

## **INFORME FINAL**

# **ESTUDIO BIOLÓGICO-PESQUERO, SOCIOECONÓMICO Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL EMBALSE DE LA PRESA REQUENA, MUNICIPIO DE TEPEJI DEL RÍO DE OCAMPO**

**Biól. Julio Cesar González Laurrabaquio**

**M. en C. Mario Alejandro Gómez Ponce**

# **ESTUDIO BIOLÓGICO-PESQUERO, SOCIOECONÓMICO Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL EMBALSE DE LA PRESA REQUENA, MUNICIPIO DE TEPEJI DEL RÍO DE OCAMPO.**

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

### **A) ANTECEDENTES.**

La Presa Requena es el embalse más antiguo del país; su construcción data de 1919, está destinada al almacenamiento y control de avenidas que posteriormente son utilizadas en el riego (CNA, 2001).

El primer informe de un estudio biológico que se tiene de la actividad pesquera del embalse data de 1978 (Moncayo y Hernández, 1978), los autores mencionan que esta actividad la realizaban grupos conformados de 2 a 6 personas, estos grupos en su totalidad formaban 30 personas aproximadamente, quienes realizaban la pesca de charal, juil y carpa; preparaban los productos para su venta y traslado a lugares de comercialización. Además de las personas anteriormente mencionadas, existían algunas personas dedicadas a la captura del mosco en verano y a la captura de pato durante el invierno (Salazar, 1981).

La presa cuenta con una Sociedad de Solidaridad Social “Producción Pesquera Pescadores Unidos de la Presa Requena 20 Arcos”, la cual agrupa a 40 socios, los cuales se dedican principalmente a la extracción de carpa, tilapia y charal. La tilapia fue introducida en los años 90’s.

### **B) OBJETIVOS.**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio biológico-pesquero, socioeconómico y elaboración del plan de manejo del embalse, 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.

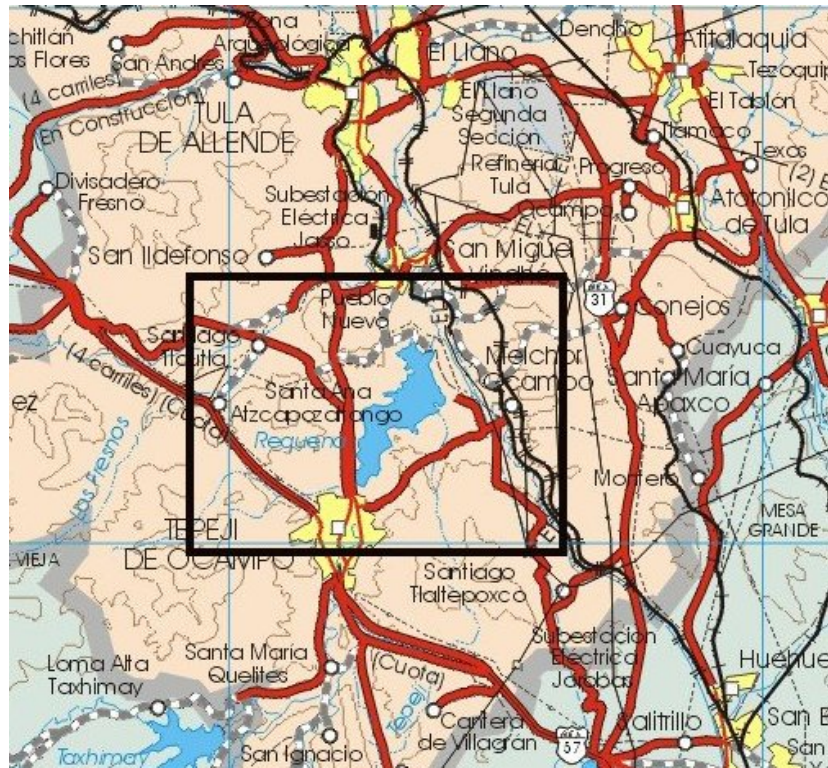
## OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar 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 Requena (Rendimiento máximo sostenible)
- Determinar los criterios de regulación de las actividades pesquera y el buen aprovechamiento de su recurso.
- Elaboración de un diagnóstico físicoquímico y biológico del embalse, para implementar programas de acuicultura (jaulas).
- Análisis socioeconómico de la población circundante al embalse, para determinar las potencialidades de la zona en materia turística.
- Análisis de mercado, para establecer criterios de comercialización y apertura de nuevas zonas de venta de productos pesqueros con valor agregado.
- Elaborar el Plan de Manejo de la Presa.

## 2.- ÁREA DE ESTUDIO.

### A) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DEMARCACIONES POLÍTICAS.

La Presa Requena se sitúa en el estado de Hidalgo, aproximadamente a 60 Km al noroeste de la ciudad de México, a 6 Km aguas debajo de la población de Tepeji del Río, colindando con tres municipios de este mismo estado, al noreste con Atotonilco de Tula, al sur con Tepeji del Río de Ocampo y al noroeste con Tula de Allende (Figura 1-1). Sus coordenadas geográficas son 19° 51' 49" de latitud Norte y 99° 18' 44" de longitud oeste, a una altitud aproximada de 2110 msnm (SARH, 1971).



**Figura 1-1.- Área de estudio,**

## B) FISIOGRAFÍA.

El área de estudio forma parte de la cordillera Neovolcánica, se encuentra dentro de la zona presísmica de México y la traza de la falla continental Zapopan-Acambay-Oxochoacán.

## C) HIDROGRAFÍA.

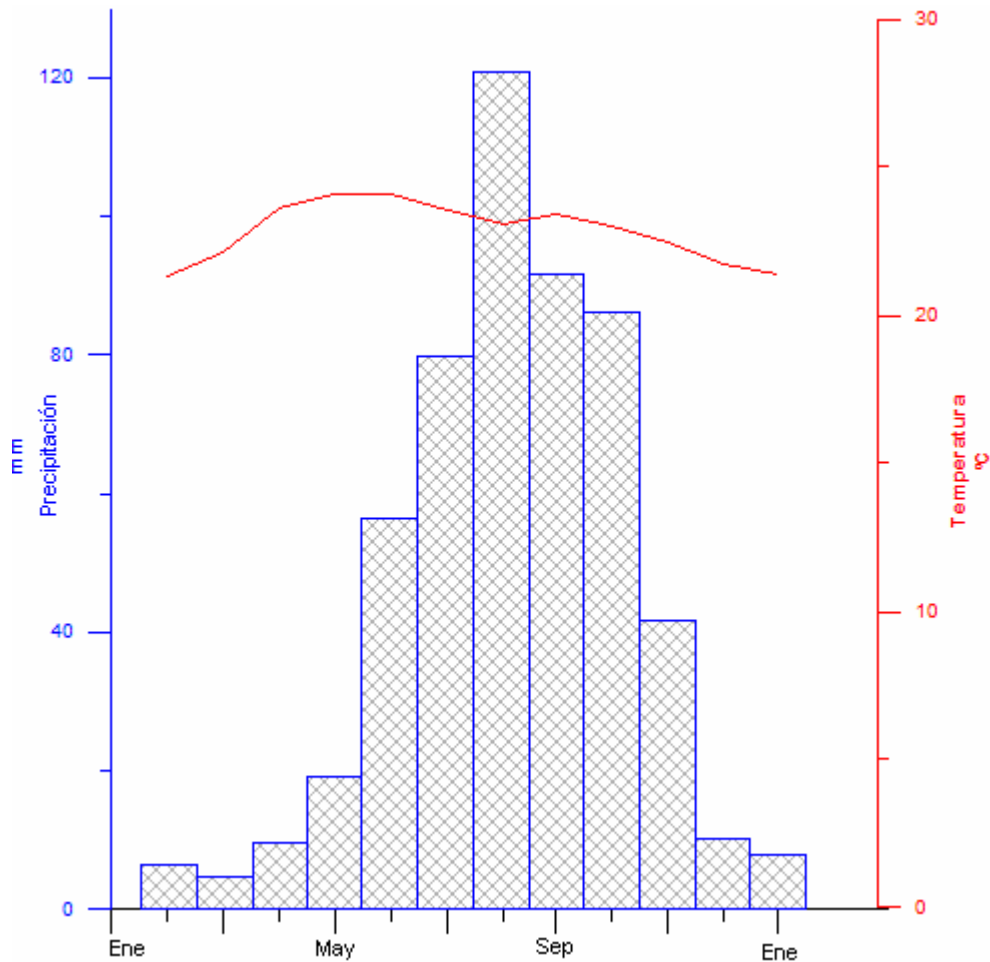
La presa Requesena capta por el sur la aguas del río Tepeji, que trae los escurrimientos de la presa Taxhimay, además de las descargas de aguas residuales del municipio de Tepeji del Río y de la actividad industrial del mismo que recaen en la parte oeste; recibe a su vez, por el sureste, los escurrimientos de cinco pequeños manatales (Chong, 1989). Por el lado noreste se tiene conocimiento de que el Canal de El Salto, vertía aguas residuales de la ciudad de México, este canal fue suspendido en 1985 (Díaz, 1986). A través de la cortina se va regulando la cantidad de agua que sale de la presa y que va a formar el llamado río Tula.

De acuerdo con Tamayo (1955), esta presa se localiza en el punto de colindancia de las cuencas de México y del río Pánuco. Se localiza en la cuenca del río Tula, que junto con las cuencas de los ríos San Juan y Tula forman parte de la región hidrológica No. 26 (RH26) del Alto Pánuco.

#### D) CLIMA E INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.

El grupo de climas al cual pertenece el vaso de la presa Requena es el denominado “B”, el cual corresponde a los climas secos. Se distribuye por debajo de los 2400 msnm en terrenos levemente ondulados o planos. Este grupo climático presenta el siguiente tipo y subtipo climáticos los cuales están presentes en el área de estudio.

En el área de estudio se presenta el siguiente clima **BS<sub>1</sub>(h')w(w)ig**. Esto pertenece a un clima Seco, Semiárido, Cálido con régimen de lluvias de verano, un porcentaje de precipitación invernal menor al 4%, presenta oscilación térmica variante isotermal así como una marcha anual de temperatura del tipo Ganges. Su temperatura media anual es de 22.8167 °C y presenta la temperatura mínima en el mes de Enero con 21.3 °C y una máxima de 24.1 °C en Abril y Mayo; hay una oscilación térmica anual del orden de 2.8 °C, lo cual nos indica que es isotermal. La precipitación total anual es de 534.3 mm con máxima en Julio con 120.8 mm y mínima en Febrero con 4.6 mm. Su porcentaje de lluvia invernal es de 3.8742% (Figura 1-2).



**Figura 1-2.- Climograma de Köppen para la presa Requena.**

Dadas las condiciones climatológicas antes mencionadas se presentan en el área de estudio varias asociaciones vegetales dominantes como:

- La selva baja espinosa caducifolia
- El matorral espinoso
- Asociación de magueyes
- Asociación de yucas
- Asociación de nopales
- Pastizales

La selva baja espinosa caducifolia se caracteriza por la presencia del mezquite (*Cerdium* spp). El matorral espinoso, la principal asociación es el Huizachal (*Acacia* spp) y otras leguminosas compuestas del mismo género, los cuales forman pastizales extensos, están asociadas diversas especies de magueyes (*Agave* spp), normalmente se encuentran intercalados con otro tipo de asociaciones vegetales (selva baja espinosa caducifolia,

matorral espinoso, etc), algunas especies pueden invadir suelos rocosos y ser dominantes. La asociación de yucas (*Yucca spp*), ocupa los suelos someros en transición a climas desérticos. La asociación de nopales (*Opuntia spp*), son en la mayor parte naturaleza secundaria, cubren grandes extensiones. El pastizal, es una asociación de gramíneas de diversos géneros muy útiles para el pastoreo, pueden ser primarios o secundarios.

Durante las heladas se presenta el factor de cambio climático mayor en el área de estudio. Se presentan con mayor frecuencia de Noviembre a Febrero, con desplomes de temperatura.

La tilapia es una especie pelágica (superficial) que durante el periodo estival vive en profundidades no mayores a 7 m. Con el descenso de las temperaturas otoñales y de invierno, en particular con las heladas, desciende por debajo de los 7 m donde las temperaturas son más altas, de esta manera escapa al alcance de algunas redes de pesca. La carpa por el contrario, siendo un organismo de hábitos bentónicos (de fondo) tiende a permanecer en el, alimentándose de la materia orgánica que se deposita en el fondo, por lo cual llega a escaparse de algunas redes de pesca lo que permite alcanzar grandes tamaños.

### 3.- ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS GENERALES.

Los resultados que se presentan a continuación se obtuvieron de encuestas realizadas en campo, estudios previos realizados en la presa, de la enciclopedia de los municipios de México y de los datos manejados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

#### 3.1.- COMUNIDADES RIBEREÑAS.

En este apartado se describe de manera general algunos aspectos socioeconómicos de los municipios que colindan con la presa Requena que son: Tepeji del Río de Ocampo, Tula de Allende y Atotonilco de Tula (Figura 3-1).



**Figura 3-1.- Mapa de la ubicación de la presa Requeña y municipios aledaños.**

En la descripción de cada municipio se incluyen: características generales, población, vivienda, vías y medios de comunicación, principales actividades productivas, servicios de salud y educación.

#### A) TEPEJI DEL RÍO DE OCAMPO.

##### A1.-CARACTERÍSTICAS GENERALES

Es denominado desde el 24 de Junio de 1976. Por toponimia Tepeji del Río (tepexic): “Tepeji” cuyo significado es “en los peñascos” o “despeñadero”; del Río en alusión a su ubicación en las orillas del río del mismo nombre.

Sus coordenadas geográficas son 19° 54’ 14’’ de latitud Norte y 99° 20’ 29’’ de longitud Oeste, se encuentra a 2150 msnm, ubicado a 98 km de la capital del estado. El municipio colinda al norte con el estado de México, con los municipios de Tula de Allende y Atotonilco de Tula, al sur y el oeste con el estado de México.



Este municipio tiene una extensión de 393.4 km<sup>2</sup>, comprende 47 localidades y representa el 1.87% de la superficie del estado, se localiza en la provincia del eje neovolcánico, formado por lomeríos 55%, sierra 40% y valles 5%. La temperatura promedio anual es de 15.8 °C, en cuanto a la precipitación se registra un valor de 700 mm al año, siendo junio y julio los meses de mayor precipitación y los de diciembre y febrero de menor precipitación.

#### A.2.- POBLACIÓN

La población del municipio de Tepeji del Río es de 67,858 habitantes, de los cuales 33,449 son hombres y 34,409 son mujeres. Por otra parte, el porcentaje de población de 5 años y más que habla lengua indígena es del 5.8%, con respecto de la población total. Las lenguas indígenas que se hablan son el Otomí y Náhuatl.

La religión que más se practica es la católica con 56,038 practicantes que representan el 94%, mientras que el 6% restante corresponde a otras, principalmente evangélicas.

#### A.3.- VIVIENDA

En relación a la vivienda, registra un total de 15,048 viviendas con 67,567 ocupantes, teniendo un promedio de 4.49 hab/vivienda. La construcción de las viviendas en Tepeji están hechas con materiales como: ladrillo, tabique y block, los techos son principalmente de losa de concreto.

Tepeji cuenta con agua potable, con 8 sistemas que abastecen 10,640 tomas domiciliarias y 23 localidades cuentan con red de distribución que cubre un 87%. Hay 15,046 tomas de energía eléctrica instaladas, el servicio es otorgado por la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, cubriendo un 95% de la demanda. En cuanto a drenaje y alcantarillado, se cuentan con 10 sistemas y cuerpos receptores, que brindan el servicio a 10 localidades, con una cobertura del 43%.

