tojocotal”,

se siguió la siguiente metodología: 1) se llevaron a cabo 10 salidas a campo para realizar entrevistas grabadas con autoridades municipales y del Distrito Rural de Tulancingo; 2) se realizaron tres grupos de enfoque con los pescadores cooperativistas del embalse de El Tejocotal. Esta metodología se aplicó con el fin de detectar perfiles, prácticas, problemáticas y percepciones en torno a la explotación del embalse por parte de los pescadores. Los elementos arrojados por esta metodología también proporcionaron parámetros para el diseño del cuestionario que se aplicó a todos los cooperativistas. Este instrumento fue enriquecido con las observaciones de los biólogos supervisores de las instancias responsables del sector del Estado y SAGARPA; 3) en el mes de mayo se llevó a cabo el pilotaje del cuestionario socioeconómico. Las entrevistas recabadas permitieron afinar el cuestionario; 4) entre los meses de junio, julio y agosto, se aplicó el cuestionario definitivo a 41 de los 43 pescadores que integran la Cooperativa de Pescadores de la presa. El cuestionario incluyó 102 preguntas, distribuidas en once secciones: I. Datos de identificación; II. Escolaridad; III. Acceso a servicios asistenciales; IV. Condiciones de la vivienda; V. Membresía; VI. Capacitación y asesoría; VII. Características de la actividad Pesquera; VIII. Situación del embalse; IX. Cohesión familiar; X. Cohesión social; XI. Participación social.

A continuación presentamos algunos de los resultados más relevantes obtenidos de la aplicación de este instrumento.

5.5.1 Características socio-demográficas de los pescadores del embalse de El Tejocotal

Al analizar la distribución por sexo de los 41 pescadores entrevistados, se observa un predominio de miembros masculinos, ya que el 83% está compuesto por hombres y el restante 17% por mujeres.

En cuanto a edad de los pescadores, se distinguen dos grandes grupos. El primero cuyo rango de edad se sitúa entre los 25 y los 50 años, representado por el 48.8% de los pescadores, y el segundo grupo, cuyas edades fluctúan entre los 51 y los 77 años, constituido por el 51.2% de los pescadores. El promedio de edad de los miembros de la cooperativa es de 46.6 años.

Por lo que se refiere a su estado civil, 82.9% de los productores entrevistados declaró estar casado o vivir en unión libre; 4.9% son divorciados o separados; un porcentaje similar (4.9%) es viudo, y sólo 7.3% es soltero.

En relación con el lugar de nacimiento y de residencia, destaca el hecho de que 97.6% de los pescadores nació y vive actualmente en el municipio de Acaxochitlán, Hgo. De ellos, poco más de la mitad (51.2%) vive en la localidad de Tepepa; casi 20% en Paredones; 12.2% en el Bóveda, y 9% en el Tejocotal.

En cuanto al tamaño de la familia de los pescadores, 19.5% se compone de hasta 4 miembros; 61% tiene familias integradas por entre 5 y 8 miembros, y 14.6% tienen familias extensas de entre 9 y 12 miembros. El tamaño promedio de las familias de los pescadores es de 6.6 miembros.

Consistente con el predominio del grupo étnico náhuatl asentado en la zona, 75.6% de los productores y/o sus familiares hablan esta lengua indígena, además del español.

Por último, es importante mencionar el bajo nivel educativo que caracteriza a los productores pesqueros de El Tejocotal, ya que 87.8% de ellos no tuvo estudios o no concluyó la educación primaria; sólo 9.8% logró completarla, y 2.4% no concluyó la educación secundaria.

En resumen, la caracterización general de los miembros de esta cooperativa de productores, indica que está compuesta predominantemente por hombres, de edad madura, integrados en un núcleo familiar extenso, arraigados fuertemente a su localidad y a su grupo étnico, con escasa o nula escolaridad.

5.5.2 Condiciones de vida y acceso a servicios sociales

Para conocer un poco más las condiciones de vida de los pescadores de El Tejocotal, se formularon algunas preguntas sobre las características de su vivienda. Los datos obtenidos muestran que el 92.7% de los pescadores entrevistados es propietario de su vivienda; 31.7% de éstas está construida con block y/o ladrillo; 34% es de madera y 20% de lámina de cartón. El 75.6% de las casas cuenta con piso de cemento; 53.7% con escusado; 87.8% no tiene agua entubada y 58.5% carece de gas para cocinar. El servicio con mayor cobertura es el de energía eléctrica, que llega al 90% de las viviendas de los productores.

En cuanto al acceso a servicios sociales básicos, 61% de los productores declaró tener acceso a servicios de salud (sobre todo, al Centro de Salud del municipio); 87.8% a escuelas primarias y/o secundarias para sus hijos; sólo 2.4% cuenta con créditos para vivienda; 19.5% recibe apoyos para alimentación y/o desayunos escolares para sus hijos (principalmente a través del DIF estatal), y únicamente 4.9% declaró contar con algún tipo de apoyo para servicios funerarios.

Cabe mencionar que entre los programas sociales más importantes de carácter público a los cuales los pescadores de la cooperativa han tenido acceso, mencionaron a OPORTUNIDADES (12.2%); PROCAMPO (2.4%), y PROGRESA (12.2%). Con todo, 73.2% de los productores no ha tenido acceso a programas sociales de carácter federal o estatal.

Como puede observarse, la mayoría de los pescadores es dueño de su vivienda, las cuales están construidas de block o ladrillo y piso de cemento aunque carecen de servicios básicos como agua entubada, drenaje; disponen también de buena cobertura de energía eléctrica. Cuentan con acceso a diversos servicios sociales, como el Centro de Salud (y algunos de ellos al Seguro Popular), así como a escuelas primarias, pero no a desayunos escolares para sus hijos. A pesar de estar localizados en un municipio clasificado como de alta marginación, muy pocos productores han tenido acceso a programas sociales como “OPORTUNIDADES”, “PROCAMPO” O “PROGRESA”.

5.5.3 Capacitación

Por lo que se refiere a las actividades de capacitación, únicamente 22% de los productores mencionaron haber recibido alguna asesoría o curso de capacitación en los últimos cinco años, sobre todo en materia de trámites y permisos o en artes y métodos de pesca. La capacitación ha sido ofrecida principalmente por personal de la SAGARPA, el Distrito Rural y, en menor grado, por los pescadores de la propia cooperativa.

Entre las razones por las cuales no han recibido asesoría o capacitación en los últimos cinco años, los productores pesqueros mencionaron diversas (45.1%), como falta de tiempo o información; desconocimiento (33.3%); falta de instructores capacitados (3.0%) y económicas (3.0%).

Por considerar quizá que este aspecto incide de manera importante en su actividad, 90.2% de los productores se mostraron dispuestos a recibir asesoría o capacitación, sobre todo en artes o métodos de la pesca (53.7%); conservación y preparación del pescado (12.2%); transporte y venta del mismo (12.2%); trámites, licencias y permisos (9.8%), y en menor medida, organización de la cooperativa (7.3%).

La capacitación de los pescadores ha sido un compromiso social y una política llevada a cabo a través de diversas dependencias del Estado relacionadas con el sector. Sin embargo, en el caso de los pescadores de El Tejocotal los datos anteriores indican serias carencias en este aspecto, por lo que se hace necesario instrumentar diversas acciones tendientes a superar las deficiencias organizativas, productivas, técnico-biológicas y administrativas en beneficio de los productores pesqueros.

5.5.4 Características organizativas de los miembros de la cooperativa

Para los pescadores de El Tejocotal, la pesca representa no sólo una actividad económica sino sobre todo, una practica social, a la cual han dedicado (y dedican) una parte importante de

vida, confiriéndoles una identidad propia y un estatus dentro de su comunidad. En este sentido, al preguntarles sobre el número de años que se han dedicado a la pesca, 13.1% de ellos manifestó tener hasta 10 años en esta actividad; 13.1% declaró dedicarse a ella entre 11 y 20 años; 12.2% ha laborado en la pesca de 20 a 30 años; 19.5% ha trabajado en la pesca de 31 a 40 años; y 17.1% ha sido pescador por más de 40 años. En promedio los pescadores de El Tejocotal se han dedicado a esta actividad 24.4 años.

Por lo que se refiere a la antigüedad de la membresía dentro de la cooperativa, 53.7 % de los miembros manifestó tener una antigüedad de 20 años o más; 14.6% tiene una antigüedad de entre 7 y 9 años, 12.2% de 10 a 14 años, y un porcentaje similar de 0 a 3 años como miembro de la organización.

Entre las razones principales para pertenecer a la cooperativa, los productores pesqueros mencionaron en primer lugar la “necesidad económica” (78%); en segundo término “obtener beneficios para su familia” (46%), y en tercer lugar, que “sus padres ya eran miembros” de la organización (14.6%).

De igual forma, entre los principales beneficios que obtienen al pertenecer a la cooperativa, los pescadores señalaron en primer lugar, “facilitar la subsistencia económica” (92.7%); como segunda opción, “facilitar pescado para el consumo familiar (82.9%), y en tercer lugar, otras (como “uso del embarcadero” y “solidaridad con la cooperativa”).

Por lo que se refiere a su participación en la cooperativa pesquera y el conocimiento de la reglamentación correspondiente, 97.6% de los productores acude normalmente a las asambleas, habitualmente una vez al mes (90.2%). A pesar del alto índice de asistencia, sólo 68% de los entrevistados considera que los acuerdos tomados en ellas “se respetan siempre”; mientras que un 29.3% piensa que sólo “se respetan algunas veces”.

El cuestionario puso de manifiesto una fuerte carencia de conocimientos relacionados con los aspectos legales, la normatividad y el funcionamiento interno de la cooperativa. Así, 92.3% de los productores declaró conocer “nada” o “poco” acerca de la Ley General de

Sociedades Cooperativas; sólo 7.3% de ellos afirmó tener un conocimiento “regular de dicha legislación. De igual modo, 82.9% de los productores conoce “nada” o “poco” de las bases constitutivas de su cooperativa. Debido a su escaso o nulo conocimiento sobre estos aspectos, 85.4% de los pescadores manifestó su interés por asistir a cursos y pláticas sobre cooperativismo.

Los datos anteriores sugieren que, por el tiempo dedicado a la pesca, existe una fuerte tendencia de los pescadores de El Tejocotal a permanecer en esta actividad. Aun cuando ello les ha permitido ir conformado una organización colectiva con una antigüedad de más de veinte años, la cooperativa muestra importantes debilidades en los aspectos organizativos, legales y administrativos. Por ello resulta indispensable reforzar los ejes de la capacitación en la organización, la legislación y el cooperativismo.

De la información obtenida se desprende que los pescadores de El Tejocotal carecen de las nociones básicas y fundamentos del cooperativismo así como de la normatividad interna de su propia organización.

5.5.5 Características de la actividad pesquera

Para conocer con detalle las condiciones legales y apego a la normatividad bajo las cuales los productores pesqueros realizan su actividad, se incluyeron en el cuestionario diversas preguntas relacionadas con la obtención y vigencia de permisos, características de las embarcaciones, tipo de pesca que realizan y comercialización del producto, entre otras.

Por lo que se refiere al obtención del permiso para pescar, 39% de los pescadores declaró no tenerlo; 34.1% afirmó que si contaba con él, y 19.5% declaró tenerlo pero no está vigente; el 7.4 restante no supo o no respondió a la pregunta. En otras palabras, la mayoría de los pescadores organizados en la cooperativa que explotan El Tejocotal carecen de permiso oficial actualizado para realizar esta actividad.

Entre las razones que argumentaron para no contar con este requisito, los pescadores señalaron en primer lugar, la falta de papeles para tramitarlo (37.3%); falta de dinero para pagarlo (18.5%); “la cooperativa no lo ha tramitado” (11.1%), y otras como “no lo necesita” o “no sabe como obtenerlo” o “no lo necesita para pescar (11.1%).

Los datos anteriores sugieren la necesidad de que las autoridades federales y estatales creen conciencia entre los productores de la importancia de regularizar su situación legal apeguándose a las disposiciones y normas contenidas en La Ley General de Pesca y el Registro Nacional Pesquero.

5.6 RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN INCLUYENDO TEMPORADAS, SISTEMAS DE PESCA POR TIPO Y CANTIDAD Y DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES

El régimen de explotación no se da todo el año, es decir, hay una veda establecida para todo el embalse, la cual comprende del mes de octubre hasta el mes de marzo. Cabe destacar que no todos los pescadores respetan esta veda y no siempre le informan a las autoridades de SAGARPA cuando la van a levantar. Esta situación es más frecuente cuando pierden las cosechas por fenómenos climáticos como lluvias intensas, heladas, sequías o granizadas, o caída de los precios.