#### A.4.- VÍAS Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Tepeji cuenta con 25,140 km de carretera, de los cuales 22,000 km pertenecen al troncal federal y 3,140 km de carreteras estatales, lo anterior permite al municipio tener conexión con las principales ciudades de la región y con la ciudad de México.

En lo referente a los medios de comunicación, se cuenta con líneas interurbanas de transporte, líneas telefónicas, telégrafo, correos y comunicación satelital.

#### A.5.- PRINCIPALES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

Pese a que el municipio no tiene gran actividad agrícola, se cultiva maíz y frijol a las orillas de la presa Requena.

El registro ganadero asciende a: 15,348 cabezas de bovinos, 6,180 de ganado porcino, 6,900 de ovino, 1,990 de ganado caprino, 445,550 aves, 2,990 guajolotes y 130 colmenas.

El municipio es un importante centro industrial, cuenta con 15 microindustrias, 2 industrias pequeñas, 15 medianas y 2 correspondientes a la categoría de gran industria. La principal producción de estas industrias son alimentos y bebidas, pero principalmente textiles, construcción, maquilas y material de acero.

Tepeji cuenta con 1 mercado municipal, 6 tiendas rurales, 1 tienda de institución pública y 3 tianguis, en el municipio se realiza un gran movimiento en materia comercial.

En el municipio la población económicamente activa asciende a 24,205 habitantes de las cuales 418 se encuentran desocupadas y 23,787 ocupadas en los siguientes sectores: primario 2,204 (9.3%), secundario 13,620 (57.3%), terciario 7,963 (33.5%).

## A.6.- SERVICIOS DE SALUD

En lo referente a servicios de salud el municipio cuenta con una amplia cobertura, la población es atendida por una unidad del IMSS, una unidad del ISSSTE, dos IMSS-SOL y cinco unidades médicas pertenecientes a la SSAH, además de registra siete auxiliares de salud.

## A.7.- CENTROS DE EDUCACIÓN Y/O CAPACITACIÓN

En materia de educación la infraestructura es amplia, se registran 35 escuelas de nivel preescolar, 48 primarias y 16 secundarias, sin embargo sólo existen 4 de nivel medio superior y a nivel profesional se cuenta con dos.

## B) TULA DE ALLENDE

### B.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Su categoría municipal la adquirió el 26 de Septiembre de 1871, su nombre deriva de las raíces náhuatl Tollan “junto al tular” ó “cerca del Tular”.

Se ubica en la región del Valle del Mezquital, sus coordenadas geográficas son 20° 03' de latitud Norte y 99° 21' de longitud Oeste, se encuentra a 2020 msnm, colinda al norte con Tepetitlán y Tlahuelilpan, al sur con Tepeji de Ocampo, al este con Atotonilco, Atitalaquia y Tlaxcoapan y al oeste con el Estado de México.

Tiene una superficie de 305.8 km<sup>2</sup> que comprende 64 localidades, en su mayor parte es semiplano, las barrancas se localizan en la cuenca del río Rosas de aguas limpias donde nacen en los manantiales de San Francisco en el Estado de México. Las montañas se ubican al occidente de la ciudad.

Tula tiene un clima templado y frío, registrando una temperatura media anual de 17.6 °C y una precipitación de 700 mm por año, su periodo de lluvias es de mayo a

septiembre. En el uso de suelo el primer lugar lo ocupan los agostaderos, en segundo lugar el agrícola y por último otros usos. En la tenencia de la tierra el 94.4%, le sigue con el 3.2% la comunal y por último 2.4% de la pequeña propiedad.

## B.2.- POBLACIÓN

La población del municipio de Tula es de 86,842 habitantes, de la cual 42,306 son hombres y 44,534 son mujeres. Por otra parte, el porcentaje de población de 5 años y más que habla lengua indígena es del 0.7%, con respecto a la población total, las lenguas indígenas que se hablan son el Náhuatl y el Otomí.

La religión que más se practica es la católica con 70,661 practicantes que representan el 91%, mientras que el 9% restante corresponde a otras, principalmente evangélicas.

## B.3.- VIVIENDA

Tula cuenta con: agua potable, drenaje, alcantarillado, pavimentación, electrificación, alumbrado público, parque público, unidad deportiva, auditorio, panteón, mercado y rastro. En general el municipio tiene poca marginación.

## B.4.- VÍAS Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Tula cuenta con la siguiente infraestructura de superficie carretera federal 5 km, de carretera estatal 40.1 km, de camino rural de terracería 18.6 km, 40 km de red ferroviaria, cuenta con una central camionera, paradero de autobuses, líneas interurbanas.

Respecto de los medios de comunicación, el municipio cuenta con una extensa red telefónica, el servicio de telégrafos es el más antiguo, data de más de un siglo. A partir de la última década Tula cuenta con radiodifusoras. Cuenta con correo postal, repetidora de televisión, transporte urbano y rural.

## B.5.- PRINCIPALES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

Se produce maíz (6,020 ha), frijol (822 ha), avena con 158 ha, trigo 46 ha, calabaza 95 ha, tomate 10 ha, chile 37 ha y algunos cultivos de alfalfa. En el aspecto de la fruticultura se produce nopal, tuna, durazno y aguacate.

La población ganadera es de: 15,700 cabezas de ganado bovino, 6,400 de ganado porcino, 13,250 de ganado ovino y 7,100 cabezas de ganado caprino. 155,800 aves de postura – engorda, 1,450 pavos y 300 colmenas.

En Tula existen industrias extractivas, de la transformación, construcción y maquiladoras, entre las industrias más importantes destacan: la termodinámica Francisco Pérez Ríos y la Refinería de Petróleos Mexicanos Miguel Hidalgo, la Tula, la Fábrica Cementera Cruz Azul y Tolteca.

Se cuenta con 1 mercado municipal, tianguis, tiendas rurales, campesinas y urbanas, central de abasto, rastro, tiendas departamentales y de autoservicio, además de 12 tiendas DICONSA distribuidas en el perímetro del municipio.

En el municipio la población económicamente activa asciende a 29,635 hab, de los cuales, 446 se encuentran desocupados y 29,635 ocupados en los siguientes sectores: primario 2,203 (7.5%), secundario 11,634 (39.9%), terciario 15,352 (52.6%).

## B.6.- SERVICIOS DE SALUD

En lo referente a servicios de salud el municipio cuenta con una amplia cobertura, la población es atendida por: 1 Hospital regional, 18 unidades de centro de salud, consultorios rurales y 2 unidades médicas del IMSS, 1 unidad del ISSSTE, 5 clínicas de PEMEX y clínicas particulares; además cuenta con 10 casas de salud.

## B.7.- CENTROS DE EDUCACIÓN Y/O CAPACITACIÓN

En materia de educación la infraestructura es amplia, se registran 54 escuelas de nivel preescolar, 58 primarias y 25 secundarias, 10 escuelas de nivel bachillerato y la universidad Tecnológica Tula-Tepeji. Atendiendo a una población de 26,205 alumnos.

### C) ATOTONILCO DE TULA

#### C.1.-CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominado así desde 1869, por toponimia deriva de las raíces Nahuas: atl, “agua” totonqui “caliente” y co “en o dentro” que unido significa “Lugar en donde el agua hierve”.

Sus coordenadas geográficas son 20° 01´ y 20° 02´ de latitud Norte, se encuentra a 2080 msnm. El municipio colinda al norte con el municipio de Atitalaqua y Ajacuba, al sur con el estado de México; al oeste con el municipio de Tula de Allende y Tepeji del Río.

Tiene una extensión de 31 km<sup>2</sup>, comprende 20 localidades y representa el 0.15% de la superficie del estado, se localiza dentro del Valle del Mezquital, se caracteriza por ser un territorio del altiplano, formado por lomeríos en 60%, sierra en 10% y llanuras en 30%.

#### C.2.- POBLACIÓN

La población del municipio de Atotonilco de Tula es de 26,500 habitantes, de los cuales 93 personas hablan lengua indígena

La religión que más se practica es la católica con 20,228 practicantes, lo que representa el 95%, mientras que el 5% restante corresponde a otras religiones.

#### C.3.- VIVIENDA

En el 2005, el municipio contaba con un total de 6,147 viviendas de las cuales 5,915

son particulares. Atotonilco cuenta con los siguientes servicios: electrificación, agua potable en la mayoría de las localidades y en la cabecera con drenaje, servicio telefónico, pavimentación y parque público.

#### C.4.- VÍAS Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN

El municipio de Atotonilco está comunicado por carreteras como la de Refugio Atotonilco la cual se conecta con Apaxco y Zumpango en el Estado de México, hacia el norte con Atitalaquia, además cuenta con diversas carreteras de terracería que comunican a la mayoría de sus comunidades.

Cuenta con: ferrocarril para carga principalmente, la ruta de pasajeros México-Querétaro-Torreón, el transporte de diferentes líneas de autobuses, taxi y teléfono sólo en la cabecera municipal, hasta el municipio llegan las señales de radio del Distrito Federal, recepción de canales de televisión, periódico, revistas y telégrafo.

#### C.5.- PRINCIPALES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.

Se cultiva principalmente: Maíz, frijol, cebada, trigo nabo, avena, chile verde y calabacita.

En el municipio de Atotonilco se crían aves para carne y huevo, con un total de 15,280 aves, 9,500 cabezas de ganado ovino, 6,894 cabezas de ganado bovino, 1,678 de ganado porcino, 1,500 de caprino, 2,050 guajolotes y 58 colmenas.

El municipio cuenta con tiendas rurales, urbanas, tianguis semanal, tiendas campesinas, lechería Liconsa y tienda Diconsa.

En el municipio la población económicamente activa asciende a 8,151 habitantes de las cuales 192 se encuentran desocupadas y 7,959 ocupadas en los siguientes sectores: primario 483 (6.1%), secundario 3,940 (49.5%), terciario 3,536 (44.4%).

### C.6.- SERVICIOS DE SALUD

En lo referente a servicios se cuenta con 2 clínicas del IMSS, 4 clínicas de la Secretaría de Salud (SSA), ubicadas estratégicamente.

### C.7.- CENTROS DE EDUCACIÓN Y/O CAPACITACIÓN

La infraestructura educativa es la siguiente: 18 escuelas de nivel preescolar, 20 primarias, 8 secundarias y 1 bachillerato, además se cuenta con espacios para auxiliar a la población estudiantil como: bibliotecas, laboratorios y talleres.

### 3.2.- COMUNIDADES PRÓXIMAS AL EMBALSE

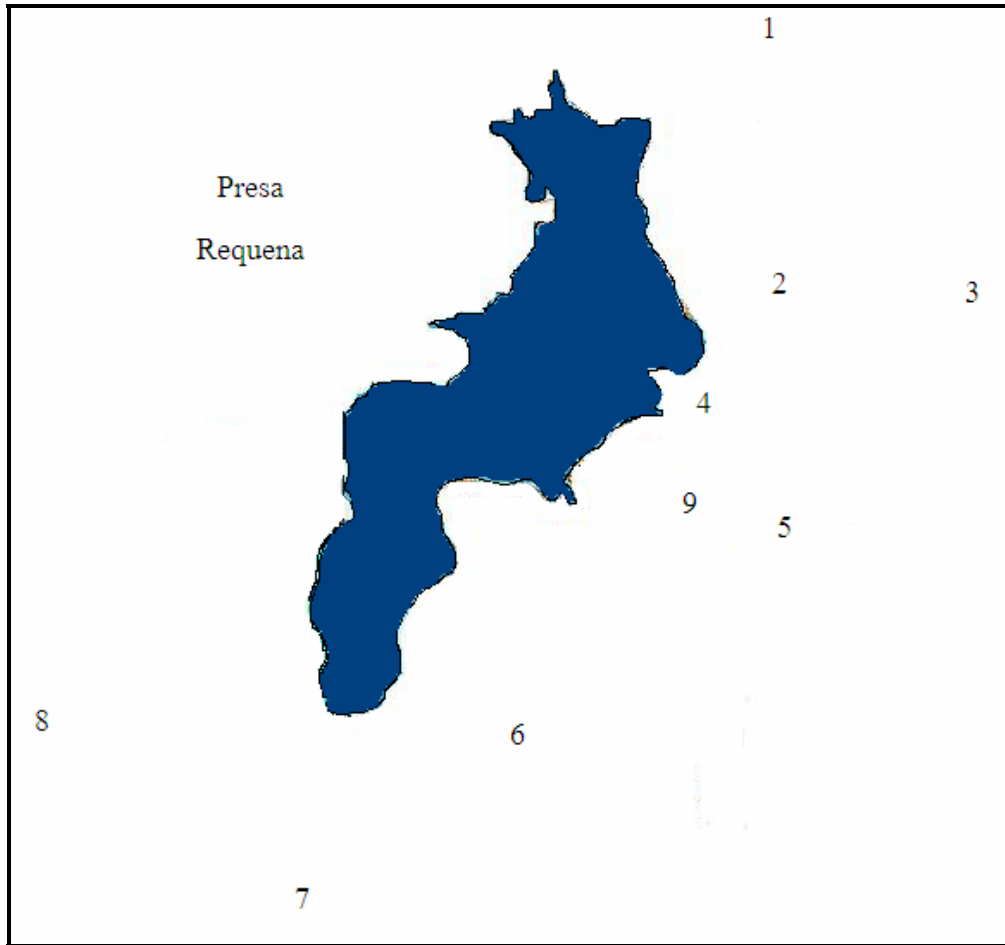
En la tabla 3-1 se reportan las poblaciones asociadas a la presa Requena, cabe destacar que los pescadores habitan en algunas de las poblaciones mencionadas. Por otra parte para poder caracterizar de manera general dichas comunidades se realizaron entrevistas a pescadores de la sociedad de solidaridad social “Producción Pesquera Pescadores Unidos de la Presa Requena 20 Arcos”.

Estos asentamientos humanos, corresponden a 3 municipios pertenecientes al estado de Hidalgo (Tabla 3-1 y Figura 3-2).

**Tabla 3-1.- Principales comunidades ribereñas asociadas a la presa Requena**

<b>MUNICIPIO</b>	<b>COMUNIDADES</b>	<b>LONGITUD (Grados, minutos y segundos)</b>	<b>LATITUD (Grados, minutos y segundos)</b>	<b>ALTITUD (msnm)</b>
<i>Atotonilco de Tula</i>	1 San José Acoculco	99 18 08	19 58 06	2130
	2 El Portal	99 17 52	19 56 55	2150
<i>Tepeji del Río de Ocampo</i>	3 Melchor Ocampo (El Salto)	99 17 06	19 56 55	2150
	4 Presa Escondida	99 18 35	19 55 56	2190
	5 Dos Peñas	99 18 13	19 55 44	2200
	6 Tinguistengo (La Romera)	99 19 28	19 54 48	2140
	7 San Mateo	99 19 46	19 53 32	2190
	8 Tepeji de Ocampo	99 20 50	19 55 16	2150
<i>Tula de Allende</i>	9 Ejido Acoculco (Dos Peñas)	99 18 02	19 56 03	2120





**Figura 3-2.-Mapa de la presa Requeña, señalando las comunidades ribereñas reportadas en la Tabla 3-1**

Las poblaciones próximas al embalse fueron caracterizadas a partir de los datos de las encuestas levantadas en campo; los resultados se muestran de manera sintética en la tabla 3-3, en donde se indica la presencia o ausencia de servicios básicos.

Es importante mencionar que de las 9 poblaciones en las cuales viven los pescadores, Tepeji de Ocampo (cabecera municipal), El Salto y La Romera son las únicas que cuentan con todos los servicios: Agua potable, energía eléctrica, calles y caminos, transporte, drenaje, servicios médicos, escuelas, teléfono y vigilancia.

**Tabla 3-2.- Características generales de la población de las comunidades ribereñas de la presa Requena.**

Municipio	Poblado	Pob. Total	Pob. Masc.	Pob. Fem.	Pob. 0-14 años	Pob. 15-59 años	Pob. 60 años y más	Hab. por vivienda	Viviendas sin agua potable
<i>Atotonilco de Tula</i>	San José Acoculco	461	214	247	175	263	23	4.43	12
	El Portal	85	44	41	31	48	6	4.47	6
<i>Tepeji del Río de Ocampo</i>	Melchor Ocampo (El Salto)	4179	2081	2098	1418	2496	265	4.33	112
	Presa Escondida	39	17	22	10	22	7	2.79	9
	Dos Peñas	80	40	40	32	44	4	4.21	5
	Tiangustengo (La Romera)	3909	1872	2037	1335	2346	228	4.38	137
	San Mateo	25	13	12	8	14	3	3.57	2
	Tepeji de Ocampo	32541	15669	16872	9704	20314	2523	4.05	442
<i>Tula de Allende</i>	Ejido Acoculco (Dos peñas)	123	58	65	48	65	10	4.24	24

Sin embargo de manera general podemos decir que:

#### I.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

En la tabla 3-1 se indican las coordenadas geográficas (longitud y latitud) de cada una de las comunidades ribereñas, así como su altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm). En cuanto al clima predominante en todas las comunidades, podemos afirmar que es el tipo Bs que corresponde al seco estepario, con lluvias en verano.

#### II.- POBLACIÓN

En cuanto a la población, los datos de población total, femenina y masculina de las diferentes comunidades ribereñas se muestran en la tabla 3-2, en la cual podemos observar claramente que existen un mayor número de mujeres, respecto al número de hombres, excepto en las comunidades de El Portal y San Mateo se reportan más hombres que mujeres y en Dos Peñas un 50% correspondiente a cada género.

#### III.- VIVIENDA.

La mayoría de las viviendas de las poblaciones aledañas a la presa Requena son de carácter propio y en la mayoría de los casos cedidas por los padres o por el ejido en algunos

casos, en cuanto a los materiales de construcción la mayoría son de tabique y techo de losa. En el caso de la población de la Presa Escondida, ha tenido un gran desarrollo en los últimos 5 años lo que se ve reflejado en el incremento del número de viviendas, muchas de las cuales son utilizadas como casas de campo por personas del Distrito Federal y Estado de México principalmente.

En todas las comunidades se cuenta con infraestructura eléctrica, permitiendo que todos los habitantes de las comunidades tengan acceso a este servicio. En cuanto al agua potable, la mayoría cuenta con este servicio de vital importancia para la salud humana, los datos del número de viviendas que no cuentan con el servicio se muestran en la tabla 3-3.

#### IV.- VIAS Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Todas las poblaciones ribereñas cuentan con carreteras y caminos rurales, que permiten el acceso a cada una de ellas, sin embargo el estado de estos es muy heterogéneo, ya que existen caminos empedrados y terracería por lo que su estado depende muchas veces de las condiciones ambientales, ya que en época de lluvias se dificulta el acceso a muchas de estas comunidades.

En cuanto a transporte, existe una amplia red que permite la comunicación hacia todas las comunidades y permite un pronto acceso a las cabeceras municipales.

**Tabla 3-3.- Servicios básicos con los que cuenta cada comunidad ribereña de la presa Requena.**

Municipio	Poblado	Energía Eléctrica	Agua potable	Gas	Calles y/o caminos	Transporte	Escuela	Servicios Médicos	Teléfono
<i>Atotonilco de Tula</i>	San José Acoculco	√	√	√	√	√	√	√	√
	El Portal	√	√	√	√	--	√	--	√
<i>Tepeji del Río de Ocampo</i>	Melchor Ocampo (El Salto)	√	√	√	√	√	√	√	√
	Presa Escondida	√	√	√	√	--	--	--	√
	Dos Peñas	--	--	√	√	√	√	--	√
	Tianguistengo (La Romera)	√	√	√	√	√	√	--	√
	San Mateo	√	√	√	√	√	√	--	√
	Tepeji de Ocampo	√	√	√	√	√	√	√	√
<i>Tula de Allende</i>	Ejido de Acoculco (Dos Peñas)	--	--	√	√	√	√	--	√

Los símbolos √ y -- indican presencia y ausencia del servicio en la comunidad, respectivamente

## V.- ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

En cuanto a las actividades productivas que se desarrollan en las poblaciones ribereñas de la presa Requena destaca en primer lugar la actividad industrial, la migración hacia las ciudades cercanas para desarrollar diversos trabajos en los sectores: primario, secundario y terciario, la actividad agrícola y finalmente la actividad pesquera.

En este sentido, es importante destacar que los pescadores tienen alternativas laborales a su alcance, sin embargo la mayoría depende exclusivamente de la actividad pesquera, actividad a la cual le dedican un promedio de 7 horas al día; el promedio de percepciones mensuales de acuerdo a los datos de las encuestas realizadas a los pescadores de la Sociedad Cooperativa “20 Arcos” es de 3500 pesos, con un ingreso mínimo de 2400 pesos y un máximo de 6000 pesos.

## VI.- SERVICIOS DE SALUD

La mayoría de las comunidades tienen acceso a los servicios de salud, pues como se menciono anteriormente se cuenta con una amplia red de transporte, por lo que no representa problema alguno el traslado hacia las cabeceras municipales de los municipios de Tepeji del Río de Ocampo, Tula de Allende ó Atotonilco de Tula, en los cuales se puede tener acceso a este servicio.

## VII.- CENTROS EDUCATIVOS

La mayoría de las comunidades ribereñas cuenta con acceso a los servicios escolares, ya que si bien no todas las poblaciones tienen escuelas, las distancias entre cada una de ellas y las cabeceras municipales ó otros poblados que cuenten con escuelas es corta por lo que se pueden trasladar con relativa facilidad para tener acceso a la educación.

## 4.- ASPECTOS BIOLÓGICOS Y LIMNOLÓGICOS DEL EMBALSE

### 4.1 PROGRAMAS ACUÍCOLAS Y DE REPOBLAMIENTO.

Los programas acuícolas de repoblamiento están al cargo de las autoridades de SAGARPA y la dirección de pesca del estado de Hidalgo, ya que los pescadores hacen solicitud vía estas autoridades y les son proporcionados organismos provenientes del centro

acuícola de Tezontepec de Aldama, los organismos donados por las autoridades son carpas. Mientras que para el caso de la tilapia, cuando se llega a dar algún tipo de repoblamiento, es vía compra de crías de los propios pescadores ya que no reciben ningún tipo de apoyo de las autoridades, argumentando de que no es zona de alta marginación, por lo tanto, no se les brinda ningún tipo de apoyo para la compra de crías. Cabe destacar que el gobierno del estado de Hidalgo coadyuva con los productores en el traslado, tanto en infraestructura como con el personal técnico necesario. El charal tiene una situación totalmente diferente ya que este se reproduce de forma natural.

#### 4.2.- CALIDAD DEL AGUA Y SUS EFECTOS SOBRE LA PESQUERÍA.

Para evaluar la calidad del agua en la presa Requena se procesaron los datos obtenidos a partir de muestreos hidrológicos en campo realizados en 2007.

Se estableció una red de 7 puntos de muestreo a lo largo del embalse, abarcando las diferentes zonas del reservorio (riparia, de transición y lacustre), estas fueron: Cortina (1), Fraccionamiento “Presa Escondida” (2), Centro (3), Granero (4), Cables (5), Caltex (6), y Río (7). El número entre paréntesis representa cada sitio, por fines prácticos en adelante se hará referencia a cada sitio de muestreo por su número. Las estaciones se muestran en el mapa de la figura 4-1 y en la tabla 4-1.

**Tabla 4-1.-Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.**

<b>Número de la estación</b>	<b>Nombre</b>	<b>Latitud Norte</b>	<b>Longitud Oeste</b>
1	Cortina	19°57'30"	99°18'45"
2	Fraccionamiento “Presa Escondida”	19°56'50"	99°18'35"
3	Centro	19°57'00"	99°18'50"
4	Granero	19°56'40"	99°19'00"
5	Cables	19°56'25"	99°19'30"
6	Caltex	19°55'45"	99°19'45"
7	Río	19°55'28"	99°19'45"



Figura 4-1.- Mapa de la presa Requena, mostrando los sitios de muestreo.

#### A) FISICOQUÍMICA Y NUTRIENTES.

Los datos fisicoquímicos se obtuvieron *In situ* mediante la inmersión de un equipo multisensor Hydrrolab Surveyor II previamente calibrado, registrando la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), el pH, Oxígeno Disuelto ( $\text{mg l}^{-1}$ ), Potencial Redox (mV) y Salinidad ( $\text{‰}$ ). También se registró la transparencia en cada uno de los sitios de muestreo.

Se colectó una muestra hidrológica subsuperficial (30 cm) por sitio de trabajo con una botella tipo Van Dorn. La colecta y fijación de muestras de agua para las determinaciones químicas se realizaron siguiendo los procedimientos de campo y laboratorio descritos en APHA (1992).

En laboratorio se realizaron pruebas químicas para obtener nutrimentos inorgánicos como: Nitrógeno amoniacal  $\text{N-NH}_3$  ( $\text{mg l}^{-1}$ ), Nitrógeno en forma de nitrato  $\text{N-NO}_3$  ( $\text{mg l}^{-1}$ ), Nitrógeno en forma de nitrito  $\text{N-NO}_2$  ( $\text{mg l}^{-1}$ ) y Ortofosfatos  $\text{P-PO}_4$  ( $\text{mg l}^{-1}$ ), que son las

especies químicas del nitrógeno y fósforo que afectan a los organismos; así como la determinación de la concentración de clorofila *a* (mg/m<sup>3</sup>).

Con el fin de evaluar el estado trófico de los sistemas acuáticos, se utilizan diversos esquemas de clasificación; sin embargo diversos autores como Carlson (1977), Smith *et al* (1999) y Nürnberg (1996, 2001) utilizan parámetros comunes como: las concentraciones de nitrógeno total (NT), fósforo total (PT), Clorofila *a* (Chl *a*) y transparencia del agua por profundidad promedio de aparición-desaparición del disco de Secchi (SD).

**Tabla 4-2.- Valores para determinar el estado trófico, modificado de Nürnberg, (2001).**

Estado trófico	NT (mg m <sup>-3</sup> )	PT (mg m <sup>-3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg m <sup>-3</sup> )	SD (m)
<b>Oligotróficos</b>	< 350	< 10	< 3.5	> 4
<b>Mesotróficos</b>	350-650	10-30	3.5- 9	2- 4
<b>Eutrófico</b>	650-1200	30-100	9- 25	1-2
<b>Hipereutrófico</b>	>1200	>100	> 25	< 1

Con base en las concentraciones de nutrientes, clorofila *a* y transparencia del agua se determinó el estado trófico del sistema utilizando los criterios propuestos por Nürnberg, 2001 (Tabla 4-2).

Tabla 4-3.- Condiciones físicas y químicas de las aguas superficiales de la presa Requena en los meses de muestreo.

<b>FEBRERO</b>									
Estación	SD (m.)	Temp.	pH	OD (mg/l)	Redox	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	P-PO <sub>4</sub>
1. Cortina	1.3	19.25	7.5	7.1	0.086	0.51	0.2	0.006	0.45
2. Fraccionamiento	1.1	19.53	7.7	8.2	0.075	0.27	0.1	0.003	0.33
3. Centro	1.2	18.91	7.63	9.3	0.093	0.41	0.1	0.005	0.36
4. Granero	1	18.5	7.6	8.5	0.108	0.14	0.1	0.005	0.32
5. Cables	0.9	18.03	7.1	7.6	0.116	0.41	0.1	0.005	0.47
6. Caltex	0.9	17.4	6.9	7.4	0.127	0.46	0.1	0.003	0.45
7. Río	0.6	16.8	6.7	7.2	0.151	1.04	0.1	0.003	0.61
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.00</b>	<b>18.35</b>	<b>7.30</b>	<b>7.90</b>	<b>0.11</b>	<b>0.46</b>	<b>0.11</b>	<b>0.004</b>	<b>0.43</b>
<b>ABRIL</b>									
Estación	SD (m.)	Temp.	pH	OD (mg/l)	Redox	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	P-PO <sub>4</sub>
1. Cortina	1.1	19.27	7.56	6.9	0.039	0.41	0.2	0.013	0.38
2. Fraccionamiento	1	19.54	7.97	8.1	0.068	0.23	0.1	0.003	0.34
3. Centro	1	19.5	7.9	8.7	0.135	0.34	0.1	0.006	0.36
4. Granero	1.1	19.4	7.6	9.2	0.055	0.35	0.1	0.005	0.41
5. Cables	0.9	18.9	7.5	8	0.045	0.47	0.1	0.005	0.43
6. Caltex	0.8	18.7	7.4	7.3	0.115	0.68	0.1	0.003	0.56
7. Río	0.4	18	7.35	6.86	0.147	3.02	0.2	0.004	1.6
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.90</b>	<b>19.04</b>	<b>7.61</b>	<b>7.87</b>	<b>0.09</b>	<b>0.79</b>	<b>0.13</b>	<b>0.006</b>	<b>0.58</b>
<b>JUNIO</b>									
Estación	SD (m.)	Temp.	pH	OD (mg/l)	Redox	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	P-PO <sub>4</sub>
1. Cortina	0.8	22.48	8.53	9.9	1.334	0.21	0.2	0.027	0.33
2. Fraccionamiento	0.5	23.3	8.6	10.65	1.51	0.15	0.1	0.003	0.35
3. Centro	0.45	23.66	8.61	7.5	0.095	0.23	0.2	0.007	0.36
4. Granero	0.35	24.2	8.55	7.1	0.057	0.47	0.1	0.005	0.48
5. Cables	0.35	24.7	8.4	6.9	0.053	0.52	0.1	0.004	0.38
6. Caltex	0.35	24.79	8.27	6.2	0.065	0.9	0.1	0.004	0.72
7. Río	0.1	21.2	7.7	3.5	0.013	6	0.2	0.004	2.3
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.41</b>	<b>23.48</b>	<b>8.38</b>	<b>7.39</b>	<b>0.45</b>	<b>1.21</b>	<b>0.14</b>	<b>0.008</b>	<b>0.70</b>

#### A.1.- TEMPERATURA

La temperatura es un factor de suma importancia ya que desde el punto de vista ecológico tiene efectos en los procesos de autopurificación de los desechos orgánicos, afectando simultáneamente, la rapidez de estabilización de la materia orgánica, el nivel de saturación de oxígeno disuelto y la velocidad de aireación (Ramos *et al*, 2003).

Por otra parte Arredondo y Ponce (1998) mencionan que la temperatura es el factor que más afecta a los ecosistemas acuáticos, ya que de manera directa e indirecta se



relaciona con ciertos fenómenos limnológicos, así como en la estabilidad de las masas de agua y sobre el metabolismo biótico.

La temperatura de la presa Requena corresponde a un embalse subtropical ya que su temperatura mínima es superior a los 10 °C en los meses muestreados.

En la Tabla 4-3 se presentan los datos de este parámetro registrados en las aguas superficiales de la presa Requena. En el mes de Febrero se registraron los valores más bajos de temperatura en el sistema, con un promedio de 18.35 °C; incrementándose en el mes de Abril (19.4 °C promedio) y siendo los mayores los registrados en Junio con un promedio de 23.48 °C, lo anterior muestra claramente la variación que sufre este parámetro a lo largo del año, relacionado con la estacionalidad.

También se puede observar que las temperaturas más bajas registradas en los diferentes muestreos se localizaron en la estación 7 correspondiente al río Requeno, aumentando a lo largo de la presa. El valor mínimo registrado fue de 16.8 °C en la estación 7 en el mes de Febrero, mientras que el máximo fue de 24.79 °C en la estación 6 en el mes de Junio.