Para conocer las características específicas en las cuales los pescadores de la cooperativa de El Tejocotal llevan a cabo su actividad, en el cuestionario se formularon una serie de preguntas relacionadas con la duración de la temporada de pesca, número de horas y días de trabajo dedicados a la pesca, personas con quienes la realizan, porcentajes de producción, venta y consumo.

En relación con la temporada del año en la que los pescadores inician su actividad, 19.5% de ellos comienzan a trabajar en los meses de enero y febrero; 34.1% lo hace entre los meses de marzo, abril y mayo; 2.4% entre junio, julio y agosto; 19% de los pescadores restantes no precisaron con claridad los meses en los que empiezan a trabajar.

En cuanto la temporada o meses del año en que los pescadores pescan más, 15.3% mencionó marzo abril y mayo; 64.1% logra la pesca más abundante entre junio, julio y agosto (o incluso hasta septiembre en un buen año). Sin embargo, 20.1% de los pescadores no pudo precisar esta información.

Respecto al número de horas que los productores pesqueros dedican a esta actividad, 41.5% declaró dedicar de 1 a 3 horas; 36.6% de 4 a 6 horas; 12.2% dedica a la pesca entre 7 y 9 horas, y sólo 2.4% más de 10 horas (ver cuadro 48). Estos datos (así como otros que presentamos más adelante) indican que, para los pescadores de El Tejocotal, la pesca es una actividad importante (aunque temporal) que les permite asegurar la subsistencia familiar. Lo anterior es todavía más claro, cuando se observa que el que 61% de los pescadores acostumbra pescar con familiares; 9.8% lo hace con familiares y amigos; 4.9% sólo con amigos, y 7.3% emplea trabajadores asalariados.

Por lo tanto, la pesca en el Tejocotal tiene un efecto positivo multiplicador que se extiende más allá del núcleo familiar, pues 53.7% de los pescadores se ayudan habitualmente de hasta dos personas para pescar; 20% lo hacen con 3 o 4 personas, y 4.5% con 5. La información obtenida sugiere que en promedio, cada pescador se auxilia de 2.1 personas, las cuales se beneficiadas mayormente en especie (70.7%), y en mucho menor grado (9.8%) en dinero.

La información recabada sugiere que los pescadores acostumbran pescar en diferentes horas del día. Así, 14.6% lo hace de madrugada; 53.7% por la mañana; 17.1% la practica por la tarde, y 4.9% pesca a la hora que puede. Cuando es temporada, 26.8% de los pescadores trabajan en esta actividad entre 1 y 2 días; 43.9% le dedica de 3 a 4 días; 12.2% de 4 a 6, y un porcentaje similar pesca toda la semana. En promedio, los pescadores de El Tejocotal acostumbran pescar (cuando es temporada) 3.6 días.

Es importante mencionar que en las últimas temporadas los pescadores han observado una disminución en el volumen de las capturas. Así, en el caso de especies como el charal, el 74.1% de los productores opinó que éste ha disminuido; 14.8% indicó que ha permanecido

igual, y 11.1% mencionó que ha aumentado. En el caso de la carpa, 71.8% de los pescadores opinó que ésta ha disminuido; 23.0% indicó que ha permanecido igual, y sólo 2.6% opinó que ha aumentado.

Entre los factores que los pescadores identificaron como causantes de esta situación, mencionaron las siguientes: la contaminación que provoca la descarga del drenaje procedente del pueblo de Beristain (31.7%); la existencia de un “animal” o pez grande (carpa herbívora) que se “come” o “muerde” al pez (19.5%); la apertura de las compuertas de la presa de El Tejocotal por la Compañía de Luz (14.6%); el que “no se ha echado suficiente pescado” (4.9%); la carpa “sale muy chica y ya tiene hueva” (4.9%), y otras, como la basura que tiran los comerciantes y turistas en la presa (2.4%). Con todo, hubo un 9,8% de los pescadores que no supo a qué atribuir esta disminución.

5.7 REGULACIONES PESQUERAS ACTUALES Y ANÁLISIS SOBRE SUS EFECTOS EN EL APROVECHAMIENTO ACTUAL

Aun cuando la pesca ha sido una actividad económica y social practicada tradicionalmente en la presa de El Tejocotal, y que los pobladores ribereños se han dedicado a ella por muchas décadas, no existe un plan de manejo pesquero que regule el sistema de explotación en este embalse ni tampoco el permiso de explotación correspondiente. Lo que existe son acuerdos entre los miembros de la cooperativa de pescadores, mediante los cuales establecen las condiciones mínimas de explotación (artes de pesca permitidos, tipos de redes, tipos de embarcaciones, días y horarios de pesca permitidos, periodos de veda, etc.). Desafortunadamente, tales acuerdos no tienen un carácter legal vinculante ni contemplan sanción alguna, por lo que no siempre se respetan por parte de los pescadores, propiciando con ello una inadecuada explotación de los recursos.

Por ello, es necesario establecer una normatividad que especifique las condiciones de operación del sistema de explotación, así como asesorar a la cooperativa de pescadores para obtener el permiso de pesca respectivo. Dada esta problemática, el presente documento

pretende ser la base para posteriores estudios socioeconómicos, limnológicos, biológicos y pesqueros que contribuyan a la elaboración de una norma oficial mexicana sobre el aprovechamiento de los recursos pesqueros de la presa de El Tejocotal.

5.8 INFRAESTRUCTURA PESQUERA EXISTENTE

De acuerdo con un oficio encontrado en el archivo de la cooperativa fechado con 18 de febrero de 2004, los pescadores de la cooperativa de El Tejocotal tenían: 54 redes agalleras con una abertura de malla de 4 pulgadas, 17 chinchorros playeros de distintas longitudes con aberturas de malla que fluctúan en 2.5 y 3 pulgadas, 3 atarrayas de las cuales no se especifica abertura de malla ni diámetro; no se especifica el número de redes charaleras.

De los datos obtenidos de la encuesta llevada a cabo, se desprende lo siguiente:

- a) La cooperativa agrupa a un total de 43 socios.
- b) Se entrevistó a 41 (95%) de los 43 socios registrados.
- c) 27 pescadores utilizan redes agalleras de abertura de malla y tamaño variables
- d) 6 utilizan chinchorros de abertura de malla y tamaño variables
- e) 2 utilizan atarrayas redes de mosco
- f) 3 utilizan otras ocasionalmente (línea de anzuelo y caña de pescar)
- g) 1 cuenta con una trampa pero no la utiliza hace dos temporadas

Además, a través la encuesta realizada se destacó que los pescadores de la cooperativa cuentan con 40 lanchas, 31 de madera y lámina galvanizada propulsadas por remos y 9 de fibra de vidrio.

En cuanto al tipo de embarcaciones que utilizan para desarrollar su actividad, 95.1% de los productores las caracterizó como “lancha con remos”; construidas con madera y lámina galvanizada (75.6%), o bien, de fibra de vidrio (22%). Cabe mencionar que el 85.4% de los pescadores declaró ser propietario de su lancha, mientras que 2.4% la renta, y 9.8% trabaja con lancha prestada.

Respecto a la antigüedad de su embarcación, 65.9% de los productores la estimó entre 1 y 3 años para lanchas de madera y lámina galvanizada, en tanto que 29.4% de ellos la calculó entre 4 y hasta 10 años en el caso de lanchas de fibra de vidrio. Vale la pena mencionar que mientras 46.3% de pescadores estimaron que su lancha requiere renovación, 48.8% de ellos declararon no necesitarla. Cabe mencionar que en las entrevistas orales realizadas, los pescadores mostraron gran interés por conseguir apoyos gubernamentales para la adquisición de lanchas de fibra vidrio y motores.

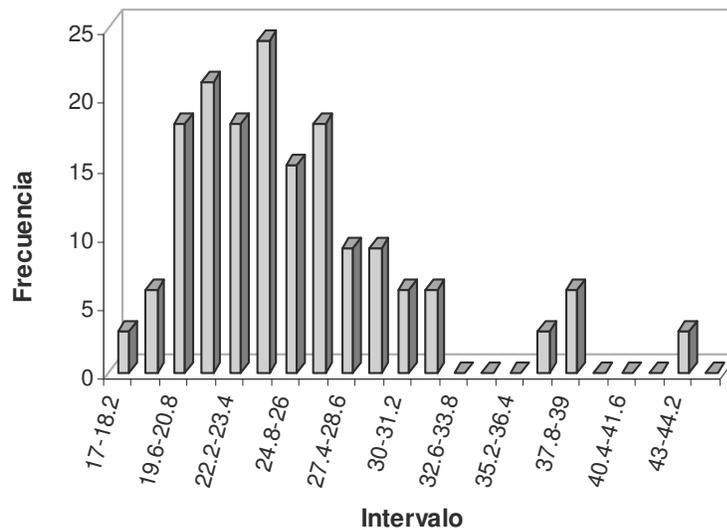
A la pregunta de si cuentan con equipo completo para pescar, 78% de los pescadores respondió afirmativamente, mientras que 19% respondió que no. El quipo fue propio en 78% de los casos, mientras que 19.5% de ellos lo declaró como “prestado”. Entre los artes de pesca más frecuentemente utilizadas los pescadores mencionaron: redes agalleras (65.9%); chinchorros (14.6%); atarrayas (4.9%); redes de mosco (4.9%), y otras (9.6%).

De los datos anteriores se desprende que en el Tejocotal la pesca representa una actividad productiva con pocos requerimientos en términos de inversión. Las embarcaciones de los pescadores son en su gran mayoría de madera y lámina galvanizada; las artes de pesca consisten en redes galleras, de diversa longitud y abertura de malla. También utilizan chinchorros (aun cuando están prohibidos), y atarrayas, los cuales desde luego tienen impacto negativo sobre el nivel de explotación del recurso.

5.9 TALLAS MÍNIMAS DE CAPTURA

Las tallas mínimas de captura registradas para la carpa en relación a los muestreos realizados, indicaron que las redes utilizadas en la presa El Tejocotal, capturan organismos entre 17.9 y 44.2 cm de longitud total, quedando registrada como talla mínima de captura 17.9 cm (Gráfica 27).

Gráfica 27 . Presa el Tejocotal. Clases de talla y número de organismos de carpa.



Fuente: Elaboración sobre muestras del 16 de agosto y 9-10 de noviembre de 2007.

5.10 SELECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE PESCA ACTUALES

Tomando en cuenta los dos tipos de artes de pesca evaluados (chinchorro y agallera) durante los muestreos biológicos, en el caso de las carpas (Gráfica 27), el intervalo de captura varió entre los 17.9 y 44.2 cm de longitud total, de tal manera que el intervalo de mayor incidencia de captura se encuentra entre organismos que miden de 19.6 a 27.3 cm de longitud. Por lo tanto con base en esta información la mayor presión de pesca se lleva a cabo sobre organismos de 19 y 27 cm.

El intervalo de captura para la agallera se encontró entre los 19.7 cm y los 29 cm de longitud total, mientras que para el chinchorro el intervalo de captura varió de 17.9 y 44.2 cm de longitud total. Esto indica que el arte de pesca más selectiva sigue siendo la agallera, ya que tiene una capturabilidad dada por la abertura de malla y un cierto periodo de permanencia de captura dentro de la red. Por otro lado, el chinchorro funciona como red de arrastre y a pesar de que tenga una abertura de malla que deje libres a organismos más pequeños, al cerrar el cerco estas aberturas se saturan y no permiten la salida de algunos peces pequeños que terminan siendo captura incidental de tallas que, en el presente caso, tal vez no hayan llegado a su primera madurez sexual.

6.- EVALUACIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO

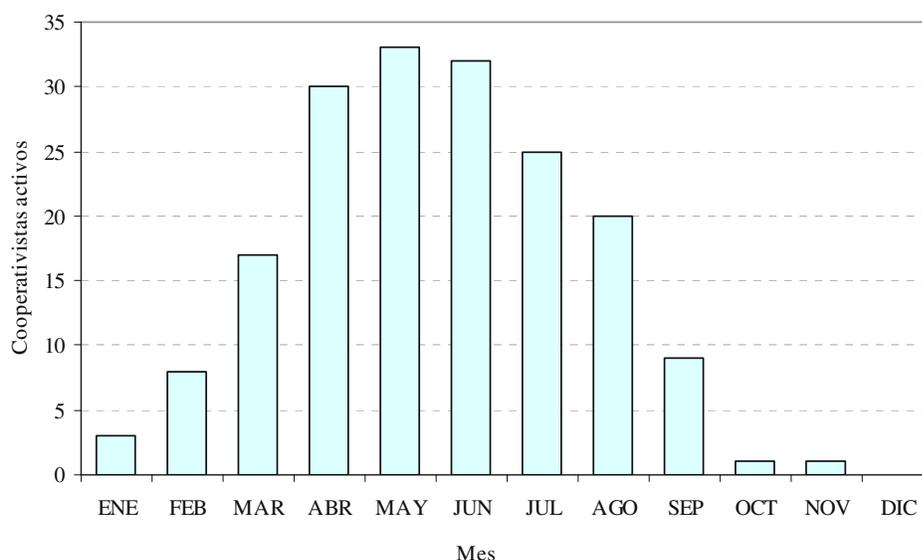
6.1 PESCADORES ACTIVOS

La presa cuenta con una Sociedad Cooperativa Pesquera denominada “Pescadores Unidos de la Presa de El Tejocotal”, la cual agrupa a 43 socios, los cuales se dedican principalmente a la extracción de carpa y charal para autoconsumo y comercialización a pequeña escala.

El esfuerzo ejercido en número de pescadores se define por el número total de cooperativistas. Este esfuerzo se ha mantenido prácticamente constante en los últimos tres años, de acuerdo a la información proporcionada por los cooperativistas.

Asimismo, a través de la encuesta socioeconómica aplicada en el estudio a 41 de los 43 cooperativistas, se identificó la temporada de actividad pesquera de cada uno de ellos, pudiéndose concluir que el esfuerzo en términos de pescadores activos se aplica principalmente en los meses más cálidos del año (marzo a agosto), siendo casi nulo al principio y al final del año. Como puede verse en la Gráfica 28, en el mes de mayor actividad (mayo) llegan a pescar hasta 33 cooperativistas.

Gráfica 28 . Presa El Tejocotal. Pescadores cooperativistas activos por mes.



Fuente: Elaboración propia a partir de Reyna y Dettmer. “Encuesta Socioeconómica...”

Cuando es temporada, 26.8% de los pescadores trabajan en esta actividad entre 1 y 2 días; 43.9% le dedica de 3 a 4 días; 12.2% de 4 a 6, y un porcentaje similar pesca toda la semana. Respecto al número de horas que los cooperativistas dedican a esta actividad, 41.5% declaró dedicar de 1 a 3 horas; 36.6% de 4 a 6 horas; 12.2% dedica a la pesca entre 7 y 9 horas, y sólo 2.4% más de 10 horas.

6.2 CARACTERIZACIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO

El número de artes usado por la cooperativa ha variado en los últimos años. Hacia 2001 se tenía registro de pesca comercial realizada con red agallera y charalera, cayucos propulsados con remos y embarcaciones menores de fibra de vidrio propulsadas con motor fuera de borda.

Actualmente, la pesca en El Tejocotal es totalmente artesanal. A través de la encuesta realizada durante el 2007 se destacó que los pescadores de la cooperativa cuentan con 40 lanchas, 31 de madera y lámina galvanizada propulsadas por remos y 9 de fibra de vidrio, en promedio de 5 metros de eslora. Cabe mencionar que el 85.4% de los pescadores declaró ser propietario de su lancha, mientras que 2.4% la renta, y 9.8% trabaja con lancha prestada.

También el número de redes usado por la cooperativa ha variado en los últimos años. De acuerdo con un inventario de redes reportado por la cooperativa a la Delegación Hidalgo de la SAGARPA, con fecha de 18 de febrero de 2004, los pescadores de la cooperativa de El Tejocotal tenían: 54 redes agalleras con una abertura de malla de 4 pulgadas, 17 chinchorros playeros de distintas longitudes con aberturas de malla que fluctuaban entre 2.5 y 3 pulgadas, 3 atarrayas de las cuales no se especificó diámetro y abertura de malla; y no se especificó el número de redes charaleras.

A través de la encuesta realizada en el año 2007 a los cooperativistas y un recuento de artes de pesca como parte de esta investigación, se actualizó la información al 2007. Como se presenta en el Cuadro 30, se registraron 141 redes, 46% agalleras, 8.5% atarrayas, 26.9% de arrastre y 18.4% charaleras o red de mosco. Asimismo se registró como artes de uso ocasional dos líneas chicas de anzuelos y un a caña de pescar y dos trampas viejas que ya no se usan.

Cuadro 30. Presa El Tejocotal. Esfuerzo pesquero y artes de pesca, 2007.

Esfuerzo Pesquero	Cantidad	%
Número de socios	43	100.0
Redes	141	100.0
Agallera	65	46.0
Atarraya	12	8.5
De arrastre	38	26.9
Charalera (red de mosco)	26	18.4
Otras artes	5	100.0
Anzuelo (uso ocasional)	2	40.0
Trampa (en desuso)	2	40.0
Caña de pescar (uso ocasional)	1	20.0
Lanchas	40	100.0
Madera y lámina	31	77.5
Fibra de vidrio	9	22.5

Fuente: Reyna y Dettmer (2007-8). Encuesta a la Cooperativa Pesquera “Pescadores Unidos de la Presa de El Tejocotal”.

La actividad pesquera se practica en gran parte de la presa, exceptuando las zonas profundas y con vegetación, debido a que ésta daña las redes. Debido a que se pesca carpa y charal, en la actualidad se operan las siguientes artes:

Red Agallera.

La red agallera o tumbo se caracteriza por ser un arte altamente selectivo. Los cooperativistas usan redes de nylon que miden entre 70 m a 200 m de largo por caídas de 3.75 m a 6.87m. El 88.5% de las redes agalleras tienen una luz de malla de 4” y hasta 5.5”. Solo se contó un 11.5% de redes con luz de malla de 3”. Para operar éstas se tienden en el agua y se fijan de forma que esta se extendida lo suficiente para que logren atravesar los organismos y se enmallen los peces en ella.

Atarrayas.

Es una red circular manual e individual, proyectable a mano, que captura los peces embolsándolos gracias a una serie de plomos que tiene en su circunferencia y a un cabo en el

centro que conserva el pescador en su mano. Son de 14 luces crecientes al ruedo, de 2.5” a 3” de luz de malla de nylon, alcanzando una caída de 2.5 m a 3.5 m.

Redes de arrastre.

Los cooperativistas usan redes de nylon que miden entre 80 m a 200 m de largo por caídas de 3.44 m a 5.0m. El 14.3% de las redes de arrastre tienen una luz de malla de 2¾”, 76.2% tienen una luz de malla de 3”, y 9.5% tienen una luz de malla de 4”. Para operarlas, se va tendiendo la red en el agua, y jalando desde tierra ambos extremos con su cabo, al arrastrar la red se va cerrando el cerco que forma, hasta traer a la orilla toda la red con los organismos que quedan enmallados en ella. Dependiendo de la luz de malla se usa para captura de carpa o charal.

Red charalera o “de mosco”.

Son redes de 60 m a 120 m de largo con una caída de 1 m a 2 m, elaboradas con paños de hilo grueso de nylon, que le denominan “sedal”, que genera una red más abierta que el mosquitero, y son utilizadas para la captura del charal. Poco más del 70% de las redes tienen una longitud de hasta 100 m por una caída de 1.80 m. Algunos de los pescadores indicaron que las usan en arrastre. Asimismo, de acuerdo a la información proporcionada por los pescadores, la pesca de charal se realiza solo en una temporada del año, aproximadamente cuatro meses (marzo-junio).

6.3 CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO

Los diferentes reportes mensuales de las actividades de la cooperativa que han sido compilados por la Delegación Hidalgo de la SAGARPA, correspondientes a los años 2001 al 2007, permiten integrar la siguiente información sobre la producción total y el número de pescadores que reportaron actividad en cada mes; así como calcular la captura por unidad de esfuerzo pesquero (CUEP) mensual, como se presenta en el Cuadro 31.

Cuadro 31. Presa de El Tejocotal. Producción pesquera total mensual, pescadores activos en el mes y captura por unidad de esfuerzo pesquero (CUEP), 2001-2007.

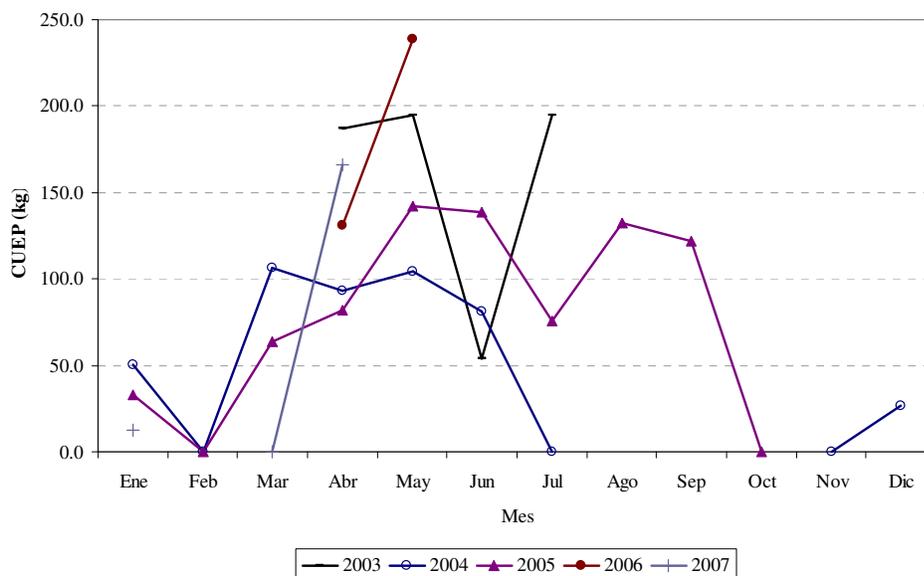
Producción pesquera total reportada por mes (kg)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2001				5,577.0					2,122.0		5,000.0	6,000.0	18,699.0
2002	5,900.0							8,711.0	9,946.0			6,000.0	30,557.0
2003		7,200.0		7,112.0	5,842.0	539.0	2,143.0						22,836.0
2004	252.5		1,173.0	743.0	833.0	406.0			1,624.0		874.0	107.0	6,012.5
2005	131.0		1,980.0	1,641.0	2,700.0	1,803.0	758.0	1,192.0	122.0				10,328.0
2006				2,231.0	5,015.0			5,495.0		1,530.0		7,330.0	21,601.0
2007	463.0		1,700.0	3,313.0	4,876.5			7,265.0					17,617.5
Número de pescadores que reportaron actividad pesquera en el mes													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2001													
2002													
2003				38	30	10	11						89
2004	5		11	8	8	5						4	41
2005	4		31	20	19	13	10	9	1				107
2006			23	17	21								61
2007	36			20									56
Captura por unidad de esfuerzo pesquero estimada (CUEP = producción total mensual por pescadores con actividad en el mes)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2001													
2002													
2003				187.2	194.7	53.9	194.8						256.6
2004	50.5		106.6	92.9	104.1	81.2						26.8	146.6
2005	32.8		63.9	82.1	142.1	138.7	75.8	132.4	122.0				96.5
2006				131.2	238.8								354.1
2007	12.9			165.7									314.6

Fuente: Elaboración propia a partir de la integración y consolidación de información resumen de producción, lista de pescadores y control de bitácoras acopiada por la SAGARPA-Delegación Hidalgo.

Como se muestra en el Cuadro 31 y en la Gráfica 29 , la producción y la actividad pesquera de los cooperativistas de la presa de el Tejocotal se ha realizado en los últimos seis años principalmente entre los meses de marzo a septiembre. El esfuerzo mensual máximo no ha rebasado los 38 pescadores, y de acuerdo a la información disponible, la captura máxima por unidad de esfuerzo pesquero alcanzó 238.8 kg en el mes de mayo del 2006. También, considerando la información disponible, se observa que los mayores rendimientos en captura

por unidad de esfuerzo pesquero se dieron durante el período 2003-2007 en los meses de mayo, junio y julio.

Gráfica 29. Presa de El Tejocotal. Captura por Unidad de Esfuerzo Pesquero mensual en Kg, 2003-2007.



Fuente: Elaboración propia a partir del Cuadro 30.

Con base en la encuesta socioeconómica aplicada a los miembros de la cooperativa durante el año 2007, fue posible obtener información sobre los meses en que durante las últimas temporadas han estado pescando los cooperativistas, así como el número de días promedio a la semana en que realizan la actividad, así como un promedio aproximado de la captura que obtienen a la semana.

Considerando esa información, se estimó el patrón promedio de las últimas tres temporadas de la producción pesquera total mensual, el número de pescadores activos en cada mes y la captura por unidad de esfuerzo pesquero (kg/ pescador), total y por especie para la carpa y el charal.

Como se observa en el Cuadro 32 y en la Gráfica 30, se observa un patrón estacional bien definido, los mayores niveles de captura por unidad de esfuerzo pesquero se han presentado en los últimos años, de acuerdo a la experiencia de los pescadores de la

cooperativa, durante los meses de abril, mayo, junio y julio; en contraste son bajos al principio y al final del año.

Cuadro 32. Presa de El Tejocotal. Patrón estimado de la producción pesquera total mensual, pescadores activos en el mes y captura por unidad de esfuerzo pesquero total y por especie (estimación aproximada promedio de las últimas tres temporadas).