## A.2.- POTENCIAL HIDRÓGENO (pH)

La mayoría de las aguas epicontinentales registran un valor de pH entre 6.5 y 9.0, es definido como la concentración de iones hidrógeno y determina el carácter alcalino, neutro o ácido del agua, este parámetro es de vital importancia para la vida acuática.

En la Tabla 4-3 se muestran los valores de pH registrados en el agua superficial de la presa Requena. En el mes de Febrero se registraron los valores promedio más bajos (7.3), aumentando en el mes de abril (7.61) y siendo mayores en el mes de Junio con 8.38, observándose un patrón similar al de la temperatura.

El valor mínimo registrado fue de 6.7 en la estación 7 durante el mes de Febrero y el máximo fue de 8.61 en la estación 3 en el mes de Junio. Por otra parte, el valor promedio

de Febrero fue de 7.3 y de 8.38 en Junio, por lo tanto, podemos afirmar que en las aguas de la presa Requena prevalecen condiciones alcalinas dentro del intervalo de pH que toleran la mayoría de los organismos acuáticos (6.5-9) y que las variaciones en este parámetro no afectan a los organismos presentes en el sistema.

### A.3.- OXÍGENO DISUELTO

La Tabla 4-3 muestra los valores de oxígeno disuelto de las aguas subsuperficiales de la presa Requena. Se reporta un valor máximo de 10.65 mg/l en el mes de Junio en la estación 2 correspondiente al fraccionamiento “presa Escondida”, esta sobresaturación es causada por la actividad fotosintética de los productores primarios, también se determinó un valor mínimo de oxígeno disuelto de 3.5 mg/l en el mismo mes en la estación (7) río Requeno, este valor tan bajo es explicado por la demanda de oxígeno por parte de las comunidades bacterianas que son encargadas de la degradación de la materia orgánica acarreada hacia el sistema.

El promedio máximo superficial es de 7.9mg/l en el mes de Febrero, debido a la producción fitoplanctónica y a los factores ambientales como el viento y la temperatura, ya que al ser el mes con el registro menor de temperatura promedio (18.35 °C), esto permite una difusión mayor de este gas en la interfase atmósfera-agua. Mientras que el valor promedio mínimo fue de 7.39 mg/l en el mes de Junio.

Durante los meses de muestreo las concentraciones registradas de oxígeno disuelto son aceptables para la vida acuática (mayores a 2 mg/l) en todas las estaciones y durante todos los meses de muestreo.

### A.4.- TRANSPARENCIA

La importancia de este parámetro radica en que podemos tener una estimación de la zona fótica, que es la profundidad a la cual penetra el 1% de la luz, ya que esta afecta a la distribución del plancton, la migración vertical, la probabilidad de encuentro de la presa

con su depredador y estimula la periodicidad de los ritmos diarios y estacionales (Navarrete, 2004).

La transparencia presentó un valor promedio mínimo en el mes de Junio con 0.41m y un valor máximo de 1 m en el mes de Febrero, para el mes de Abril el valor fue de 0.9 m. Es importante señalar que el promedio mínimo de transparencia se registra en el mes de Junio que coincide con una fase de concentración de los nutrientes y con la temporada de lluvias, mientras que en la época de secas (Febrero) se registra la mayor transparencia. Por otra parte, la estación que presentó los valores más altos de este parámetro durante los meses de muestreo fue la estación 1 (Cortina), mientras que la estación que registró los valores mínimos fue la 7 (río Requeno).

Este parámetro es importante para poder realizar una evaluación rápida del sistema ya que es un buen indicador del estado trófico de los sistemas acuáticos. Con base en este parámetro y en los intervalos presentados por Nürnberg (2001) el sistema presenta valores correspondientes a un sistema Hipereutrófico.

#### A.5.- NUTRIENTES

El aporte de los nutrientes es principalmente por el río Requeno, sin embargo, existen otras fuentes como son las descargas municipales e industriales y la desembocadura de un canal de riego con agua procedente de la presa Taximay.

En la Tabla 4-3 se presentan los valores obtenidos en las determinaciones de nutrimentos realizadas en las muestras de agua superficial de la presa Requena. Donde en el mes de Junio los valores de los nutrientes evaluados se observan más altos con respecto a los de Abril y Febrero.

##### **Nitrógeno en forma de Amonio (N-NH<sub>3</sub>).**

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 aumenta el consumo de oxígeno (Boyd, 1990).

En la presa Requena las concentraciones más altas se registraron en el mes de Junio, correspondiente a la época de lluvias, con un valor promedio de 1.21 mg/l, en el mes de Abril el valor fue de 0.79 mg/l y en el mes de Febrero 0.46 mg/l

El valor más alto se registró en la estación 7 correspondiente al área de influencia del río Requeno, con un valor promedio de 6.0 mg/l en el mes de Junio, el valor mínimo registrado corresponde a la estación 4 (Granero) con un valor de 0.14 mg/l. Es importante resaltar que en todos los meses muestreados, la estación 7 mostró los valores más altos, debido a la gran cantidad de material de origen orgánico presente en el río.

#### **Nitrógeno en forma de Nitratos (N-NO<sub>3</sub>).**

El Nitrógeno en forma de Nitratos (N-NO<sub>3</sub>) presenta cierta homogeneidad a lo largo del tiempo (meses) y el espacio (estaciones), los valores promedio registrados para la presa Requena son de 0.11 mg/l para el mes de Febrero, 0.13 mg/l en Abril y 0.14 mg/l en el mes de Junio.

Nemerow (1991) considera que una concentración de nitratos menor de 0.1 mg/l indica buena condición de calidad del agua, de 0.1 a 0.5 mg/l indica condición de calidad regular y mayores a 0.5 mg/l indica 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 0.11-0.14 mg/l.

#### **Nitrógeno en forma de Nitritos (N-NO<sub>2</sub>).**

Los resultados del análisis de las aguas de la presa Requena para registrar el contenido de nitritos presentes se muestran en la tabla 4-3. El valor máximo registrado fue de 0.027 mg/l en la estación 1 correspondiente al área de la cortina. Los valores promedio son: 0.004 mg/l en el mes de Febrero, 0.006 mg/l en Abril y 0.008 mg/l en Junio.

Respecto a este parámetro se observó que durante los meses de muestreo, la estación que presentó los valores más altos fue la 1 que corresponde a la cortina del reservorio.

Rodier (1990) menciona que concentraciones mayores de 0.1 mg/l pueden indicar aportes de aguas ricas en materia orgánica en vías de oxidación. Sin embargo, en ninguna de las estaciones muestreadas se sobrepasa este límite.

#### **Fósforo en forma de ortofosfatos (P-PO<sub>4</sub>).**

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

El valor máximo registrado fue de 2.3 mg/l en la estación 7 correspondiente al área del río Requeno en el mes de Junio, mientras que el valor mínimo fue de 0.32 mg/l en la estación 4 (granero) en el mes de Febrero. Los valores promedio son: 0.43 mg/l en el mes de Febrero, 0.58 mg/l en Abril y 0.7 mg/l en Junio. La estación que presentó los valores más altos fue la 7 que corresponde al río Requeno. Es importante resaltar que los valores registrados superan en todo momento el valor de 0.1 mg/l que es el límite inferior para considerar a un sistema acuático como hipereutrófico.

En el caso de la presa Requena, basándonos en los datos obtenidos del análisis de nutrientes, podemos afirmar que ni el fósforo ni el nitrógeno son elementos limitantes para el desarrollo de los productores primarios, puesto que ambos elementos se encuentran disponibles en las formas químicas asimilables para los organismos.

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 completar estos estudios que conforman la plataforma sobre la cual se puede iniciar un monitoreo continuo del embalse para que de

esta manera se cuenta con bases sólidas que permitan un manejo integral y sustentable de la presa Requena.

#### 4.3.- PRODUCTIVIDAD PRIMARIA Y SUS EFECTOS SOBRE LA PESQUERÍA.

La dinámica de la productividad varía espacial y temporalmente en los sistemas acuáticos ya que depende de factores como luz, temperatura y nutrientes, entre los más importantes (De la Lanza-Hernández, 1998).

Por otra parte, la abundancia de la vida animal de los sistemas acuáticos depende de los primeros niveles tróficos, los cuales requieren de nutrientes para su rápido crecimiento. De acuerdo con Wagner (2001) la productividad tiene una relación directa con la cantidad de nutrimentos disponibles y la cantidad de clorofila a. En este trabajo, se hará referencia al estado trófico del sistema, a partir del cual se pueden realizar inferencias de la productividad del embalse.

##### **Clorofila $\alpha$**

Los valores de clorofila  $\alpha$  registrados en los meses de muestreo se encuentran en la tabla 4-4 al igual que el promedio de estos valores por cada mes de muestreo y por cada una de las estaciones. El valor máximo corresponde a la estación 6 en el mes de Junio con un valor de  $21.7 \text{ mg m}^{-3}$ , mientras que el mínimo registrado fue de  $7.2 \text{ mg m}^{-3}$  en la estación 1 en el mes de Febrero.

El promedio máximo se reporta en el mes de Junio con un valor de  $14.27 \text{ mg m}^{-3}$ , mientras que el mínimo en el mes de Febrero con  $12.1 \text{ mg m}^{-3}$  este valor corresponde a la época de secas, cuando los aportes hacia el embalse son menores y el volumen de agua embalsada es mayor.

**Tabla 4-4.- Valores de clorofila  $\alpha$  en aguas superficiales de la presa Requena expresados en  $\text{mg m}^{-3}$**

Estación	Febrero	Abril	Junio	Promedio
1. Cortina	7.2	8.1	9.5	8.27
2. Fraccionamiento	8.5	9	10.1	9.20
3. Centro	7.4	7.9	8.2	7.83
4. Granero	12.5	13.2	16.3	14.00
5. Cables	14.6	15	18.5	16.03
6. Caltex	18.4	20.3	21.7	20.13
7. Río	16.1	17.9	15.6	16.53
Promedio	12.10	13.06	14.27	

Considerando la concentración de clorofila  $\alpha$  y basándonos en la clasificación de Nürnberg (2001) podemos decir que el sistema es eutrófico, ya que el promedio de cada mes se encuentra dentro del intervalo de 9-25  $\text{mg m}^{-3}$

En el caso de la estación Caltex el valor tan alto se puede explicar por la gran cantidad de nutrientes disponibles en la zona, ya que se encuentra cerca del río Requeno, la estación correspondiente la río Requeno no registro los valores más altos, lo cual puede deberse a la cantidad de materia orgánica en suspensión que acarrea al sistema y que evita la proliferación de los productores primarios, además de toda la fracción mineral disuelta en el mismo como consecuencia del intemperismo generado en la parte alta de la cuenca.

En relación a la productividad primaria, podemos afirmar que la presa Requena tiene potencial para sustentar a las especies presentes en el embalse, ya que las determinaciones de nutrientes y clorofila  $\alpha$  nos indican que el sistema es eutrófico, lo que significa que existe una gran cantidad de alimento disponible en el sistema.

Finalmente es importante mencionar que para tener un panorama más amplio de lo que ocurre en el sistema y determinar la variación estacional, se deben continuar con los trabajos en campo, con el fin de observar las variaciones temporales ya que (Bahadur *et al.*, 2006) menciona que existe una mayor productividad en primavera-verano, comparada con los meses invernales, debido a los cambios en las condiciones de luz y temperatura.

#### 4.4.- PRINCIPALES ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LAS ESPECIES.

Dada la antigüedad del embalse y las características particulares del mismo este ha sido estudiado desde distintos aspectos, como lo puede ser: control de malezas acuáticas, control hidráulico y reconstrucción de la cortina de la presa, pero son muy escasos los relacionados sobre aspectos pesqueros, biológicos e incluso limnológicos. De hecho, estudios recientes al respecto de este embalse no existen, las publicaciones más recientes datan, en cuanto aspectos limnológico, pesquero y/o biológico son los realizados por Moncayo y Hernández (1978), Salazar (1981) y Chong Wong (1989).

A continuación se describen las especies de peces más comunes, encontrados, en la presa de Requena y con un valor considerable para la explotación pesquera. Es necesario hacer notar la existencia de denuncias por parte de los pescadores por la presencia de lobina en el embalse, esto manifestado en los últimos cuatro meses del año, sin embargo, durante los muestreos realizados no se colectaron organismos de esta especie.

##### 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 a 9 siendo el óptimo de 7.6.

Con respecto a la época reproductiva, estos organismos generalmente desovan en primavera y termina a principios de verano, 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 (Froese y Pauly, 2008).

La madurez sexual la alcanzan los machos a los 1.5 años y las hembras a los 2 años. La época de reproducción tiende a ser entre Febrero y Mayo o cuando la temperatura del agua es cercana a los 30 °C, y ocurre sólo una vez al año. Una hembra de 1 kg de peso desova hasta 100,000 huevecillos, aunque la media de una hembra adulta está en 300,000 huevecillos (Kottelat, 1997).

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.

Se han descrito tres subespecies basándose en los patrones que siguen las escamas

(Froese y Pauly, 2008):

- *C. carpio communis* (carpa escamosa): Las escamas son concéntricas regulares.
- *C. carpio specularis* (carpa espejo): Las escamas forman una hilera a ambos lados. El resto del cuerpo está desnudo.
- *C. carpio coiaceus* (carpa de cuero): Pocas o ninguna escama en la espalda y piel muy fina.

### 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.

Son consideradas como organismos omnívoros, ya que su alimentación se basa en algas, 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 a 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 a 8. Prefiere temperaturas elevadas, que van de 20 °C 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 °C 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-October), siendo el de Abril-Mayo el más importante; y su fecundidad promedio es de 2,000 huevos en promedio por desove.

#### 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, ha 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 ha 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 a 8.7.

Su época de desove en este embalse va de Febrero a Septiembre.

#### CARPA HERBÍVORA (*Ctenopharyngodon idella*)

Esta carpa tiene su origen en Asia, propiamente se distribuía de China a Siberia del este (sistema Amur), actualmente está ampliamente distribuida. Fue introducida a México en el año de 1965 procedente de China.

Se encuentra de forma natural en lagos, charcas, grupos y remansos de ríos grandes, prefiriendo cuerpos grandes, de bajo flujo o permanentes de agua con la vegetación. Tolerante de una gama amplia de temperaturas de 0 °C a 38 °C, y de salinidades a tanto como las 10 ups y oxígeno abajo hasta 0.5 ppm. Se alimenta de plantas acuáticas y hierbas sumergidas; come también detritos, insectos y otros invertebrados. Es una de las especies más importantes en acuicultura a nivel mundial y también es utilizado para el deshierbado en ríos, charcas de peces y depósitos. Ha sido considerado como parásito en la mayor parte de los países a causa de los daños creados a la vegetación sumergida.

Desova en cauces del río con la corriente muy fuerte, hace nidos que excava en el sustrato para ser fecundados, posteriormente se aleja del nido y los huevecillos se vuelven boyantes (pelágicos), ya que la cubierta externa pegajosa desaparece durante la fecundación.

#### LOBINA (*Micropterus salmoides*)

Es una especie que originalmente se encontraba desde el sur de Canadá hasta el

norte de México, sin embargo, a principios del siglo XX se introdujo en todo el mundo. La lobina se caracteriza por poseer una gran boca, dos aletas dorsales y una banda negra que recorre todo el cuerpo. Prefiere zonas donde el agua es clara, tranquila y abundante en vegetación. Es una especie carnívora, está bien dotada para la subsistencia, teniendo como único enemigo al hombre. Se desarrolla en aguas con temperaturas que van de los 0 °C a los 34 °C, su temperatura óptima son los 21 °C y busca lugares con una adecuada cantidad de oxígeno disuelto (7 mg/l), así como zonas con abundantes hierbas que cumplan con una doble función: atraer a peces pequeños para poder emboscarlos y que le brinden protección para esconderse.

Prefieren aguas de mediana y poca profundidad (hasta 7 m de profundidad), pero siempre cerca de los lugares profundos, hacia donde pueda nadar si se siente amenazada.

Su reproducción va de diciembre a abril y la talla de primera madurez es de 24 cm. La temporada de desove es marcada cuando la temperatura del agua comienza a subir y forman nidos en la orilla donde serán depositados los huevecillos. El macho cuida los nidos y a las crías. Una lobina de 30 cm puede poner de 2,000 a 7,000 huevecillos, y sólo llegarán a edad reproductiva 30 organismos aproximadamente.

Su alimentación va de acuerdo con la talla, los pequeños comen insectos y crustáceos, los adultos se comen a otros peces. Son oportunistas, buscan primero a los peces heridos o enfermos.

La lobina ha tenido grandes impactos negativos en ecosistemas nativos, dos de los principales impactos han sido la pérdida de la biodiversidad y la homogeneización de los ecosistemas.

Los parámetros físicoquímicos determinados en el embalse permiten la introducción de la especie, sin embargo, la lobina generaría presiones sobre las especies ya introducidas (tilapia y carpa) así como sobre las especies nativas (charal, juil, poecilidos y godeidos), ya que en caso de ser introducida la lobina sería necesario introducir una especie forrajera (mojarra agallas azules) para evitar el impacto. Además, dada la abundancia de las aves piscívoras, la lobina sería una especie fácilmente depredada por estos organismos y, si

a esto le sumamos que tendería a perderse un gran segmento de la población de lobina al momento de la apertura de las compuertas ya que coincidiría con la época de reproducción. Los costos de la introducción serían altos, desde el punto de vista biológico, y el rendimiento bajo, es decir, se perdería más de lo que se pretendería ganar.

#### 4.5.- EDAD Y CRECIMIENTO.

Se realizaron 4 muestreos en el presente año, en los que se capturaron un total de 534 organismos con intervalos de talla que varía de acuerdo a la especie y al arte de pesca utilizado entre los cuales destacan las redes agalleras y el chinchorro. En la tabla 4-4, se muestra el número de organismos colectados por especie así como el intervalo de tallas que presentaron respectivamente.

**Tabla 4-4.- Longitudes patrón (del inicio de la boca al comienzo de la aleta caudal) y pesos enteros mínimos, máximos y promedio por especie y el número de organismos registrados respectivamente.**

	Tilapia	C. común	C. espejo	C. israel	C. herbívora	Charales
<b>Longitudes (cm) y pesos mínimos (g)</b>	13.5 106	16.6 191.7	14.6 198	16.9 199.6	31.4 1200	5.6 2.3
<b>Longitudes (cm) y pesos máximos (g)</b>	26.8 726	38.1 2150	30.3 962.4	28.3 600	44.7 1500	7.2 4.4
<b>Longitudes (cm) y pesos promedio (g)</b>	16.82 177.34	23.72 506.95.	21.53 404.7	21.13 342.53	40.08 1350	6.25 3.05
<b>Número de organismos</b>	345	113	51	7	18	70

Para el presente trabajo se consideraron las especies de importancia comercial, con el objetivo de conocer las tallas que componen cada población de peces en la presa se realizó un análisis de distribución de tallas (Figuras 4-1, 4-2 y Tabla 4-5).

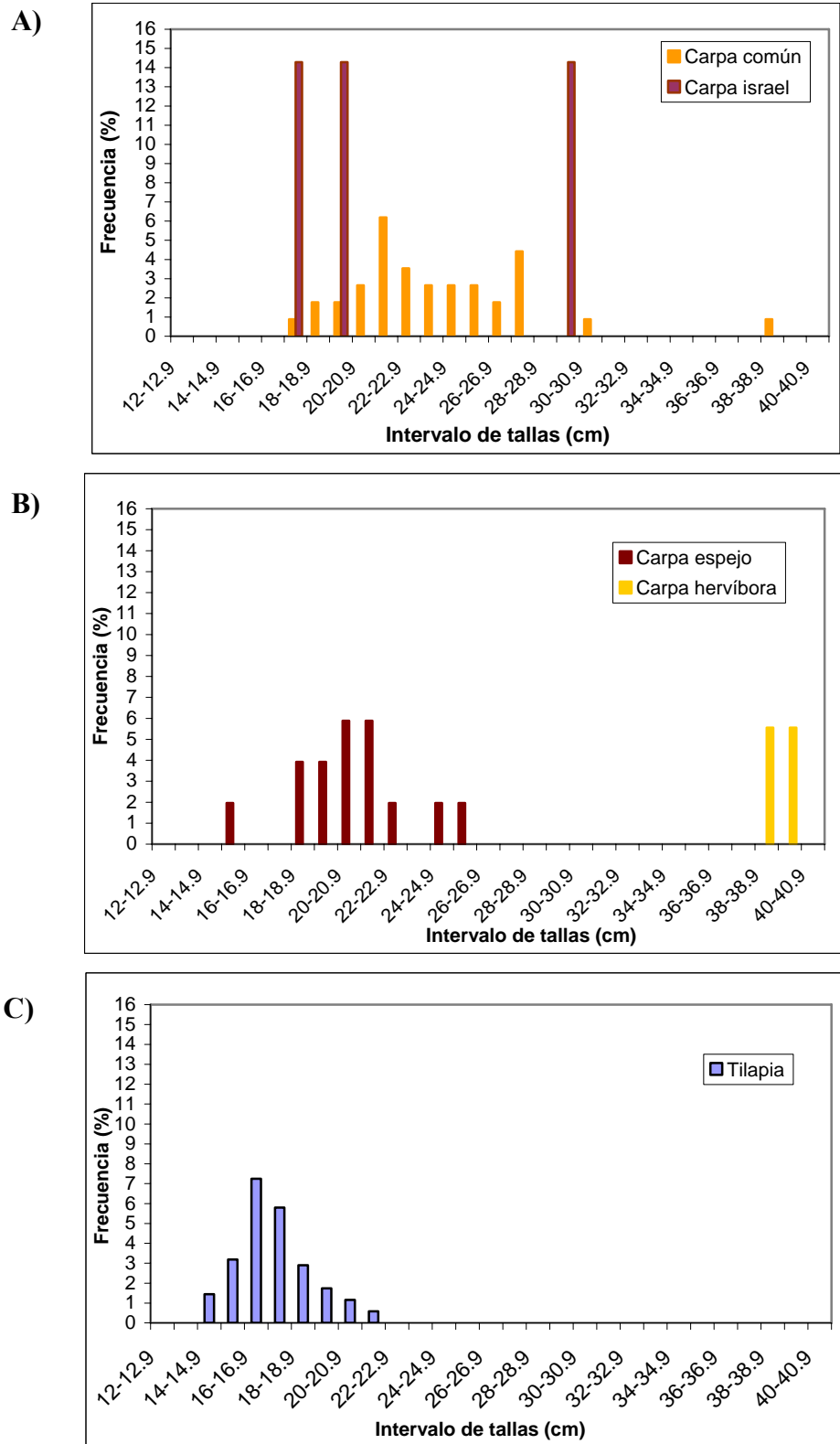


Figura 4-1.-Distribución de frecuencia de tallas por especie. A)Carpa común y Carpa Israel; B)Carpa espejo y Carpa herbívora; C)Tilapia.

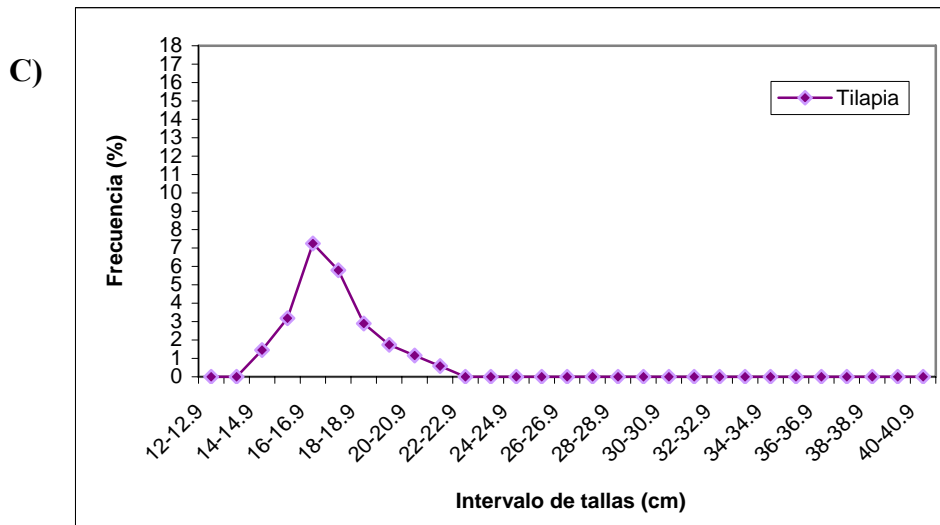
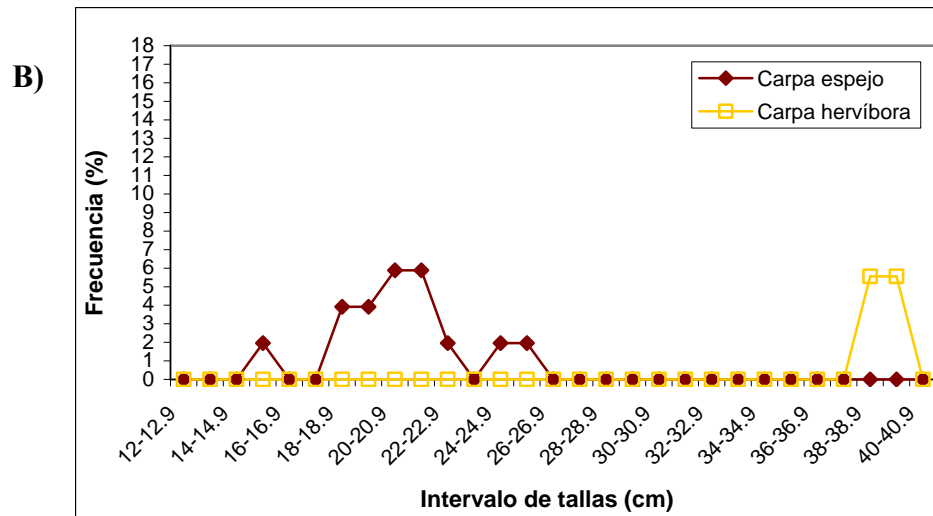
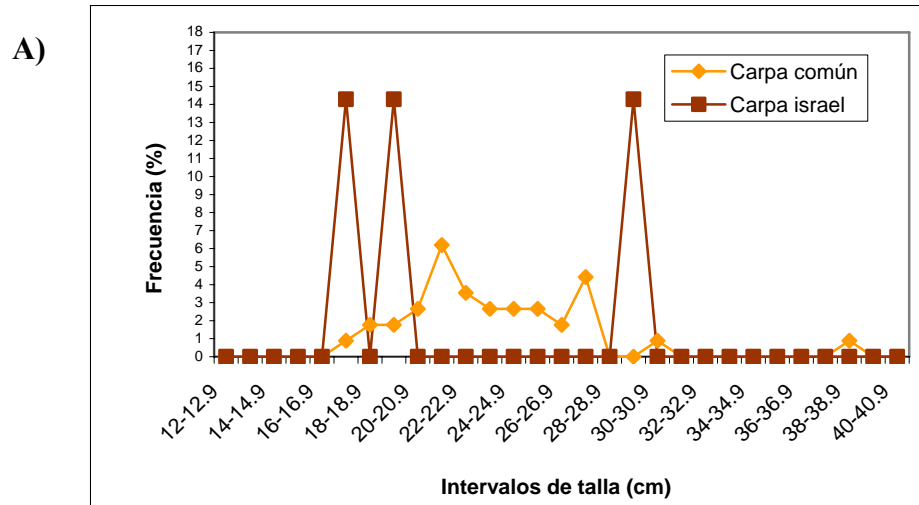


Figura 4-2.- Polígono de frecuencia de tallas por especie. A)Carpa común y Carpa Israel; B)Carpa espejo y Carpa herbívora; C)Tilapia.



**Tabla 4-5.- Longitudes patrón (del inicio de la boca al comienzo de la aleta caudal) y pesos enteros, mínimos y máximos provenientes de charales capturados.**

<b>Parámetro</b>	<b>Medida</b>
<b>Longitud máxima (cm)</b>	7.2
<b>Longitud mínima (cm)</b>	5.6
<b>Peso máximo (g)</b>	4.4
<b>Peso mínimo (g)</b>	2.3

Como se observa en las gráficas anteriores (Figuras 4-1 y 4-2) los intervalos de tallas son diversos para las distintas especies explotadas. En el caso específico de la tilapia (*Oreochromis niloticus*), la pesquería recae sobre los organismos con tallas entre los 15 y los 18 cm de longitud patrón, mientras que para el caso de las carpas, entre los 22 y los 28 cm para la común (*Cyprinus carpio comunis*), las carpas espejo (*Cyprinus carpio carpio*) presentan mayor incidencia hacia aquellos organismos entre los 18 y los 20 cm, por su parte, para las carpas de Israel y herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) se explotan los organismos con mayores tallas, ya que en los meses de muestreo se registraron tallas que variaban entre los 30 y los 40 cm. Sin embargo es importante señalar que las tallas de los organismos capturados variarán dependiendo del arte de pesca utilizado.

Un problema que se ha detectado es el uso de artes de pesca que se utilizan para cubrir la necesidad y exigencia del comprador, ya que si la demanda del producto es alta en ciertas temporadas, se utiliza el chinchorro, el cual, actúa como red de arrastre, capturando organismos de todas las tallas y de todas las especies presentes en la presa. Este problema, si se sigue presentando, afectará a las zonas de anidación y crianza de las tilapias, las cuales, se basan en estrategias reproductivas como la creación de nidos en zonas someras y de fondo suave (ver informe fotográfico), lo cual se presenta en toda la presa, además se verán afectados los organismos juveniles, ya que los chinchorros inciden sobre organismos de diversas tallas, desde juveniles hasta adultos, y si le sumamos el número de veces que se efectúa esta operación, se aumenta la cantidad de organismos capturados de forma incidental, sobre todo de organismos jóvenes que no se han reproducido.

A pesar de que los pescadores realizan una selección de forma manual al momento de revisar los chinchorros y separar a los organismos que todavía no alcanzan el tamaño comercial y devolverlos al agua, no es suficiente el criterio que ayude y permita controlar la

captura incidental de organismos juveniles ya que un cierto número de ellos mueren dentro de las redes. Por lo que se sugiere NO utilizar este tipo de artes de pesca ya que disminuye el potencial de renovación de las especies sujetas a explotación.

#### A) ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

El análisis morfométrico se refiere al cálculo de las ecuaciones entre dos o más variables tomadas de los organismos. Mediante los análisis morfométricos se obtienen los factores: de condición “a” (complexión del organismo) y alométrico “b” (tipo de crecimiento entre variables), parámetros que pueden variar por diversos aspectos como la época del año, de reproducción, de migración, etc. (Pauly, 1984).

Con el objetivo de tener una mayor aproximación, estandarización y evitar errores en todas las mediciones, se realizaron las relaciones biométricas tomando en cuenta únicamente la longitud patrón de todas las especies, ya que algunos organismos presentaron la aleta caudal rota, mordida o incompleta por lo que se evita el empleo de la longitud total.

#### **Tilapia**

En la relación entre el largo y el ancho de la escama se obtuvo un valor alométrico de  $b= 0.903$ , (Figura 4-3) que indica un crecimiento de tipo alométrico negativo en donde las escamas de los organismos tienden a crecer en mayor proporción a lo largo que a lo ancho, debido a que las tilapias presentan escamas de tipo ctenoide, las cuales presentan un foco bien definido casi en el centro de la estructura y tienden a ser más alargadas.