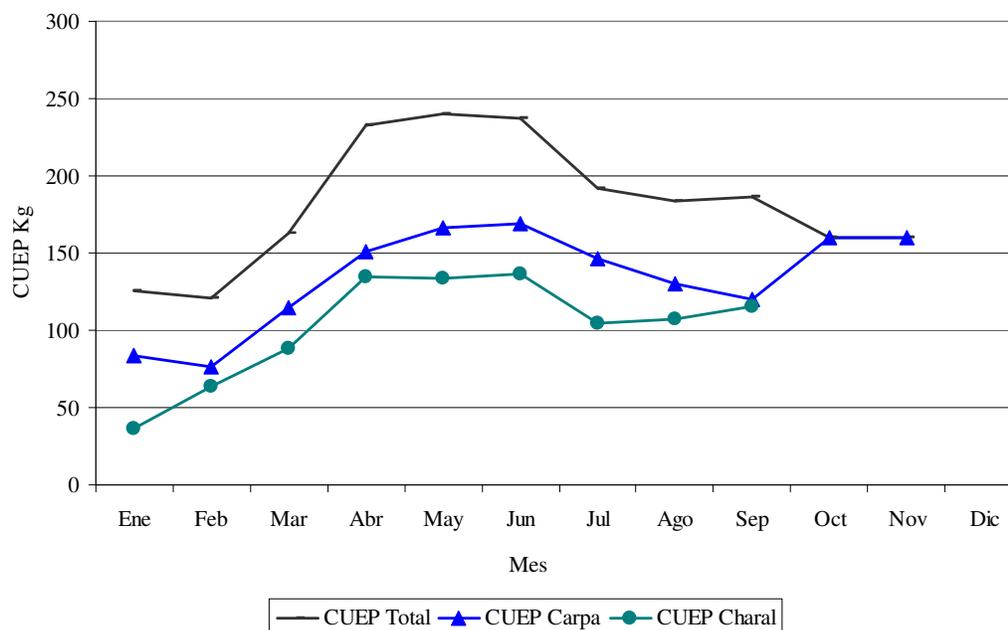
Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Captura kg	376	964	2,768	6,980	7,916	7,588	4,796	3,680	1,680	160	160	0	37,068
Pescadores	3	8	17	30	33	32	25	20	9	1	1	0	179
CUEP	125.3	120.5	162.8	232.7	239.9	237.1	191.8	184.0	186.7	160.0	160.0	0	2,000.8

Carpa	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Captura kg	252	612	1,724	4,224	5,164	5,060	3,376	2,340	1,084	160	160	0	24,156
Pescadores	3	8	15	28	31	30	23	18	9	1	1	0	167
CUEP	84.0	76.5	114.9	150.9	166.6	168.7	146.8	130.0	120.4	160.0	160.0	0	144.6

Charal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Captura kg	36	256	704	2,288	2,268	1,908	1,048	968	460	0	0	0	9,936
Pescadores	1	4	8	17	17	14	10	9	4	0	0	0	84
CUEP	36.0	64.0	88.0	134.6	133.4	136.3	104.8	107.6	115.0	0	0	0	118.3

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recopilada en la encuesta socioeconómica a los pescadores de la presa de El Tejocotal, 2007.

Gráfica 30. Presa de El Tejocotal. Patrón estimado de Captura por Unidad de Esfuerzo Pesquero mensual en Kg, promedio estimada de las últimas tres temporadas.



Fuente: Elaboración propia a partir del Cuadro 31.

6.4 PRESIÓN A LAS PESQUERÍAS POR ESFUERZO PESQUERO

La Carta Nacional Pesquera de 2001 recomendó, de acuerdo al principio precautorio, no incrementar el esfuerzo pesquero autorizado. Asimismo se sugirió, para el aprovechamiento óptimo de los recursos pesqueros del embalse, considerar las tallas mínimas de captura, la cantidad y las características de las artes de pesca. También se señaló la necesidad de evaluar la posibilidad de fomentar actividades de acuicultura y repoblación y promover la conformación del grupo de pescadores en un subcomité de administración del embalse.

Una medida aproximada que permite conocer y expresar el éxito que pudiera haber tenido una temporada de pesca lo da la cifra de la captura total. Sin embargo, esta captura pudo haberse obtenido a un costo demasiado alto, empleando mucho más tiempo del normal con un gran esfuerzo. En este caso, el resultado de la pesca podría calificarse como poco exitoso aun cuando la captura total hubiese sido alta. En otros casos, puede haberse obtenido una captura acumulada baja; pero si ésta ha sido obtenida por unas pocas embarcaciones, la campaña de pesca podría considerarse como exitosa. Por ello, una mejor imagen del éxito de una temporada de pesca lo da la captura por unidad de esfuerzo, la cual, además de reflejar en forma más directa y realista los resultados de la pesca, permite conocer la situación y fluctuaciones de la población que se está explotando, siempre y cuando podamos relacionar el tamaño total de la población con su densidad.

En la mayoría de las pesquerías se ha podido apreciar que el esfuerzo de pesca (f) tiende a seguir aumentando hasta llegar a niveles de sobre-explotación de la población. Al principio todo aumento del esfuerzo de pesca va seguido de un aumento de los montos totales de captura, pero al acercarse a los niveles de sobre-explotación las capturas ya no aumentan. Para mantener los mismos montos totales de captura, se tiende a seguir aumentando el esfuerzo de pesca hasta que la población disminuye tanto, que la captura total también comienza a disminuir, a pesar de los posibles incrementos en el esfuerzo de pesca. En este caso, es imposible que la población y los montos de captura se vuelvan a estabilizar a menos que previamente se produzca una drástica disminución del esfuerzo de pesca que brinde a la población la oportunidad de recuperarse.

En muchos casos, esta reducción del esfuerzo de pesca se produce en forma más o menos drástica debido a que, como la captura por unidad de esfuerzo baja, la rentabilidad o el éxito de la pesca también baja, ocasionando la quiebra, el retiro o inactividad de muchos pescadores. De producirse a tiempo esta reducción del esfuerzo de pesca, la población puede recuperarse y comenzar a crecer nuevamente, con lo cual se podrá tratar de encontrar un nivel de equilibrio adecuado. Pero si el esfuerzo de pesca sigue creciendo o sigue manteniéndose a los niveles que produzcan sobre-explotación, lo más probable es que se produzca una grave reducción de la población y el colapso de la pesquería.

Toda pesquería que recién se inicia encuentra a la población en este estado de equilibrio, donde lo más importante es su elevado nivel de biomasa total, además de la alta edad promedio de sus integrantes. Por otro lado, es normal que toda pesquería se inicie con un nivel de explotación incipiente, con un esfuerzo pesquero bajo y con montos de captura bajos. Al comenzar a desarrollarse la pesquería, el esfuerzo de pesca (f) suele aumentar rápidamente, lo que traerá consigo también un rápido aumento de la captura o del rendimiento (Y). La mortalidad por pesca (F) que es igual a cero en la población virgen va aumentando también a medida que aumenta el esfuerzo de pesca. Ya que:

$$F = q * f,$$

Donde: F es la mortalidad por pesca
 f es esfuerzo de pesca
 q es el coeficiente de capturabilidad

La población sale entonces del estado de equilibrio en que se encontraba y comienza a disminuir a medida que aumenta el esfuerzo y, por tanto, la mortalidad por pesca. Esto debido a que a este nivel, tan próximo al nivel de saturación del medio, la capacidad de crecimiento y de reproducción de la población ha disminuido y sólo alcanza para cubrir las pérdidas producidas por la mortalidad natural (M), más no así las pérdidas originadas por la pesca. Normalmente, esta disminución del tamaño de la población no puede ser observada ni medida directamente, pero como hay una disminución proporcional de la densidad (esto es, si el hábitat se mantiene constante), es posible medir las fluctuaciones de la población a través de las fluctuaciones de la captura por unidad de esfuerzo (Y/f), es decir con los registros de

captura y del esfuerzo real empleado.

En algunos casos el crecimiento de la pesquería, o mejor dicho, el crecimiento del esfuerzo de pesca y de las capturas se detiene antes de llegar a los niveles máximos de explotación. De ser así, la población puede calificarse como una población sub-explotada y puede encontrar fácilmente un nuevo nivel de equilibrio.

Al estabilizarse la población se estabiliza también la captura por unidad de esfuerzo, y como el esfuerzo pesquero (f) se mantiene constante, las capturas también serán constantes. Sin embargo, en la mayoría de las pesquerías se ha podido apreciar que el esfuerzo de pesca (f) tiende a seguir aumentando hasta llegar a niveles de sobre-explotación de la población.

En el caso del presente estudio en la presa de El Tejocotal, la información disponible muestra aparentemente una leve reducción del número de pescadores activos, aunque también un leve incremento del número de artes de pesca (redes) usadas, resultando en una cierta estabilidad del esfuerzo pesquero aplicado en los últimos años, lo cual se apega al principio precautorio establecido por las autoridades de mantener el esfuerzo pesquero.

No obstante, se observa una aparente variación en altibajos de la captura por unidad de esfuerzo pesquero. De acuerdo a la información recabada en la encuesta aplicada a los pescadores, se percibe una reducción de la captura tanto en carpa y charal. De acuerdo a la estimación de la CUEP en kg, y considerando el registro de redes, se observa un leve aumento en el número de redes usadas por los pescadores, a fin de compensar la reducción de la captura.

Por otra parte, la caracterización de las artes de pesca, permitió identificar la aplicación de redes de arrastre con luces de malla de 3" y menos, que en la presa de El Tejocotal son aplicadas tanto para la captura de carpa como de charal, las cuales no son artes autorizadas, debido al impacto negativo que tienen sobre las zonas bajas, en términos de daño a la vegetación que sirve de refugio y zona de protección de alevines y juveniles, así como su fuerte impacto en la mortalidad incidental de juveniles, debido a su escasa selectividad.

6.5 ESTIMACIÓN DE LOS VALORES DE MORTALIDAD TOTAL (Z), POR PESCA (F) Y NATURAL (M)

La magnitud de la estimación de la Mortalidad total (Z) determina la estructura de edades de la población y por tanto tiene un efecto sobre la estructura de la distribución de frecuencias de tallas. Entre más baja es la mortalidad más evidente es la presencia de peces más viejos y, por tanto, más grandes; por el contrario, cuanto más alto es el valor de Z, más rápido decrece en el tiempo el número de peces en la población y se hace más pequeña la edad máxima que pueden alcanzar.

La mortalidad natural es aquella producida por cualquier causa diferente a la pesca, entre las que podemos citar: la depredación, el canibalismo, las enfermedades, la inanición y la vejez. Para el caso de la presa de El Tejocotal, los factores que se consideran más relevantes son la mortalidad causada por las aves y la fuga de organismos por la apertura de compuertas.

En las diversas salidas y muestreos de campo realizados durante el estudio, se pudo observar que las aves ejercen una fuerte presión sobre las primeras etapas de desarrollo principalmente en la etapa de juvenil, ya que tienen una fuerte tasa de depredación en esta etapa. Por otro lado, aunque pudiera pensarse en inanición por escasez de alimento, ésta no se considera un factor fundamental en el caso de El Tejocotal, pues la cadena trófica es muy corta y existe una gran cantidad de alimento disponible en la presa. Por lo tanto, los principales factores que están causando mortalidad en la presa de El Tejocotal son:

a) La presión generada por la pesca, ya que no se dispone de una norma oficial que proteja el recurso y asegure su renovación a lo largo del tiempo, permitiendo que las capturas puedan mantenerse dentro de un rango óptimo. Cabe mencionar que aún cuando existe una temporada de veda, ésta no siempre es respetada por todos los pescadores, sobre todo cuando se producen cambios climáticos que provocan la pérdida de sus cosechas, por lo que su única alternativa de alimentación la constituye la pesca.

b) Existe una presión muy fuerte generada por las aves migratorias que se establecen en la presa, las cuales están incidiendo sobre las primeras etapas de vida de los peces que se encuentran bajo explotación. Se ha documentado que cada ave tiene una capacidad de alimentarse de hasta 2 Kg de peces por día. Tal fenómeno está generando una alta tasa de mortalidad principalmente durante los meses de primavera y verano, que son los periodos en los que se observa una mayor afluencia de aves en el embalse.

c) Otra importante causa de mortalidad detectada en el presente estudio, es la fuga de organismos del embalse, ya que (como pudo observarse en las diversas salidas de campo y en las entrevistas con los pescadores), ésta se genera por la abertura de las compuertas del embalse, cuyas aguas alimentan las presas de Omiltemtl y Necaxa.