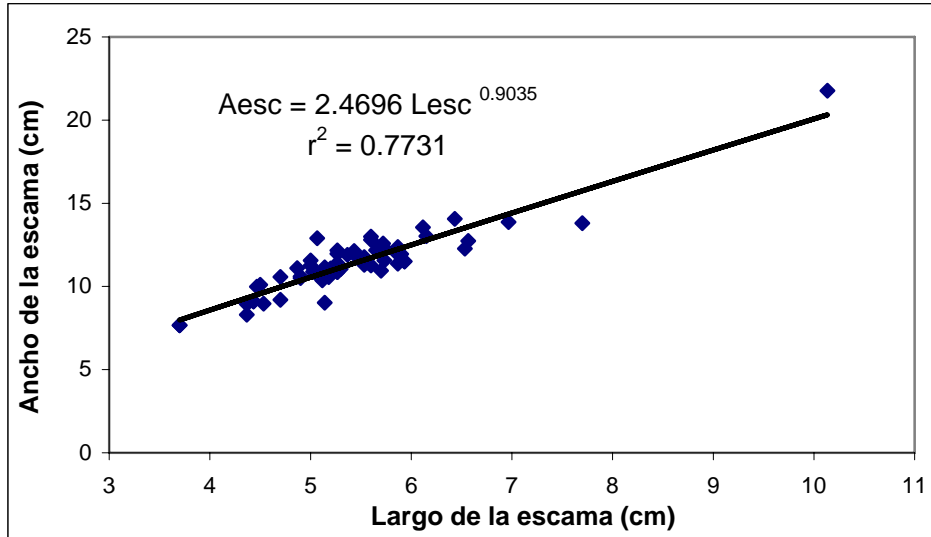


Figura 4-3.- Relación entre el largo y el ancho de la escama de Tilapia (Lesc= Largo de la escama, Aesc= Ancho de la escama).

En la relación entre la longitud de la escama con respecto a la longitud del pez (Figura 4-4), se observa un crecimiento con tendencia a la isometría ( $b = 0.96$ ), es decir, hay una proporcionalidad directa entre las variables, conforme el pez vaya creciendo en longitud crecerán simultáneamente sus escamas. Esta relación es muy importante, ya que permite conocer si las escamas son estructuras adecuadas para la determinación de la edad de los organismos, para el caso de las tilapias de la presa Requena las escamas reflejan su crecimiento en longitud por lo que son útiles para realizar esta tarea.

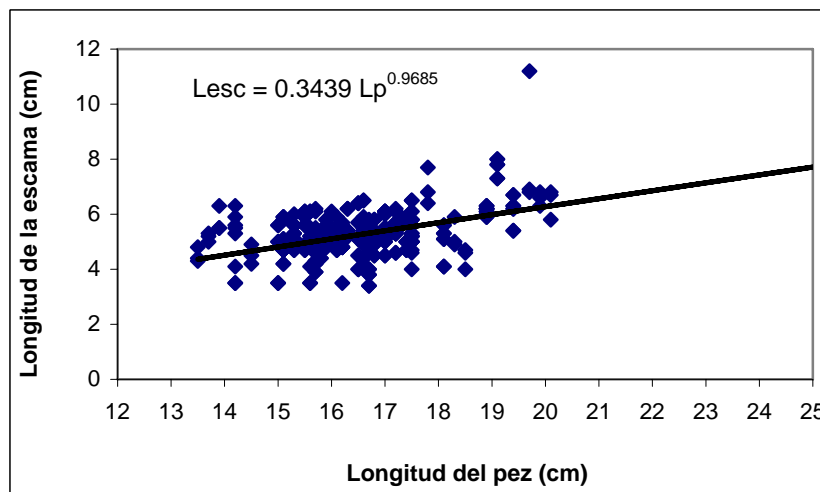
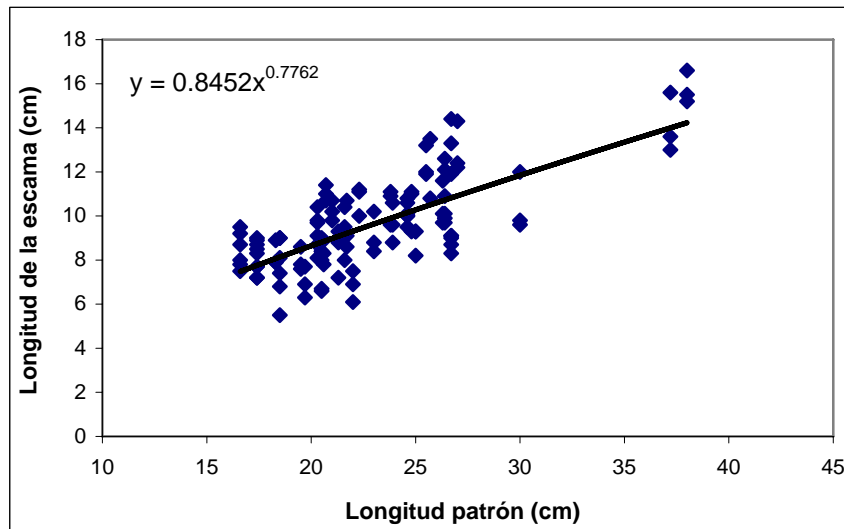


Figura 4-4.- Relación entre la longitud de las escamas con respecto a la longitud de los organismos de tilapia. Lesc= Longitud de la escama, Lp= Longitud del pez. Factor de condición:  $a = 0.3439$ .

### Carpa

Para la población de carpa común, en la relación entre la longitud de la escama con respecto a la longitud del pez (Figura 4-5) se muestra un valor alométrico de  $b=0.77$ , lo cual indica que no es isométrico ( $b= 1$ ), sin embargo, muestra una tendencia hacia este valor, por lo que se puede considerar que las escamas de carpas son adecuadas para determinar la edad de las mismas.



**Figura 4-5.- Relación promedio de la longitud de las escamas de carpa común con respecto a la longitud de los organismos. Lesc= Longitud de la escama Lp= Longitud del pez.**

En la relación de la longitud de carpas espejo con respecto a la longitud de sus escamas (Figura 4-6), se obtuvo un valor alométrico de  $b= 0.47$  y un valor de determinación de  $r^2= 0.11$ , lo cuales son bajos, esto se debe a que las escamas de las carpas espejo no tienen una forma definida, aún cuando sean colectadas de la misma área, ya que no tienen una proporcionalidad entre el crecimiento de las escamas con respecto al crecimiento del cuerpo del organismo.

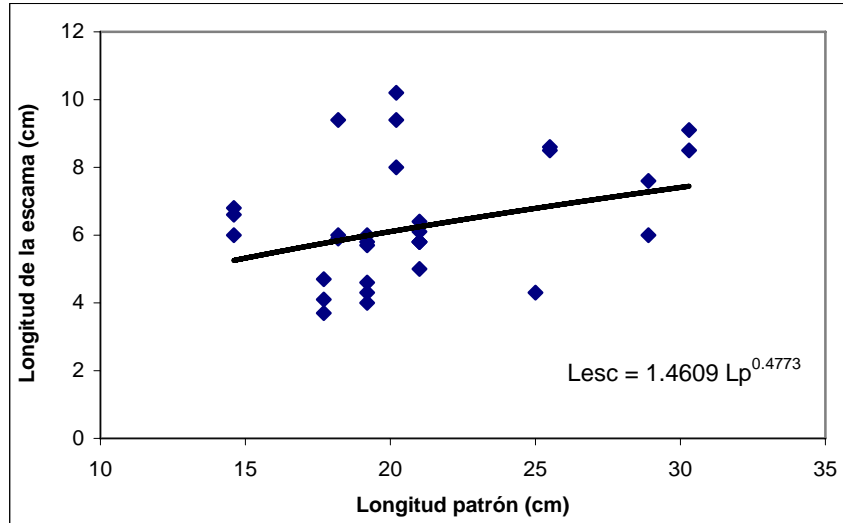


Figura 4-6.- Relación longitud de las escamas de carpa espejo con respecto a la longitud de los organismos. Lesc= Longitud de la escama, Lp= Longitud del pez.

Para la población de carpa herbívora, la relación de las escamas con el crecimiento del cuerpo (Figura 4-7) presenta un índice alométrico alto ( $b=0.87$ ), valor que indica una gran confiabilidad al trabajar con escamas de peces, ya que reflejan el crecimiento del cuerpo de los organismos.

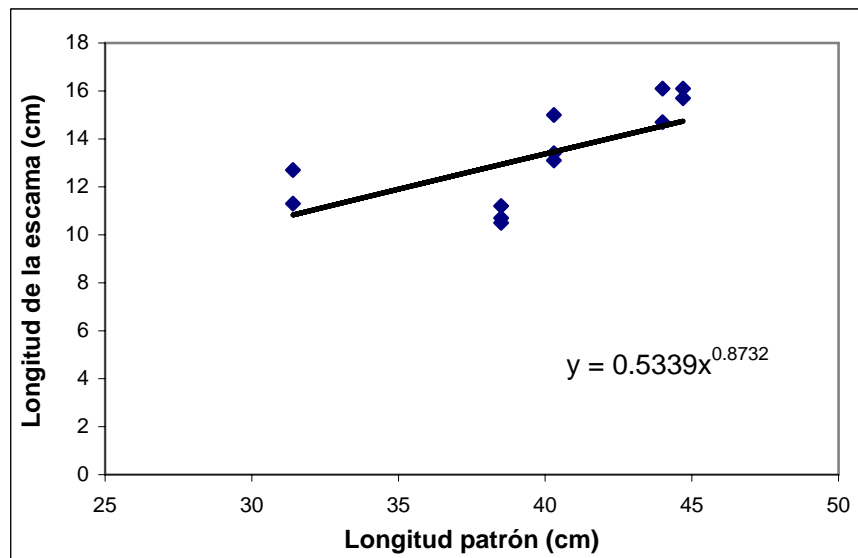


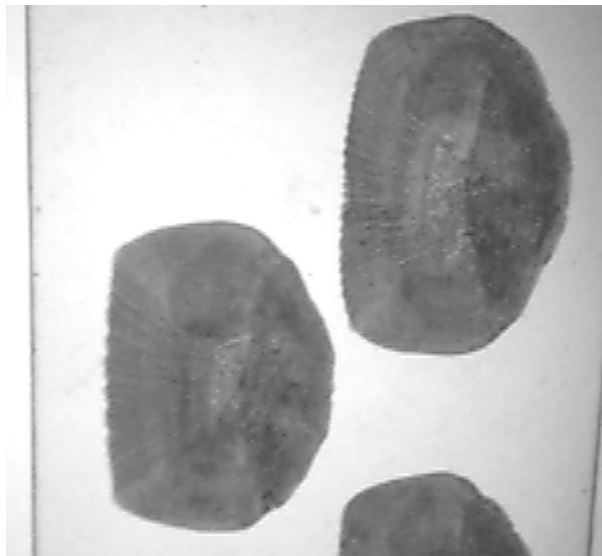
Figura 4- 7. Relación escamas de carpa herbívora con respecto a la longitud de los organismos. Lesc= Longitud de la escama Lp= Longitud del pez.

## B) DETERMINACIÓN DE LA EDAD

Para este estudio, la determinación de la edad y el crecimiento se llevó a cabo a partir de las escamas de los organismos (método directo), ya que son las estructuras más utilizadas, prácticas para trabajar, de fácil extracción y no se necesita sacrificar a los organismos (Gómez-Márquez, 1994). Por otra parte como ya se demostró en las figuras 4-4 a 4-7, son estructuras confiables que reflejan el crecimiento de los individuos.

Se analizaron las escamas de 120 tilapias, 74 carpa común, 16 carpa espejo, 7 carpa de Israel y de 18 organismos de carpa herbívora; por cada organismo se leyeron tres escamas o réplicas.

Las escamas de tilapia (Figura 4-8) son de tipo ctenoide que se caracterizan por presentar ctenii en la parte inferior de la escama (parte expuesta de la escama), casi en el centro de la estructura presentan un foco bien definido de donde se originan los radios que son prolongaciones que alcanzan el borde de la escama (parte superior interna al cuerpo del pez).



**Figura 4-8.- Escamas de tilapia (tipo ctenoide).**

Las escamas de carpa son de tipo cicloide y varían en su forma de acuerdo a la especie. En el caso de las escamas de carpa común, de Israel y herbívora (Figura 4-9),

mantienen la forma circular con un foco en algunos casos difuso en la parte central de la escama, los radios se inician a partir del foco sin embargo se prolongan hacia la parte superior e inferior de la escama y se encuentran ausentes horizontalmente. Las escamas de la carpa espejo (Figura 4-10) son de tipo triangular con gran variedad de tamaños aunque se tomen las escamas de la misma zona. Presentan a su vez un foco muy difuso cercano a una de las esquinas (punto donde se unen dos de los ejes del triángulo).



**Figura 4-9.- Escamas cicloideas de carpa común, herbívora y de israel, colectadas en la presa Requena.**



**Figura 4-10.- Escamas cicloideas de forma triangular de la carpa espejo, colectada en la presa Requena.**

En la tabla 4-4, se muestra el número de anillos formados en las diferentes especies de peces consideradas en el presente trabajo.

**Tabla 4-4.- Número mínimo y máximo de anillos de crecimiento formados en las escamas de tilapia y diferentes especies de carpa de la Presa Requena.**

	Tilapia	Carpa común	Carpa espejo	Carpa de Israel	Carpa herbívora
<b>Número MINIMO de anillos de crecimiento</b>	1	2	2	3	3
<b>Número MAXIMO de anillos de crecimiento</b>	6	6	3	5	3

Las marcas de crecimiento formadas en las escamas se caracterizaron por ser opacas y continuas a lo largo de todo el borde de la escama. Los anillos de crecimiento se encontraron separados por espacios o bandas translúcidas y la distancia entre anillo y anillo fue casi la misma.

De las escamas analizadas obtenidas en los dos meses de muestreo, y aplicando el Método de retrocálculo, método que permite estimar la talla de los peces en el momento en que se formaron los anillos de crecimiento, se obtuvieron los grupos de edad para cada talla como se muestra en la tabla 4-5.

**Tabla 4-5.- Talla a la cual se forman los anillos de crecimiento para cada especie. Las medidas en longitud fueron obtenidas mediante lectura de escamas (en rojo) y aplicación del Método de Retrocálculo (en negro).**

Especie	1er grupo de edad 1 anillo Talla (cm)	2° gpo de edad 2 anillos Talla (cm)	3er gpo de edad 3 anillos Talla (cm)	4° gpo de edad 4 anillos Talla (cm)	5° gpo de edad 5 anillos Talla (cm)	6° gpo de edad 6 anillos Talla (cm)	7° gpo de edad 7 anillos Talla (cm)
<b>Tilapia</b>	8.72	12.80	14.43	16.80	20.33	23.35	
<b>C. común</b>	6.53	10.48	14.43	18	22.19	26.57	
<b>C. espejo</b>	5.96	9.73	13.06	12.7	20	21.09	
<b>C. de Israel</b>	9.14	13.4	18.32	18.67	22.81	27.96	
<b>C. herbívora</b>	7.63	13.65	20.32	23.17	30.15	37.14	41.39

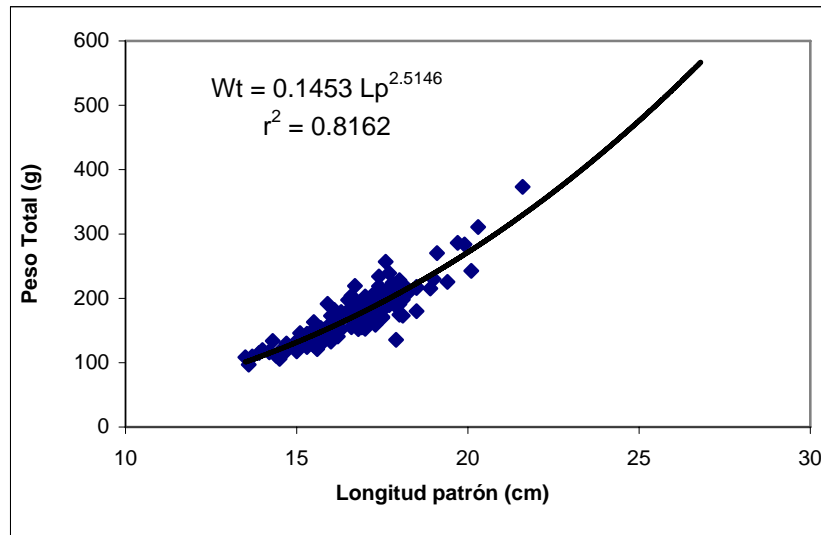
## C) CRECIMIENTO

### Tilapia

Para obtener la relación talla-peso se consideraron datos de longitud patrón y peso



total de los meses de muestreo. En la relación talla-peso de la figura 4-11, se obtuvo un valor de  $b= 2.51$ , indicando que el tipo de crecimiento en las tilapias de la Presa Requena es alométrico negativo, que se caracteriza por presentar un mayor crecimiento en longitud con respecto al peso de los organismos. Esto implica que los organismos implementan un mecanismo para crecer rápidamente y evadir la presión.