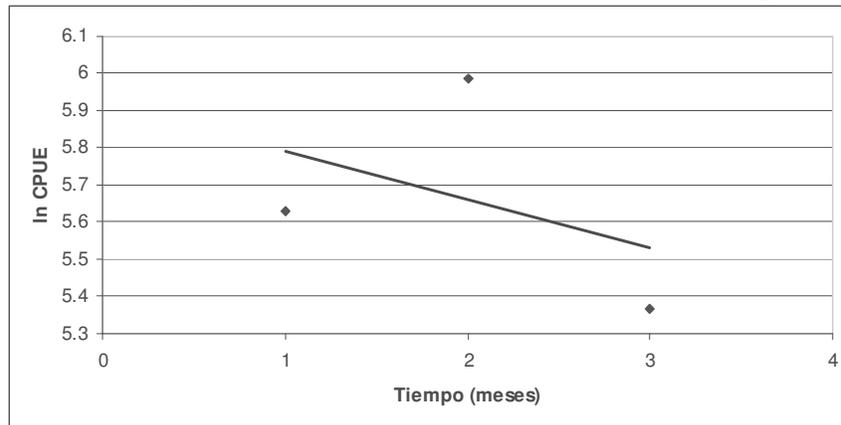
Es importante mencionar que aun cuando la información sobre captura y esfuerzo de pesca aplicado por los pescadores de la presa de El Tejocotal presenta ciertos límites, se hicieron algunos intentos de estimación y cálculo aproximados de mortalidad.

Existen varios métodos para estimar las diferentes tasas de mortalidad. Uno de ellos es el modelo de Beverton y Holt (1957) y Paloheimo (1961), que supone que cuando el esfuerzo varía continuamente a lo largo del tiempo durante la fase explotada, es posible estimar el valor del coeficiente Z con base en la siguiente relación:

$$Z = [(1/(t_2 - t_1))] [\ln (CPUE_n (t_1) / CPUE_n (t_2))]$$

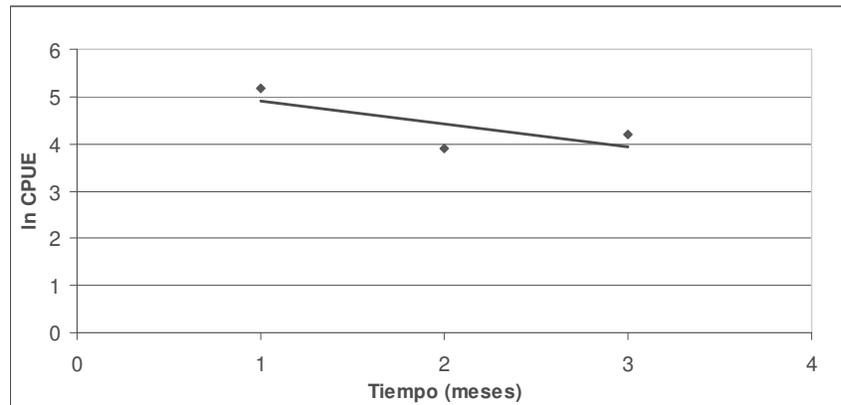
Con base en las capturas registradas a través de los años comprendidos entre 2002 y 2006 generamos las curvas linealizadas del logaritmos naturales de la captura por unidad de esfuerzo por mes, el cual se presenta en las Gráficas 31 a 35 respectivamente, de dónde se derivaron las tasas de mortalidad total para *Cyprinus carpio* en general.

Gráfica 31. Presa de El Tejocotal. Cálculo de la mortalidad total (Z) para el año de 2002.



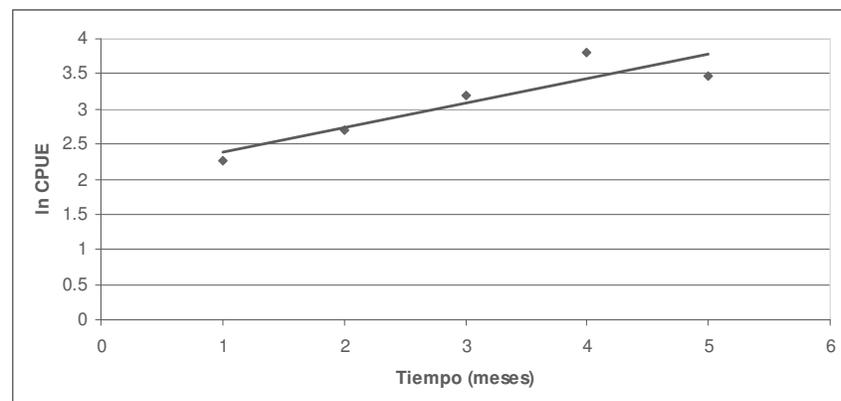
Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 32. Presa de El Tejocotal. Cálculo de la mortalidad total (Z) para el año de 2003.



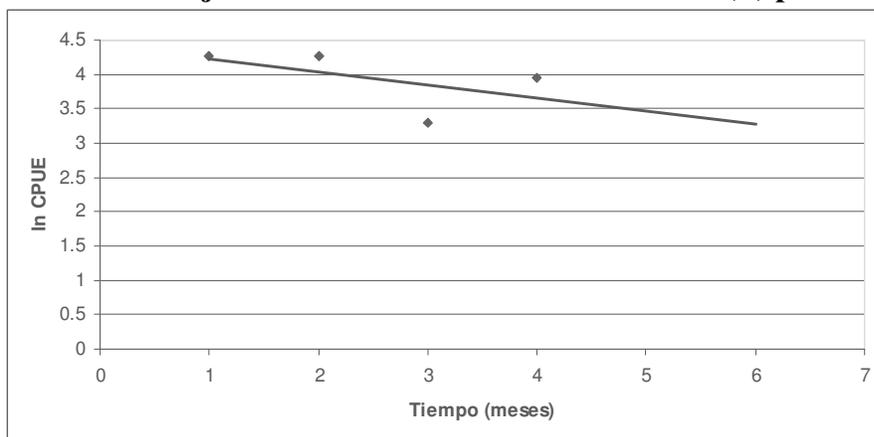
Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 33. Presa de El Tejocotal. Cálculo de la mortalidad total (Z) para el año de 2004.



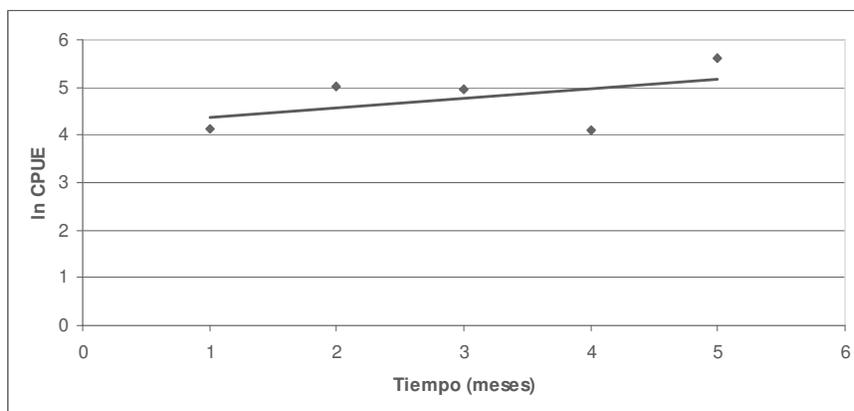
Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 34. Presa de El Tejocotal. Cálculo de la mortalidad total (Z) para el año de 2005.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 35. Presa de El Tejocotal. Cálculo de la mortalidad total (Z) para el año de 2006.



Fuente: Elaboración propia.

6.6 RENDIMIENTO MÁXIMO SOSTENIBLE

Para analizar este punto fue requerida información del esfuerzo de pesca y producción en el embalse, ya que éstos son necesarios para aplicar los modelos de producción excedentaria de Schaefer (1954) y Fox (1970).

La información proporcionada por la SAGARPA referentes a los formatos de registro de captura por pescador, listados y resúmenes de información permitieron identificar rendimientos anuales y el esfuerzo durante el periodo 2003-2007. A partir de la consolidación de dicha información se estimaron los parámetros de los modelos Schaefer y Fox Cuadro 33.

Cuadro 33. Presa de El Tejocotal. Información de entrada y estimación de los parámetros de los modelos de Schaefer y Fox para la estimación del Rendimiento Máximo Sostenible.

Año	Rendimiento (ton)	Esfuerzo	Schaefer	Fox
i	Y(i)	f(i) *) (x)	(y)	(y)
1998	5.0			
1999	59.1			
2000	5.8			
2001	18.7			
2002	30.6			
2003	22.8	89	256.6	5.5
2004	6.0	41	146.6	5.0
2005	10.3	107	96.5	4.6
2006	21.6	61	354.1	5.9
2007	17.6	56	314.6	5.8
promedio		70.8	233.7	5.35
desv estándar		26.66	109.5	0.55
intercepto			341.5	5.96
pendiente			-1.52	-0.0088

Fuente: Elaboración propia.

Para el modelo de Schaefer, el intesepto de la curva estimada con el eje Y fue de 341.5 y la pendiente de - 1.52. Para el modelo de Fox, el intersepto de la curva logarítmica estimada con el eje Y fue de 5.96 y la pendiente de -0.0088 (Cuadro 33).

Con el uso de estos parámetros se estimó que siguiendo el comportamiento de los años 2003 a 2007, de acuerdo al modelo de Schaefer, el rendimiento máximo sostenible se alcanza en la presa de el Tejocotal a las 19.1 ton, con un esfuerzo de 112 pescadores activos anual, con una captura por unidad de esfuerzo de 170.9 kg. Según el modelo de Fox, el rendimiento máximo sostenible se encuentra a las 16.4 ton, con un esfuerzo de 114 pescadores activos anual, con una captura por unidad de esfuerzo de 143.6 kg (Cuadros 34 y 35, y Gráfica 36). El promedio de ambos modelos ubicaría el RMS en 17.8 toneladas.

Cuadro 34. Presa de El Tejocotal. Rendimiento Máximo Sostenible y esfuerzo necesario.

Indicador	Unidad	Schaefer	Fox
RMS Schaefer - $a2/(4b)$	Kg	19,146.2	
RMS Fox - $(1/d) * \exp(c-1)$	Kg		16,373.2
f(RMS) Schaefer - $a/(2b)$	Suma anual de pescadores al mes	112	
f(RMS) Fox - $1/d$	Suma anual de pescadores al mes		114

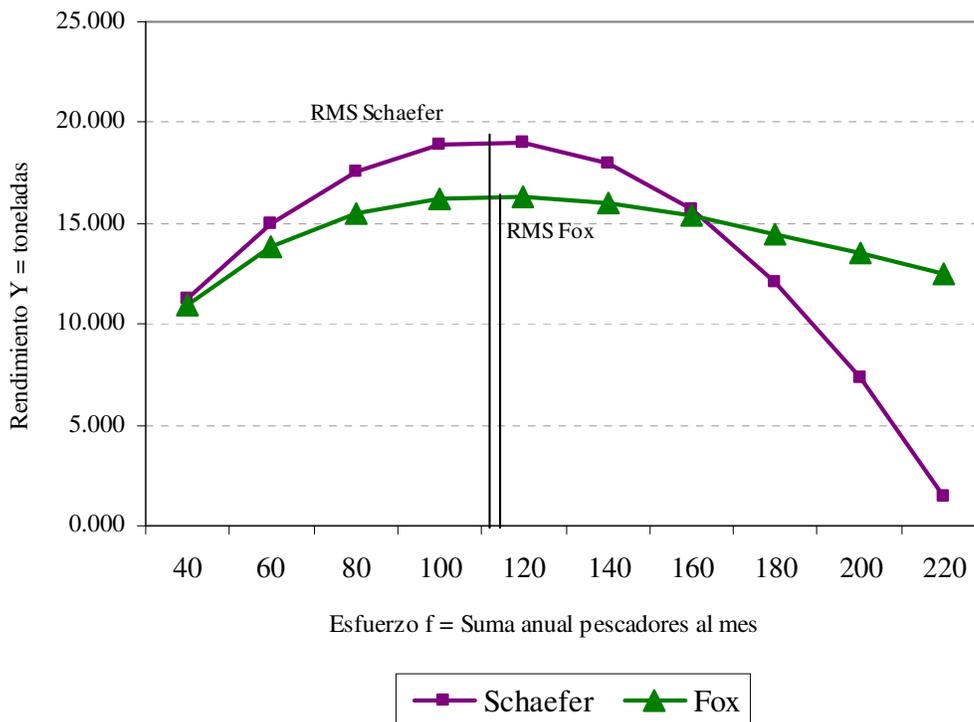
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 35. Presa de el Tejocotal. Rendimiento máximo sostenible en toneladas.

Y/f = CUEP		f	Rendimiento en toneladas	
a + b*f	exp (c + d*f)	suma anual de pescadores al mes	cuep*f (ton)	cuep*f (ton)
Schaefer	Fox		Schaefer	Fox
280.6	274.4	40	11.2	11.0
250.1	230.4	60	15.0	13.8
219.7	193.4	80	17.6	15.5
189.2	162.3	100	18.9	16.2
170.9	146.2	112	19.1	16.4
167.9	143.6	114	19.1	16.4
158.8	136.3	120	19.1	16.4
128.3	114.4	140	18.0	16.0
97.8	96.0	160	15.7	15.4
67.4	80.6	180	12.1	14.5
36.9	67.7	200	7.4	13.5
6.5	56.8	220	1.4	12.5

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 36. Presa de El Tejocotal. Tendencia del rendimiento en toneladas por unidad de esfuerzo y Rendimiento Máximo Sostenible de Schaefer y Fox.

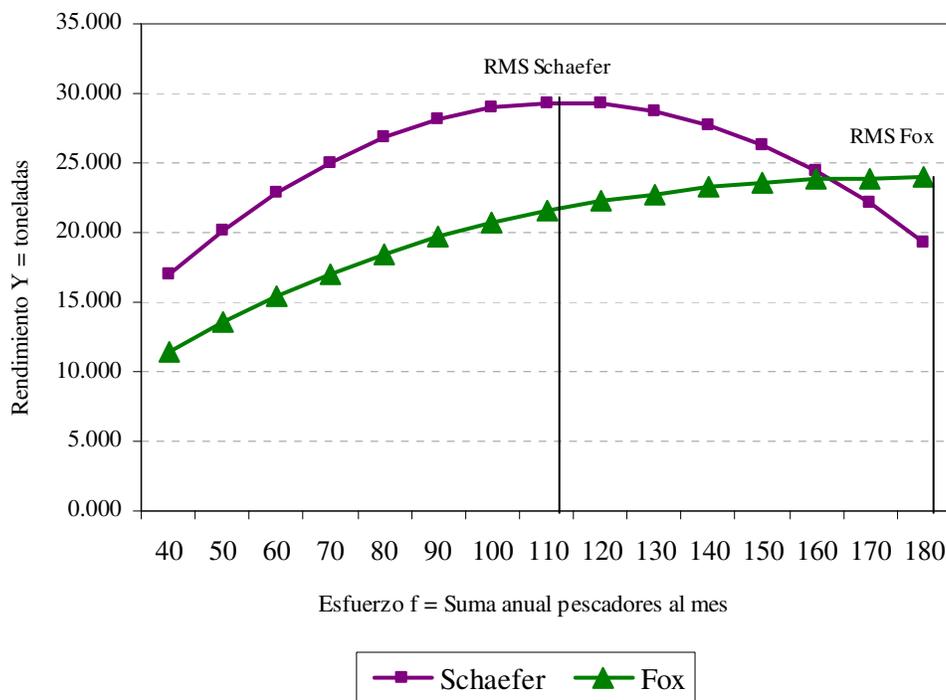


Fuente: Elaboración propia.

Debido a que la serie de información de entrada sólo pudo considerar los últimos cinco años más recientes, se realizó un ejercicio para valorar el impacto de incorporar un año próximo con alta producción. El ejercicio consideró 4 años de producción ampliando el periodo de observación, a saber los años 1999, 2002, 2004 y 2007, incluyendo el año 1999 en que se presentó el pico de producción más cercano. El esfuerzo pesquero se planteó como el número de redes activas, resultado de ponderar el número de cooperativistas conocido en cada año por el promedio de redes, que mostró una tendencia al aumento del esfuerzo.

Con esta información se encontró que, considerando un periodo de 9 años en 4 puntos, el rendimiento máximo sostenible se encontraría en las 29.4 toneladas en el modelo de Schaefer, y en las 24.0 toneladas en el modelo de Fox, con un promedio de ambos modelos en 27.7 toneladas. La ampliación del periodo de observación incluyendo un pico de producción y la consideración del esfuerzo en redes promedio por cooperativista, amplió el RMS entre 8 y 10 ton, según el modelo.

Gráfica 37. Presa de El Tejocotal. Tendencia del rendimiento en toneladas por unidad de esfuerzo y Rendimiento Máximo Sostenible de Schaefer y Fox, sobre información 1999-2007.



Fuente: Elaboración propia.

6.7 RENDIMIENTO PESQUERO ACTUAL, TENDENCIAS Y COMPARATIVOS CON EL RENDIMIENTO MÁXIMO SOSTENIBLE.

En el siguiente cuadro se presenta el rendimiento actual de la presa de El Tejocotal. Como puede observarse, considerando el mismo periodo de estimación de los modelos de Schaefer y Fox, en el año 2006 se alcanzó el rendimiento máximo disponible, observándose un decrecimiento del rendimiento del embalse en el año 2007.

Cuadro 36. Presa de el Tejocotal. Rendimiento pesquero.

Temporada	Carpa Volumen (Kg)	Charal Volumen (Kg)	Total Volumen (Kg)
1990	13,999.0		13,999.0
1991	78,902.0	42,787.0	121,689.0
1992	69,256.0	1,154.0	70,410.0
1993	56,348.0	12,439.0	68,687.0
1994	6,542.0		6,542.0
1995	12,603.0		12,603.0
1996	4,281.0		4,281.0
1997	3,099.0	1,761.0	4,860.0
1998	3,668.0	1,359.0	5,027.0
1999	55,888.3	3,204.7	59,093.0
2000	5,532.0	250.0	5,782.0
2001	18,552.5	146.0	18,698.5
2002	29,364.0	1,193.0	30,557.0
2003	7,395.0	2,950.0	10,345.0
2004	3,316.0	1,170.0	4,486.0
2005	7,858.0	3,309.0	11,167.0
2006	18,498.5	3,102.0	21,600.5
2007	12,509.5	1,770.0	14,279.5

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la SAGARPA-Del. Hidalgo.

Al comparar las capturas totales de los últimos cinco años con las estimaciones de rendimiento máximo sostenible de los modelos presentados, en el año 2007 la captura estaría muy cercana al RMS de Schaefer; mientras para el modelo de Fox esa captura ya estaría rebasando el RMS. Considerando el segundo ejercicio de estimación que incluye un pico de producción en 1999, el RMS se encontraría hacia las 29 toneladas, habiéndose alcanzado hacia el año 2002.

7. PESCA DE CONSUMO DOMÉSTICO

7.1 CONSUMO DOMÉSTICO

Respecto al tipo de pesca que realizan, de los 41 pescadores entrevistados, 48.8% de ellos afirmaron que ésta es tanto de autoconsumo como de tipo comercial; 36.6% clasificaron su actividad como esencialmente de autoconsumo, y 14.6% exclusivamente de tipo comercial.

Por lo que se refiere al porcentaje de la producción que se destina al consumo familiar, los datos obtenidos indican que 31.7% de los productores consumen entre el 5 y el 10% de lo que pesca; 9.8% consume entre el 10 y el 20% del pescado que recoge; 12.2% de los pescadores consume entre el 20 y el 30% de su producción; 7.3% consume entre el 30 y el 40% de lo que pesca; 24.4% consume entre el 50 y 70%, y sólo 9.8% de los productores consume el 100 por ciento de la producción. De acuerdo con estos datos, el porcentaje promedio de lo que cada productor pesca y destina al consumo familiar semanalmente es 34.9%.

Respecto a la frecuencia con que los pescadores y/o sus familias consumen pescado, la información obtenida indica que 31.8% de los productores consume pescado entre 1 y 2 días a la semana; 41.5% lo come entre 3 y 4 días; 7.3% lo consume entre 5 y 6 días, y solo 2.4% lo consume toda la semana. Los datos anteriores confirman el importante papel que desempeña el embalse de El Tejocotal como medio de subsistencia de los pescadores y sus familias.

Los datos obtenidos muestran que 74.3% de las familias de los pescadores consume hasta 6 kgs de pescado a la semana; 11.4% consume entre 8 y 12 kgs; una proporción similar consume entre 15 y 20 kgrs, y 2.9% consume entre 30 y 40 kgrs a la semana. La familia de cada pescador consumo en promedio 6.4 kgrs a la semana.

7.2 ALTERNATIVAS DE INGRESO Y EMPLEO DE LOS PESCADORES

Por lo que se refiere al ingreso familiar semanal que perciben los pescadores, los datos obtenidos indican que el 31.7% de las familias de los productores recibe un ingreso que fluctúa entre los \$300.00 y \$400.00 pesos; 41.4% de las familias obtiene un ingreso que va de \$500.00 a \$700.00 pesos semanales; 12.1% gana entre \$800.00 y \$1,200.00 pesos a la semana; 4.8% percibe entre \$1,500.00 y \$2000.00 pesos semanales, y un porcentaje similar recibe ingresos que están por arriba de los \$2,500 pesos semanales. El ingreso promedio a la semana que perciben las familias de los pescadores es de \$813.00.

Del ingreso total mensual que perciben los pescadores, la información recabada indica que entre el 5 y 10 por ciento proviene de la pesca que realiza el 9.7% de los pescadores; entre 30 y 50 por ciento es obtenido por el 58.1% de los productores; entre el 70 y 80 por ciento del ingreso derivado de pesca es percibido por el 13% de los pescadores, y sólo el 16% de los pescadores obtienen el 100 por ciento de su ingreso de la pesca. El porcentaje de ingreso mensual que perciben los pescadores por la venta de pescado es en promedio del 55%.

Puesto que el ingreso de los pescadores es insuficiente para cubrir las necesidades de sus familias, todos ellos realizan otras actividades económicas complementarias. La información recaba indica que, además de la pesca, 80.5% de los pescadores se dedica a la agricultura; 2.4% a la ganadería; 4.9% al comercio; 2.4% a la construcción y 9.8% a otras actividades como la prestación de servicios turísticos que incluye paseos en lancha, venta de artesanías y puestos de comida.

Dado al alto grado de marginación que caracteriza al municipio y las escasas opciones de empleo e ingreso que tienen sus pobladores, la migración hacia los Estados Unidos se ha convertido en una alternativa para muchos de ellos, particularmente para los pescadores.

Tomando en consideración esta problemática, en el cuestionario se formularon algunas preguntas relacionadas con este aspecto. En este sentido, a la pregunta de si tenían actualmente algún familiar trabajando en los Estados Unidos, 78% de los pescadores respondió

afirmativamente, mientras que 19.5% declaró que no. Cuando se les interrogó sobre el número de familiares que se encontraban en ese país, 64.5% declaró tener entre 1 y dos familiares; 16% manifestó tener entre 3 y 4 familiares; 9.7% dijo tener entre 7 y 9, y otro porcentaje similar declaró tener 10 o más familiares laborando en los Estados Unidos (ver cuadro 68). Los datos indican que cada pescador tiene en promedio 2.7 miembros de su familia laborando en los Estados Unidos.

En cuanto al parentesco, 48.5% de los pescadores afirmó tener a hijos laborando en aquel país; 15% tenían primos o sobrinos; 3% eran tíos, y 27% declaró tener otros familiares lejanos.

Por la importancia que pudiera tener el envío de remesas como ingreso complementario para muchos de los pescadores, vale la pena mencionar que 72.7% de ellos afirmó tener contacto con sus familiares (sobre todo por vía telefónica); 15.1% declaró no tener ningún contacto, y 6.1% de los pescadores afirmó tener solamente un contacto esporádico con ellos.

7.3 AMBIENTE Y COHESIÓN SOCIAL

Como se mencionó en los apartados anteriores, en la presa de El Tejocotal los pescadores conviven con otro tipo de usuarios del embalse, como los trabajadores de Compañía de la Luz y Fuerza del Centro, los puestos de comida, los prestadores de servicios turísticos y los propios turistas. Por esta razón, para indagar sobre el grado de cohesión y/o conflicto social que prevalece entre todos ellos, en la última sección del cuestionario se incluyeron algunas preguntas relacionadas con estos aspectos. Así, al preguntar sobre el tipo de relaciones que mantienen con otros usuarios de la presa, 68% de los pescadores la calificó como “muy tranquilas”; 26.8% como “tranquilas en parte”, y 2.4% como “ni tranquilas ni violentas”

Cuando se les preguntó sobre el nivel o grado de conflicto social con respecto al existente cinco años atrás, 65% de los pescadores afirmó que “se ha mantenido”, 4.9% opinó que “ha aumentado un poco”, y 9.8% afirmó que “ha disminuido mucho”.

Al interrogarles acerca de si en los últimos años habían tenido algún conflicto con otras personas, 9.8% afirmó haber tenido algún conflicto con los comerciantes de la presa; 4.4% con los trabajadores de la Cía. de Luz; 22% con los pescadores “clandestinos”; 2.4 con los funcionarios del Distrito Rural, y un porcentaje similar con los funcionarios de SAGARPA. Es importante mencionar que casi ningún pescador aludió a las razones de estos conflictos, excepto en el caso de los pescadores clandestinos.