**Figura 4-11.- Relación talla-peso global para las tilapias de la Presa Requena.**  
**Lp= Longitud patrón Wt= Peso total.**

En la tabla 4-6, se muestran los valores de los parámetros de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy ( $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ ) obtenidos a partir de las longitudes observadas en la lectura de escamas, así como las calculadas por medio del método de retrocálculo. Se aplicó el método de Ford-Walford, Gulland y Beverton y Holt para obtener los parámetros de la ecuación de Von Bertalanffy.

**Tabla 4-6.- Parámetros de crecimiento obtenidos a partir de la “lectura” de escamas de tilapia.**

Parámetro	Valores
$L_{\infty}$	33.7 Lp = 38.7 Lt
$k$	0.31
$t_0$	0.078

La  $L_{\infty}$  estimada para las tilapias de la Presa Requena fue de 33.7 cm, valor que no fue reflejado en los muestreos realizados durante el presente estudio, ya que el espectro de tallas (longitud patrón) varió de 13.5 a 26 cm. Por otro lado, se ha observado que en esta

presa, las tilapias enfrentan problemas graves por efecto de las presiones a las cuales se encuentra sujeta la población: a) las fuertes presiones de pesca a la que están sometidas; b) su mortalidad natural dada por la cantidad de depredadores a las que están sujetas, siendo los principales representantes las aves; c) reducción del espejo de agua; como resultado de todo lo anterior, los organismos “tratan de crecer” más rápidamente para alcanzar su madurez reproductiva cuanto antes y empezar a reproducirse.

En la Tabla 4-7 se observan los valores calculados de longitud para cada anillo de crecimiento que tendrían las tilapias de la Presa Requena y la curva de crecimiento de Von Bertalanffy en longitud se observa en la Figura 4-12. De acuerdo con Jiménez-Badillo (1999) y Granados-Flores (2006), se reconoce que la periodicidad de los anillos de crecimiento formados en escamas de tilapia es correspondiente a dos anillos por año. Para el caso de la tilapia de la Presa Requena se encontraron en las escamas hasta 6 anillos de crecimiento, lo que significa que los organismos tienen como máximo 3 años de edad, lo que corresponde a una longitud cercana a 28.5 cm. Es importante señalar que el intervalo de mayor incidencia en las capturas indica que en su mayoría corresponde a organismos con una edad de 0.5 a 1.5 años, por lo que es importante considerar que a estas tallas hayan alcanzado su madurez reproductiva (ver apartado de reproducción) para evitar afectar a organismos jóvenes.

**Tabla 4-7.- Longitudes hipotéticas de la tilapia calculados hasta el grupo de edad “10”.**

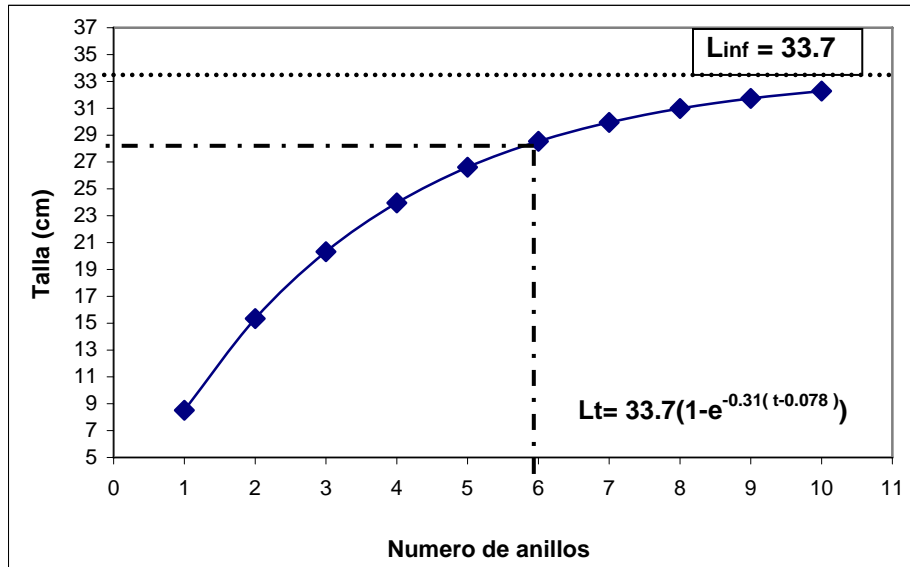
Grupo de edad # de anillos de crecimiento	Longitudes calculadas (cm) (Dada en longitud patrón)
1	8.512
2	15.341
3	20.322
4	23.956
5	26.608
6	28.541
7	29.952
8	30.981
9	31.732
10	32.280

Grueso de la población que cae en las redes (mayormente susceptible a ser capturada)

Tallas de organismos presentes en la presa, los más grandes con tallas de más de 28 cm tienen 4 años de edad

La flecha izquierda (en oscuro) indica que los organismos más pequeños son los

que se capturan con más frecuencia (entre 1 año y 1.5 de edad) y son los que soportan la pesquería, mientras que la flecha derecha (en claro) indica que el resto de la población es capturada con menor frecuencia, alcanzando tallas de más de 28 cm, lo que corresponde a una edad de 4 años.



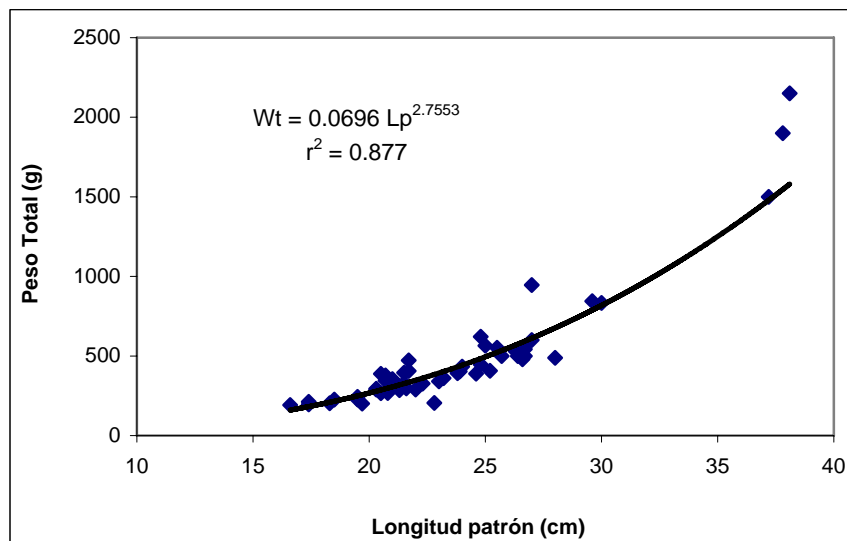
**Figura 4-12.-** Curva de crecimiento en longitud por el método de Von Bertalanffy. El cuadro con línea punteada muestra la primera parte de la curva (los valores que se obtuvieron para la población muestreada a partir de escamas de tilapia), el resto de la curva corresponden a valores hipotéticos o calculados.

La figura 4-12 muestra el crecimiento continuo de la población de tilapia, en las primeras etapas el crecimiento es mayor, cuando los organismos tienen un anillo de crecimiento (0.5 años) corresponde a una talla de aproximadamente 8.5 cm y cuando se forma un segundo anillo (1 año) alcanza los 15.3 cm, a los 3 anillos formados (1.5 años) tiene una talla de 20.3 cm, lo que indica que la tasa de crecimiento va disminuyendo con respecto a la edad y el incremento en talla se nota claramente en los primeros grupos de edad (estrategia utilizada por los organismos para disminuir su depredación). En el caso de los peces más viejos ya no se refleja ese aumento de talla tan marcado, pues se manifiesta un mayor incremento en peso.

### Carpas

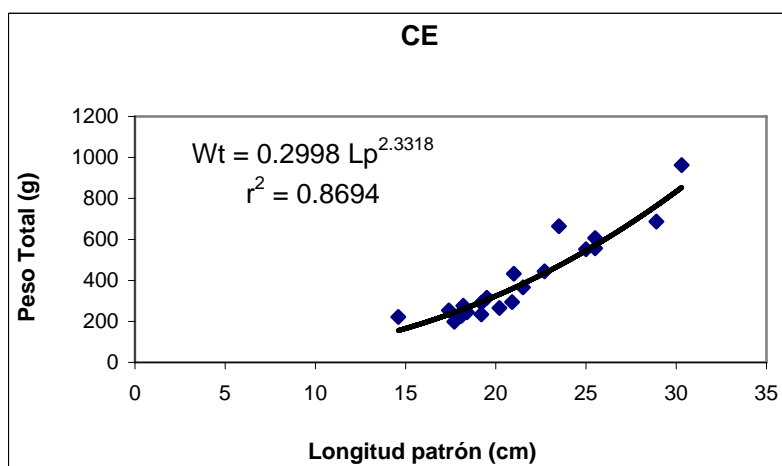
En gráfica de la figura 4-13 se observa la relación talla-peso para la carpa común de los meses muestreados, obteniendo un valor alométrico de  $b= 2.75$  que, al igual que las tilapias, las carpas tienen un crecimiento alométrico negativo en el que los organismos

tienden a crecer en mayor proporción en longitud que en peso sobre todo durante las tallas pequeñas para evitar la depredación. Como se observa en esta gráfica también, los datos se concentran entre los 16 y los 40 cm de longitud patrón, lo cual indica que el espectro de tallas se ha ampliado.

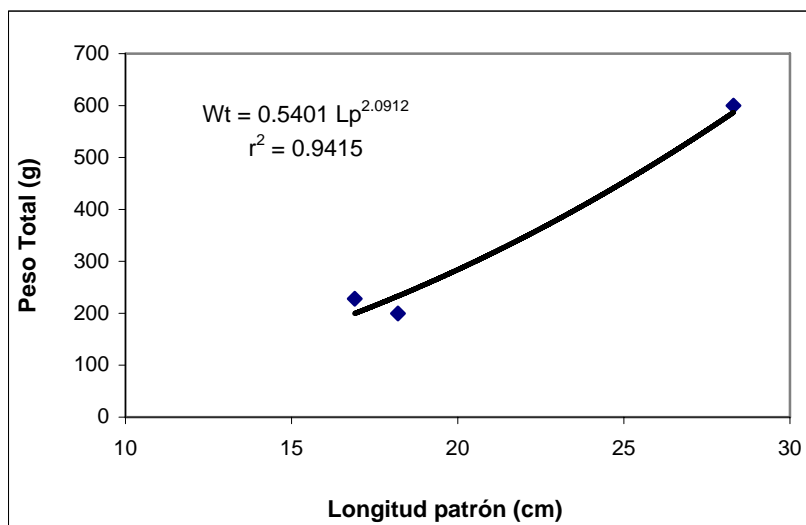


**Figura 4-13.- Relación talla-peso de la población de carpa común de la Presa Requena (Lp= Longitud patrón Wt= Peso total).**

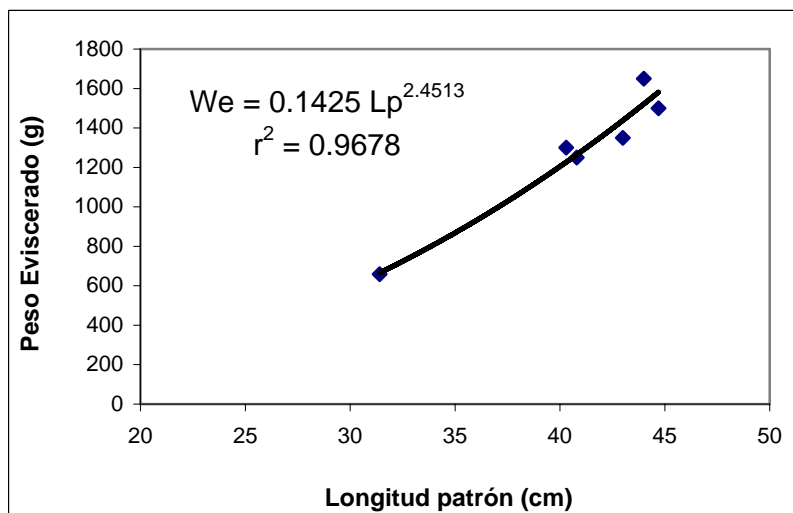
En las figuras 4-14, 4-15 y 4-16, se muestra la relación talla-peso para la carpa espejo, carpa de Israel y para la carpa herbívora, respectivamente; en los tres casos el crecimiento en longitud se da en mayor proporción que en peso ya que el valor alométrico es menor de 3.



**Figura 4-14.- Relación talla-peso en carpas espejo de la Presa Requena Lp= Longitud patrón, Wt= Peso total.**



**Figura 4-15.- Relación talla-peso para la población de carpa Israel de la Presa Requena  
Lp= Longitud patrón, Wt= Peso total.**



**Figura 4-16.- Relación talla-peso para la población de carpa herbívora de la Presa Requena  
Lp= Longitud patrón, Wt= Peso total.**

Por lo anterior se observa que las carpas en general alcanzan grandes tallas, sobresaliendo la carpa herbívora con registros de organismos de hasta 45 cm de longitud patrón, siendo las más grandes registradas en este estudio.

Es importante aclarar que en los registros de pesca no hay una separación de especies de carpa, por lo cual para la obtención de los parámetros de crecimiento se analizó la especie con mayor interés desde el punto de vista económico para los pescadores y la que

demuestra una mayor abundancia y factibilidad de caer en las redes, es decir, la carpa común.

En la carpa se encontraron hasta 6 anillos de crecimiento en las escamas, mismos que se forman como resultado de un evento reproductivo. Durante los muestreos se ha observado que la carpa se reproduce durante todo el año ya que se capturan organismos sexualmente maduros, sin embargo, es importante mencionar que se han identificado dos temporadas reproductivas principales muy marcadas (ver apartado de reproducción). Debido a que durante un año las carpas se reproducen principalmente en dos periodos diferentes, se consideró la formación de dos anillos de crecimiento en las escamas por año como consecuencia de la reproducción. En la presa Requena se capturan organismos con 6 anillos de crecimiento formados en las escamas como máximo, que corresponde a organismos con 3 años de edad y una talla de aproximadamente 26.4 cm de longitud patrón.

En la tabla 4-8, se muestran los valores de los parámetros de crecimiento ( $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ ) obtenidos a partir de las longitudes observadas en la lectura de escamas, así como las calculadas por medio del método de retrocálculo para la carpa común.