Al preguntarles en qué actividades estarían dispuestos a colaborar voluntariamente para mejorar el entorno de la presa, 61% de los pescadores aludió a “labores de limpieza y conservación de la presa”; 14.6% mencionó “labores de sanidad y cuidado de los peces”; 4.9% estuvo dispuesto a colaborar en “detección de pescadores clandestinos”; un porcentaje similar en la “conservación y mantenimiento de los bosques y caminos”, y 2.4% en “brigadas de protección civil y auxilio turístico”.

Finalmente, al interrogarlos acerca de con cual autoridad, institución o persona estarían más dispuestos a colaborar para mejorar la presa y sus alrededores, 68% de los pescadores mencionaron al municipio; 12.2% a la SAGARPA; 4.9% a “su propia comunidad” y 12.2% “otras”.

8. PROPUESTA PARA EL MECANISMO DE RESIEMBRA DE LAS POBLACIONES DE CARPA Y/O TILAPIA, ASÍ COMO PARA EL MANEJO Y ADMINISTRACIÓN DEL EMBALSE

Con base en el diagnóstico presentado, se proponen como elementos de un plan de manejo del embalse que incluya el mecanismo de resiembra de carpa y/o tilapia para su explotación pesquera, los siguientes:

8.1. La pesquería del embalse de la Presa de El Tejocotal, localizada en el municipio de Acaxochitlán, Hgo, se basa fundamentalmente en la carpa barrigona y, en menor grado en el charal y la tilapia. La carpa barrigona es una especie que tradicionalmente ha sido abundante en el Tejocotal, pero en los últimos años ha observado un decremento significativo de acuerdo con los registros de pesca de que se dispone. Esta situación parece explicarse por el descenso sistemático del agua de la presa para su uso en generación de electricidad, las descargas de agua residuales de las poblaciones cercanas, y la aplicación de determinadas prácticas nocivas como el uso de artes no permitidas, la pesca en zonas de desove y en períodos de veda, y la captura de especímenes pequeños.

8.2. Actualmente la carpa presenta una tasa de crecimiento lenta. Su talla de reclutamiento es de 17.9 cm centímetros, por lo cual se recomienda establecer una talla mínima de captura de 23 centímetros de longitud total.

8.3. La época de reproducción de la carpa es más intensa en los meses cálidos del año, que en el microclima del embalse corresponden a los meses de marzo a septiembre. Por ello se propone a los administradores del recurso ajustar el periodo de siembra y establecer un período de veda durante los meses inmediatos a las siembras. En base a la información recabada parece adecuado continuar con la siembra de carpa y tilapia procedentes del Centro Acuícola y la Granja Integral de Policultivo de Tezontepec de Aldama. En los últimos dos años se han sembrado alrededor de doscientos mil organismos. En tanto se ha observado la existencia de una asociación directa positiva entre la siembra y la captura, es recomendable al

menos mantener la siembra en este número de organismos, a reserva de dar monitoreo al comportamiento de la relación talla-peso-madurez sexual de los reclutas.

8.4. En la parte norte del embalse, se ha detectado una zona de anidación y ocurrencia de juveniles, por lo que se debe establecer una restricción permanente de la pesca.

8.5. Por lo que se refiere a los artes de pesca se sugiere que la abertura de malla de redes agalleras que capturan carpa sea igual a 4 y 4.5 pulgadas, de manera que se asegure que los organismos de población pescable se reproduzcan al menos una vez en su vida. Asimismo, debe establecerse una vigilancia pesquera que promueva y supervise la sustitución de artes prohibidas, como son las redes de arrastre usadas para carpa y charal, así como redes agalleras de luz de malla menor de 4 pulgadas, por artes permitidas.

8.6. Se recomienda que las redes agalleras operen únicamente de lunes a sábado con un máximo de 10 horas durante por día. También es necesario implementar una supervisión del uso de redes y procedimiento de captura del charal, a fin de reducir la captura incidental de juveniles de carpa y tilapia.

8.7. El rendimiento de la presa ha sido decreciente, con un ligero incremento en los últimos tres años. De acuerdo a la información captada en campo y las estimaciones realizadas, la captura por pescador ha disminuido, lo que indica que la actividad pesquera realizada en el embalse pudiera colocarlo cercano a su rendimiento máximo sostenible dadas las condiciones de siembra y explotación del embalse. Es decir, el esfuerzo pesquero se encuentra presionando el recurso y, por lo tanto, los pescadores no obtienen mejores retornos económicos, al tiempo que se amenaza la sustentabilidad del recurso. Por esta razón, se recomienda restringir el ingreso de más pescadores, o la creación de nuevas organizaciones pesqueras hasta que los rendimientos de la presa recuperen la tendencia observada en años anteriores. Además, se sugiere mantener el acuerdo entre los usuarios y la Subdelegación de SAGARPA, de operar sólo tres redes como máximo por pescador, siempre que estas cumplan con las características de artes permitidas (luz de malla igual o mayor a 4 pulgadas y no ser de arrastre).

8.8. Con el fin de mantener los niveles sostenibles de la pesquería de El Tejocotal se debe instrumentar un programa de repoblamiento periódico y de vigilancia permanente por parte de la cooperativa pesquera y de las dependencias correspondientes, procurando en lo posible la introducción de líneas genéticas adecuadas y con certificación sanitaria.

Asimismo, la siembras deberán programarse dentro de un período óptimo de temperatura y con la consideración de medidas para garantizar la sobrevivencia máxima de las crías, tanto en la transportación, como en el proceso de adaptación a la temperatura local, y la ubicación en zonas de protección. Sería pertinente considerar la posibilidad de siembra en el período en que el embalse no es desfogado para la generación de electricidad.

8.9. La carpa es una especie introducida en el embalse de El Tejocotal y se aprovecha tanto para el consumo doméstico como para la comercialización por parte de la cooperativa de pescadores. Sin embargo, a la fecha no existe ninguna normatividad oficial con respecto a su aprovechamiento. Por ello, se sugiere que la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA en el Estado, en coordinación con la organización de pescadores, establezca sistemas de aprovechamiento, control y vigilancia, de manera consensuada, con el fin de mantener y asegurar la sustentabilidad del recurso.

8.10. Con base en lo anterior, es fundamental mantener una constante actualización de los sistemas del Registro Nacional de Pesca y de los permisos de los pescadores, acreditándolos mediante una credencial con fotografía, el nombre de la organización, tipo y número de artes de pesca y embarcaciones. También se debe hacer conciencia y capacitar a los pescadores para que la realización de los reportes de captura en las bitácoras pesqueras donde se precisen los registros de captura por pescador, especie, localidad y área de pesca. Lo anterior resulta de particular importancia porque las estadísticas sólo registran la producción de los pescadores organizados, no así las de los pescadores libres, de las cuales no se cuenta con registro. Así mismo se sugiere brindar apoyo por la supervisión pesquera para el manejo de situaciones de pesca furtiva nocturna.

8.11. Con el fin de procurar un aprovechamiento sustentable de los recursos y prevenir los efectos perversos sobre su capacidad de renovación y sobre el ecosistema en su conjunto, se sugiere establecer normas y medidas que conformen un marco jurídico de actuación de los usuarios del embalse, buscando un desarrollo ordenado y equilibrado de las actividades pesqueras, en sus modalidades de pesca comercial y de consumo doméstico, todo ello en concordancia con la preservación del ambiente y los recursos biológicos sujetos a explotación.

8.12. Como se destacó a lo largo de este estudio, la presa se encuentra ubicada en una zona donde coexisten diversos usuarios (trabajadores y técnicos de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, comerciantes de comida y prestadores de servicios turísticos). Si bien no se ha presentado hasta ahora conflictos sociales de importancia, es necesario mejorar el sistema de vigilancia y monitoreo municipal, que asegure y mantenga la armonía entre los usuarios del recurso.

8.13. A pesar de que la pesca es una actividad económica de larga tradición entre los pescadores de El Tejocotal, se recomienda capacitarlos en la legislación, organización y administración de la cooperativa pesquera, así como en métodos y artes de la pesca y acuicultura. También, se les debe capacitar en el procesamiento, conservación preparación y comercialización del pescado, con objeto de que obtengan un valor agregado de su producto, evitando al mismo tiempo la intromisión de intermediarios.

8.14. Finalmente, como parte de las acciones de administración del embalse y a fin de optimizar la explotación de los recursos, es necesario mantener un sistema de información, tanto por registros continuos como por programas de investigación específicos contemplados en el plan de manejo del embalse, sobre las siguientes áreas:

En el aspecto biológico-pesquero:

- -Estimación del coeficiente de capturabilidad del arte de la pesca.
- -Fecundidad promedio por edad o talla.
- -Estimación del reclutamiento y de la función de reclutamiento.
- -Estimaciones del tamaño poblacional (número de individuos por edad o talla).

En el aspecto ecológico:

- -Variación espacial y temporal de la calidad del agua.
- -Variación espacial y temporal de contaminantes a lo largo de los ríos
- -Determinación de la calidad de la carne, de manera que se asegure el consumo de los productos pesqueros de la presa.

En el aspecto social:

- -Indicadores sociodemográficos de los usuarios del embalse.
- - Indicadores sobre pobreza y grado de marginación de la comunidad pesquera.
- - Indicadores socioeconómicos sobre alternativas de empleo e ingreso de los pescadores.
- -Estudios de mercado y canales de comercialización de los productos pesqueros.
- -Estudios sobre requerimientos de capacitación y tecnología en áreas técnico-productiva, administración y organización pesquera.
- Indicadores sobre el consumo del pescado e impacto alimentario.

En los aspecto legal y normativo:

- -Evaluación y seguimiento de la ejecución de las normas establecidas legalmente

Mayor detalle sobre todas estas propuestas las hemos establecido en el documento del Plan de Manejo de la Presa de El Tejocotal, a través de sus programas y los mecanismos de evaluación y supervisión propuestos.

9.- CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos de la determinación de nutrientes, clorofila a y transparencia, podemos afirmar que la presa le Tejocotal es un sistema mesotrófico.

- Las condiciones fisico-químicas de la presa el Tejocotal son aptas para el desarrollo de la pesquería de las especies presentes en el sistema.
- La cantidad de nutrientes disponibles es un factor limitante; sin embargo, se puede afirmar que el fósforo puede llegar a ser el elemento limitante dentro del sistema para la productividad primaria, ya que de acuerdo al coeficiente de Redfield, las concentraciones ideales son: 1P: 16N :112C y estas no se cumplen en el embalse.
- Los resultados analizados muestran un sistema aparentemente con un bajo grado de contaminación, sin embargo, sería pertinente dar seguimiento de este comportamiento en otra época del año.
- De acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-2003, el agua de la Presa de El Tejocotal podría ser apta para riego agrícola sin implicar un riesgo para la salud, toda vez que se haga un análisis que permita conocer los conteos y que estos sean menores a 1000 NMP/100 mL. En el caso de los plaguicidas y de acuerdo con la norma NOM-127-SSA1-1994 (DOF, 1996), para plaguicidas organoclorados, estos no se detectaron en el agua de la presa, lo cual implica que de encontrarse están en concentraciones insignificantes, ya que incluso no son detectados por el método utilizado. Por lo tanto, no representan al momento del muestreo un riesgo para la salud humana.
- Las muestras de pescado colectado en la presa de El Tejocotal, Hidalgo presentaron un riesgo bajo de salud para los consumidores con respecto a los conteos bacteriológicos ya que se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM (DOF, 1993) que es de 400 NMP/g. Es interesante señalar que los ejemplares capturados en el sitio 4 denominado Los Alcanfores fue el que presentó el más alto conteo de bacterias coliformes, no obstante, la contaminación de músculo era reducida. Con respecto a las concentraciones de metales pesados analizados en el tejido de carpa (*Cyprinus spp*), se observó que el zinc fue el único metal detectado en los sitios denominados “La Loma” y “Los Alcanfores”. La concentración máxima permisible de éste metal en pescado no está especificada en la NOM-027-SSA1-1993 (DOF, 1993),

no obstante, se considera que las concentraciones de zinc detectadas en los peces muestra se encuentran dentro de los límites para un consumo seguro.

- El desfogue del embalse por parte de Compañía de Luz y Fuerza del Centro presenta un patrón definido que puede ser aprovechado y al que pudieran adaptarse las actividades secundarias del embalse.
- Es necesario hacer consideración de la normatividad ambiental y aprovechar las estrategias ecológicas planteadas que regulan el embalse en tanto parte de un área natural protegida.
- Una parte de los procesos de baja productividad del embalse están asociados a las artes y estrategias pesqueras de la cooperativa de pescadores, que combinan la pesca de carpa y charal, el uso de redes de arrastre y de luz de malla estrecha (menores de 4") con captura incidental de juveniles y daño a las zonas de reproducción y protección de las especies, así como a la baja de la actividad de los pescadores activos en vista de los menores rendimientos económicos.
- Una característica relevante de la comunidad de pescadores es su carácter indígena y marginado, con baja escolaridad y capacitación técnica para la realización de buenas prácticas pesqueras, así como el bajo nivel de ingresos, que limita la capacidad de refacción de las artes de pesca y presiona a la comunidad a buscar otras opciones productivas.
- Destaca la falta de regulación a través de los respectivos permisos de pesca, relacionada con la pérdida de seguimiento que han dado los cooperativistas, en parte por cuestiones económicas y en parte por el desconocimiento generado en sus limitaciones comunicativas (analfabetismo).

- Finalmente, destaca la buena disposición que presentan todos y cada uno de los miembros de la cooperativa para poder regularizarse (obtención de permisos y licencias), capacitarse, y asumir prácticas de protección al recurso natural y pesquero.

10.- RECOMENDACIONES

- A fin de dar seguimiento a las condiciones físico-químicas del embalse, se sugiere establecer un sistema de información que considere muestreos representativos tanto de agua como de ejemplares animales a lo largo de un ciclo anual cubriendo al menos lluvias y secas con dos muestreos; de esta manera se podrán discriminar situaciones que pudiesen afectar a los organismos que viven en la presa, específicamente condiciones ambientales adversas y disponibilidad de nutrientes. Es pertinente incluir estudios de plancton, para determinar la época de mayor disponibilidad de alimento y de esta manera programar la resiembra de alevines cuando las condiciones biológicas y ambientales sean las óptimas.
- Se recomienda que se sigan considerando como especies autorizadas para su aprovechamiento la carpa, la tilapia y el charal, las cuales se han venido aprovechando por los pescadores, en virtud de que no se trata de especies protegidas, sino introducidas para su explotación. En el embalse no se detectó la explotación de ninguna especie nativa susceptible de afectación o protegida por peligro de extinción.
- Considerando las estimaciones de rendimiento máximo sostenible se recomienda que el esfuerzo pesquero en términos de pescadores no se aumente, y en términos de redes se mantengan activas solo aquellas que cumplan la normatividad oficial.
- Se recomienda como talla mínima de captura de la carpa y la tilapia 23 cm, a fin de permitir que alcancen la talla primera madurez sexual de los organismos.

- Se recomienda continúe el uso de las redes agalleras con luz de malla de 4 a 41/2 pulgadas y las atarrayas.
- Se recomienda el abandono del uso de redes de arrastre, ya que ocasionan daños a los fondos, afectando los sitios de anidación y protección de las crías.
- Se sugiere implementar un plan de siembra y repoblamiento que considere las mejores condiciones ambientales, una adecuada adaptación de los organismos a las condiciones locales, desarrollo de áreas de protección de las crías, el manejo de los desfuegos de la presa y el establecimiento de vedas. Considerando que la actividad reproductiva de la carpa y la tilapia se presenta en los meses más cálidos del año, y que las mejores condiciones de crecimiento de las crías se dan también en la temporada de calor, se propone como época de siembra los meses abril a septiembre.
- Se propone como zona de refugio para el crecimiento y reproducción de los peces, el cuadrante norte del embalse, caracterizado por la vegetación sumergida que sirve de refugio a los peces.
- Se propuesta como una posible época de veda los meses posteriores a la siembra, es decir, de octubre a febrero.
- El embalse no presenta condiciones adecuadas para la actividad de pesca deportiva, en virtud de que se ubica en una cuenca considerada reserva natural protegida, lo cual restringe dicha actividad. Asimismo, tanto la actividad de lanchas con motores como la introducción de especies predatoras como la lobina, afectarían fuertemente la sustentabilidad de la actividad pesquera.
- Siguiendo los patrones de consumo doméstico en la presa y en distintos embalses, se sugiere una cuota de captura para las actividades de pesca de consumo doméstico de 5 a 6 kg diarios por pescador.

- Es indispensable dar seguimiento y capacitación a los miembros de la cooperativa para regularizar su situación en términos legales (permisos, artes, informes y reportes), así como para realizar una transferencia de conocimientos, tecnología y formas organizacionales que favorezcan un aprovechamiento sustentable en la actividad pesquera.
- Sería pertinente aprovechar la buena disposición generada entre de la comunidad de pescadores para impulsar los procesos de capacitación y regularización durante los próximos meses.

11.- BIBLIOGRAFÍA

Acaxochitlán (2006). *Plan municipal de desarrollo 2006-2009*.

Boyd C. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture*. Auburn University, Alabama 482 pp.

Carlson R. (1977). “A trophic state index for lakes”. En *Limnology and Oceanography*. Vol. 22, No. 2, pp. 361-369.

Carta Nacional Pesquera 2002, citando Comisión Nacional del Agua, 2001.

Castro, Fortino. (2006) “Vestigios de la época precolombina con el colorido y sabor de la cultura popular”.

Centro Regional de Investigación Pesquera-Pátzcuaro del Instituto Nacional de Pesca-SAGARPA. (2002) “Evaluación de las poblaciones de peces en el lago de Pátzcuaro”, en <http://tariacuri.crefal.edu.mx/sigapatz/estudios/aportes/peces.html>.

CNA (2005). *Estadísticas del Agua*. SEMARNAT.

- Compañía de Luz y Fuerza del Centro, s.f. (aprox. 2000) *Sistema Hidroeléctrico Necaxa*.
- Compañía de Luz y Fuerza del Centro, (2007). *Registro de precipitación, nivel del espejo de agua y volumen acumulado del vaso Laguna (Tejocotal), años 2006 y 2007*. Sistema Hidroeléctrico Necaxa, Supervisión Hidráulica 9 de noviembre 2007.
- De la Lanza, G. (1998) “Aspectos fisicoquímicos que determina la calidad del agua” En: Martínez, L. (compilador). *Ecología de los sistemas acuícolas*. México AGT Editores. p.1-26.
- De la Lanza, G. y Hernández, S. (1998) “Nutrientes y productividad en sistemas acuícolas” en Martínez, L. (compilador). *Ecología de los sistemas acuícolas*. México AGT Editores. pp. 27-65.
- Dettmer, Jorge y Angélica Reyna. (2007) “Seguimiento hemerográfico del municipio de Acaxochitlán, 2007”.
- Dettmer, Jorge y Angélica Reyna (2007) “Capital social y redes de productores en la actividad pesquera y acuicultura: cuestionario”.
- Diario Oficial de la Federación (1993). Norma Oficial Mexicana NOM-027-SSA1-1993, Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.
- Diario Oficial de la Federación (1996). NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. 18 de enero de 1996.
- Diario Oficial de la Federación (2003). NOM-001-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. 23 de agosto del 2003.
- Diario Oficial de la Federación (2004). Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera y su Anexo. Segunda Sección. 15 de marzo 2004.
- Municipio de Acaxochitlán (2007). “Documento del Municipio de Acaxochitlán”
- Gobierno del estado de Hidalgo. (2005). *Plan estatal de Desarrollo 2005-2011 parte II*. (documento www) Recuperado: <http://intranet.e-hidalgo.gob.mx/normateca/Index.taf>

- Gobierno del Estado de Hidalgo (2006). *La región y sus hablantes indígenas*. 2006.
- Gobierno del Estado de Hidalgo (2007) Página web www.hidalgo.gob.mx
- Guzmán, M. C., M. A. Bistoni, L. M. Tamagnini y R. D. González (2004). “Recovery of *Escherichia coli* in fresh water fish, *Jenynsia multidentata* and *Bryconamericus iheringi*.” *Water Research* 38, 2004, pp. 2368-2374.
- INEGI (1992) *XI Censo General de Población y Vivienda 1990*, México.
- INEGI, Gobierno del Estado de Hidalgo y H. Ayuntamiento Constitucional de Acaxochitlán. (1996). *Cuaderno Estadístico Municipal de Acaxochitlán, Estado de Hidalgo, 1996*, México.
- INEGI (1997). *Cuaderno Estadístico Municipal Acaxochitlán, Estado de Hidalgo, 1997*, México.
- INEGI (2000). *Integración Territorial, 2000*, México.
- INEGI (2001). *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*, México.
- INEGI (2001). *Huauchinango. Carta topográfica 1:50 000 F14D83*, México.
- INEGI y Gobierno del Estado de Hidalgo (2001). *Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo, 2000*, México.
- INEGI (2005). *Marco Geoestadístico Municipal 2005*, México.
- INEGI (2005) *II Conteo de Población y Vivienda, 2005*, México.
- INEGI (2006). *Hidalgo. Regiones y Cuencas Hidrológicas*, México.
- INEGI (2007). *Anuario Estadístico de Hidalgo 2006*. México.
- INEGI (2007). *Sistema IRIS. Altimetría: curvas de nivel cada 100 msnm*, México.
- INEGI (2007). *Sistema IRIS. Hidrología*, México.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. *Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de Hidalgo, 2005*.
- Lampert y Sommer (1997). *Limnoecology: the ecology of lakes and streams*. Oxford Univ. Press, USA. 382 pp.

- Municipio de Acaxochitlán (2007) Página web www.acaxochitlan.gob.mx
- Nemerow, N. (1995). *Stream, lake, estuary and ocean pollution*. 2a Ed. Environmental Engineering Series Van Nostrand Reinhold, New York, pp.53-54, 78-92 y 142-147.
- Nürnberg G. (1996). “Trophic state of clear and colored, soft and hard water lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish”, en *Lakes and Reservoirs Management*, No. 12, pp. 432-447.
- Nürnberg G. (2001). “Eutrophication and Trophic State”, en *Lakeline*, a publication of the North American Lake Management Society, Vol. 21, No. 2, pp.29-33.
- PROFEPA. Página web, www.profepa.gob.mx, México.
- Papagiannis, I., I. Kagalou, J. Leonardos, D. Petridis y V. Kalfakakou (2004). “Copper and Zinc in four freshwater fish species from Lake Pamvotis (Greece)”, en *Environment International* 30, :pp. 357-362.
- Presidencia de la República.(2007) Nota de prensa “Nuevo tramo carretero Pachuca-Tulancingo”, página web de Presidencia, México.
- Presidencia de la República (2004) Nota de prensa “Centenario del Sistema Necaxa”, página web de Presidencia, México.
- Ramos R., Sepúlveda R. y Villalobos F. (2003). *El agua en el medio ambiente muestreo y análisis*. Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Plaza y Valdez editores, México.
- Reyna Bernal, Angélica (2006)“Migración y empleo en los municipios de Hidalgo, 1990-2000”, en Ortiz Lazcano (comp.) *Viejos y nuevos problemas demográficos*, UAEH, Hidalgo, México.
- Rodier, J. (1990). *Análisis de las aguas, aguas naturales, aguas residuales y de mar*. 7 Ed. Omega, España, pp. 803-906.
- SAGARPA (2002). *Carta Nacional Pesquera 2002*, México.
- SAGARPA (2004). *Carta Nacional Pesquera 2004*, México.

- Secretaría de Agricultura del Estado de Hidalgo-SAGARPA (2007). *Carta Acuícola y Pesquera de Hidalgo. Principales especies Acuícolas y Pesqueras en el Estado de Hidalgo. Fichas técnicas*. Hidalgo, 2007.
- Secretaría de Economía (2007). documento <http://faolex.fao.org/docs/texts/mex52021.doc>.
- Smith V., Tilman G. y Nekola J. (1999). “Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems”, en *Environmental Pollution* 100, pp.179-196.
- Sparre, Per y Venema, Siebren C. (1997). *Introducción a la evaluación de recursos tropicales. Parte 1. Manual*. FAO.
- Sparre, Per y Venema, Siebren C. (1997). *Introducción a la evaluación de recursos tropicales. Parte 2. Ejercicios*. FAO.
- Turismo del Estado de Hidalgo (2007) Página web www.hidalguia.com.mx, mayo 2005.
- Universidad Autónoma de Chapingo (s/f) *Estudio de ordenamiento ecológico territorial de las Cuencas Hidrológicas de los Ríos Necaxa y Laxaxalpan*, s.f., INE - SEMARNAT, México.
- Wagner K. (2001) “Limnology: The Science Behind Lake Management”, en *Lakeline* a publication of the North American Lake Management Society, Vol. 21, No. 1, pp. 24-26.
- Wetzel, R. (1981). *Limnología*. Ediciones Omega, Barcelona, España.
- Wikipedia, la Enciclopedia libre (2007) “Río Necaxa”.

ATENTAMENTE

Dra. Angélica E. Reyna Bernal
Coordinadora Técnica del estudio

Recuadro de validación.

Revisó	Vo. Bo	
<hr/> <p>Biol. Juan Silvestre Lechuga Peña Director de Desarrollo Pesquero SAyDR. Gobierno del Estado de Hidalgo</p>	<hr/> <p>Biol. Jorge Valdivieso Rodríguez. Subdelegado de Pesca de la SAGARPA en el Estado de Hidalgo</p>	<hr/> <p>Biol. Hugo Ramírez Rivera. Director General de Desarrollo Forestal y Pesquero, SAyDR. Gobierno del Estado de Hidalgo.</p>