**Tabla 4-8.- Parámetros de crecimiento obtenidos a partir de la “lectura” de escamas de carpa común.**

<b>Parámetro</b>	<b>Valores</b>
$L_{\infty}$	50.3 $L_p = 55.3 L_t$
$k$	0.22
$t_0$	4.05

Esta especie presenta una longitud infinita ( $L_{\infty}$ ) de 50.3, lo cual indica que es la talla máxima que puede alcanzar este organismo en la presa si no fuese capturado.

El índice catabólico de  $k= 0.22$  indica que es una especie que en corto tiempo alcanzará sus tallas máximas, razón por la cual estas especies introducidas resultan tan atractivas para los acuicultores, al tener un metabolismo muy acelerado su crecimiento es muy rápido.

En la tabla 4-9, se observan los valores calculados de longitud para cada anillo de crecimiento que tendrían las carpas de la Presa Requena y la curva de crecimiento en

longitud por el método de Gompertz se observa en la Figura 4-17.

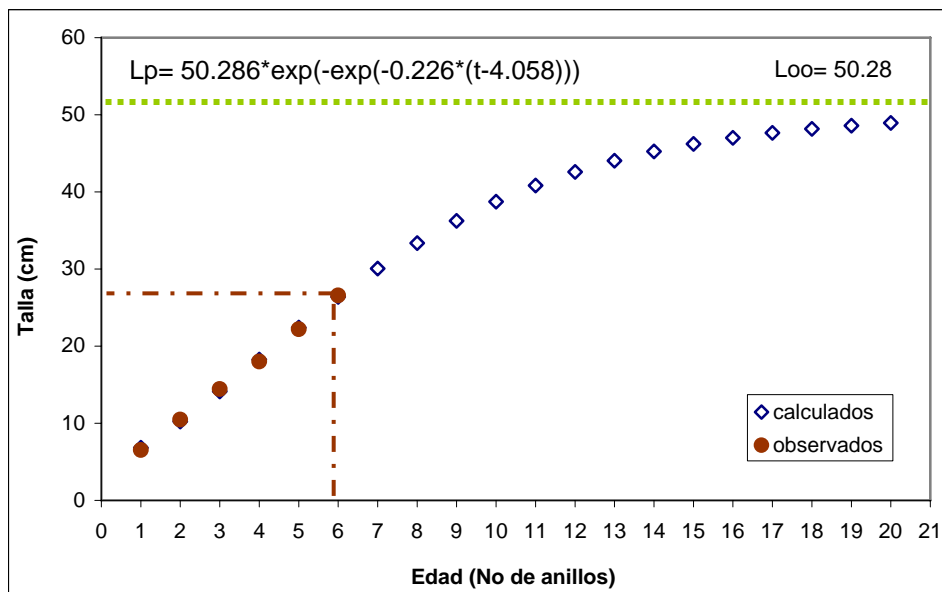
**Tabla 4-9.- Longitudes hipotéticas de la carpa calculados hasta el grupo de edad “20”.**

Grupos de edad (# de anillos de crecimiento)	Longitudes calculadas (cm)
1	6.832
2	10.232
3	14.12
4	18.256
5	22.409
6	26.389
7	30.066
8	33.362
9	36.249
10	38.73
11	40.831
12	42.588
13	44.044
14	45.24
15	46.218
16	47.014
17	47.658
18	48.178
19	48.597
20	48.934

Grupos de edad sobre los que recae la pesquería (caen con más frecuencia en las redes)

Tallas de organismos presentes en la Presa, los más grandes alcanzan tallas de más de 26 cm con una edad de 3 años

La flecha izquierda (en oscuro) muestra las tallas y edades correspondientes de los organismos que soportan la pesquería en la presa, es decir, organismos de 22 a 26 cm de longitud patrón con una edad de 2.5 a 3 años son los que caen con mayor frecuencia en las redes (alto porcentaje de captura a diferencia del resto de la población). La flecha derecha (en claro) muestra el intervalo de tallas que es capturado con menor incidencia, los organismos más grandes son los que tienen 3 años de edad alcanzando una talla de hasta 26.4 cm de longitud patrón en promedio.



**Figura 4-17. Curva de crecimiento en longitud por el método de Gompertz. El cuadro con línea punteada muestra la primera parte de la curva (los valores que se obtuvieron para la población muestreada a partir de escamas de carpa), el resto de la curva corresponden a valores hipotéticos o calculados.**

Como se observa en la figura 4-17, el mayor crecimiento se aprecia en las primeras etapas de vida de los organismos, cuando tienen 5 años (11 anillos de crecimiento en sus escamas) la curva se empieza a estabilizar, indicando que el crecimiento en longitud ya no se observa claramente pues se refleja un mayor crecimiento en peso.

#### 4.6.- PROPORCIÓN SEXUAL Y PERÍODO REPRODUCTIVO.

Entre los principales factores que influyen en la reproducción, están la edad, el crecimiento, la talla y la alimentación, hay otro factor importante que aporta información necesaria para conocer el potencial reproductivo, es la fecundidad.

La evaluación gonádica de hembras y machos tiene implicaciones desde el punto de vista ecológico como de cultivo, por lo que se requiere establecer parámetros como: la proporción de machos y hembras que garanticen la unión de productos sexuales durante la fecundación, la primera edad y talla a la cual se alcanza la madurez sexual, así como el establecimiento de la época reproductiva por lo cual, es indispensable para ésta área realizar



muestreos mensuales o bimensuales durante un año, y más aún en este cuerpo de agua en el que no se cuenta con ningún tipo de información desde el punto de vista pesquero.

En la Presa Requena se capturaron 345 tilapias y la proporción sexual correspondiente a cuatro meses de muestreo es de:

$$1 \text{ ♀} - 1.20 \text{ ♂}$$

es decir, por cada 100 organismos 41.5 son hembras y 58.5 son machos.

Con respecto al periodo reproductivo, el tiempo en el que se formaron los anillos de crecimiento en las escamas de la tilapia, indican la presencia de dos periodos de reproducción. El evento reproductivo más fuerte se da en el periodo de abril a mayo, que corresponde a temporada de sequías, estos meses presentan las temperaturas más altas del año, factor que facilita la reproducción de estos organismos, así también la cantidad de alimento que tienen disponible no es limitante razón por la cual estos dos factores favorecen la reproducción de las tilapias y un desove masivo en este periodo. El segundo pico reproductivo se presenta en el periodo de octubre a noviembre, el cual se ve favorecido por la época de lluvias: caracterizándose por el acarreo de materia orgánica y nutrimentos que llegan al embalse generando una gran cantidad de alimento disponible para los organismos, así como un gran volumen de agua adquirido (se llena la presa después de que se vacía del 60 al 70 %) y la cantidad de oxígeno disuelto es mayor. Estos factores favorecen que haya un periodo reproductivo en esta época el cual genera que haya un desove pero menor con respecto al que se efectúa en abril-mayo.

También durante estos meses de muestreo se capturaron un total de 189 carpas: 113 carpas común, 51 carpas espejo, 7 carpas de Israel y 18 carpas herbívora.

Para la Carpa común de la Presa Requena se capturaron un total de 113 organismos conformados por 35 hembras y 78 machos. A nivel general, se obtuvo una proporción sexual de:

$$1 \text{ ♀} - 2.2 \text{ ♂}$$

es decir, de 100 organismos hay 31.37 hembras y 68.62 machos que conforman a la población de carpa común. Es notable que los machos superen en cantidad a las hembras en

una proporción doble, lo cual describe un mecanismo más efectivo para asegurar la fecundación.

Con respecto a la población general de carpa espejo, se obtuvieron en total 51 organismos: 27 hebras y 24 machos. Por lo que de 100 organismos de carpa espejo, 53 son hembras y 47 son machos.

A nivel general se obtuvo entonces la siguiente proporción sexual:

$$1 \text{ ♀} - 0.88 \text{ ♂}$$

Con respecto al periodo reproductivo de las carpas se encontró durante los meses de muestreo que se reproducen durante todo el año, Obregón (1969) menciona que es posible que se reproduzcan cada tres meses. En las capturas realizadas durante los muestreos aparecieron organismos sexualmente maduros en todos los realizados, sin embargo se notan dos temporadas reproductivas principales para la carpa en un año. El primero se identificó en el periodo comprendido entre los meses de febrero a mayo, meses caracterizados por la época de sequía y por alcanzar las mayores temperaturas en el año. Lo cual propicia que se presente la reproducción, el crecimiento y el buen desarrollo de los organismos. La segunda temporada reproductiva se identificó en el mes de septiembre a noviembre, que coincide con la época de lluvias y favorece a que haya: una mayor volumen de agua en el embalse, lo cual acarrea materia orgánica y nutrientes al embalse, así como hay una mayor disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua.

#### TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL

Por medio del modelo logístico (King, 1995), se obtuvo la longitud media para la primera reproducción o longitud media de maduración sexual (P) la cual se define como la longitud a la cual el 50% de todos los individuos son sexualmente maduros. Para esto se utilizó la longitud (L), el número de organismos totales por muestreo y la proporción de organismos maduros.

$$P = \frac{1}{1 + \exp^{-r(L-Lm)}}$$

Para el caso de las hembras de tilapia (Figura 4-18), la talla mínima que presentan los organismos con una probabilidad del 50% de certeza de que ya hayan alcanzado su madurez sexual, corresponde a los 18 cm de longitud patrón. En el caso de los machos (Figura 4-19), alcanzan su madurez reproductiva a una talla de 19 cm.

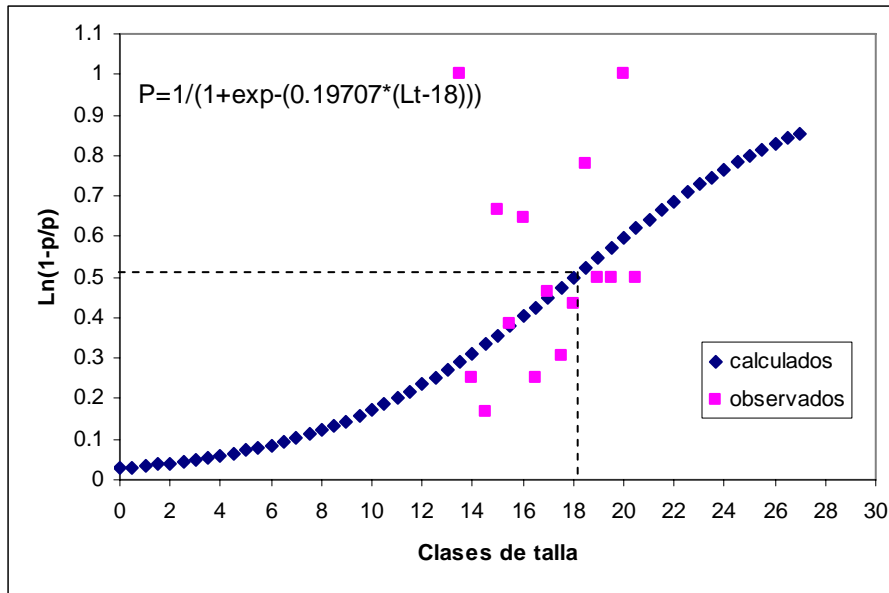


Figura 4-18. Talla de primera madurez sexual para hembras de tilapia de la presa Requena.

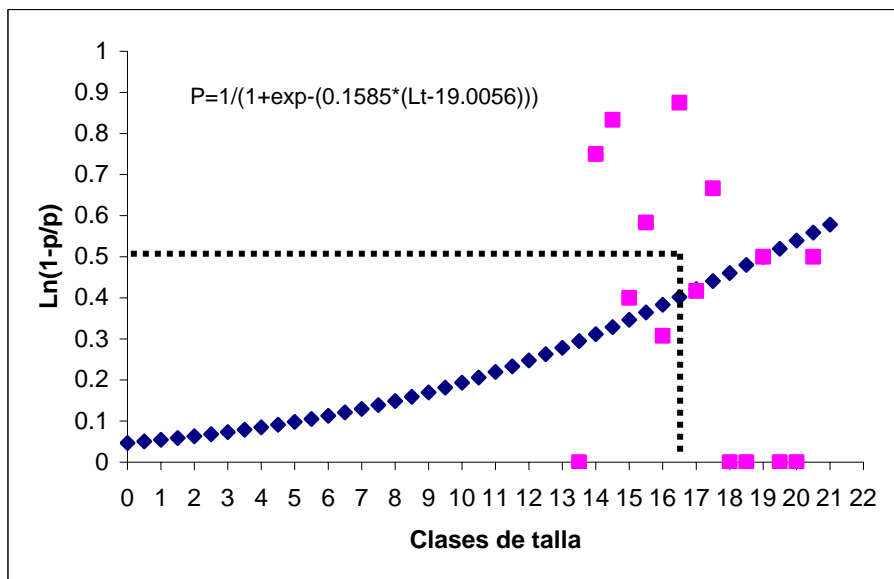


Figura 4-19.- Talla de primera madurez sexual para machos de tilapia de la Presa Requena.

En contraste con lo anterior, se ha observado que en la mayoría de los casos, la talla de la tilapia capturada es menor a la talla a la que alcanza su madurez sexual. En los registros que se han obtenido a lo largo de los muestreos se ha confirmado que más del 10% de organismos juveniles que no han madurado sexualmente son capturados por las redes de arrastre. En el caso de las hembras se capturan alrededor del 77% de organismos menores a los 18 cm, mientras que para el caso de los machos la cifra es aún mayor, elevándose a 93% de organismos capturados menores a los 19 cm. Es pertinente mencionar que sólo un porcentaje pequeño de la población corresponde a organismos menores a estas tallas y que ya se encuentran con gónadas maduras, sin embargo es importante recalcar que la mayoría son organismos que no están sexualmente maduros, razón por la cual es importante tomar en cuenta esta información para evitar dañar a organismos juveniles. Las hembras maduran sexualmente alrededor de los 18 cm y los machos a una talla de 19 cm y debido a que un gran número de individuos juveniles (menores a las tallas mencionadas) son capturados por las redes, es importante considerar el uso de artes de pesca con aberturas de malla no menores a 4.0 pulgadas y prohibir el uso de redes de arrastre, atarrayas, etc, que son artes de pesca caracterizadas por no seleccionar tallas.

Con respecto a la carpa, la talla de madurez sexual para el caso de las hembras se encontró alrededor de los 25 cm, mientras que en el caso de los machos maduran sexualmente a los 20 cm de longitud patrón.

Durante los muestreos se han registrado tallas menores a los 25 cm y 20 cm para hembras y machos respectivamente, siendo más del 10% de la captura total la que está conformada por organismos inmaduros sexualmente. Se ha estimado que se obtienen aproximadamente 43.7% de hembras menores de 25 cm que aparecen en los registros de captura, mientras que es más bajo el porcentaje en comparación con los machos ya que corresponde a un 18% de organismos menores a los 20 cm. Por esta razón se recomienda prohibir el uso de artes de pesca que no sea selectivo como es el caso de las atarrayas y las redes que funcionan como de arrastre y en su defecto agalleras menores a 4.5 pulgadas de abertura de malla.

Para realizar los estudios de reproducción se llevó a cabo el análisis de ovarios y testículos, diferenciándolos de acuerdo a la escala de madurez gonádica propuesta por Hilge (1977) la cual hace referencia a los siguientes estadios gonádicos: I inmaduro, II maduración, III maduros y IV desovados.

Para estimar la fecundidad se analizaron las gónadas de hembras maduras o en estadio III de tilapias y carpas. Se determinó un intervalo en tilapias de 1180 a 8496 huevecillos con una fecundidad media de 3576.54 folículos para organismos entre 13.7 a 20.3 cm de longitud patrón.

A través del análisis de las gónadas y del conteo directo de los huevecillos, se obtuvieron las gráficas de fecundidad absoluta para las tilapias de la Presa Requena (Figuras 4-20 y 4-21).

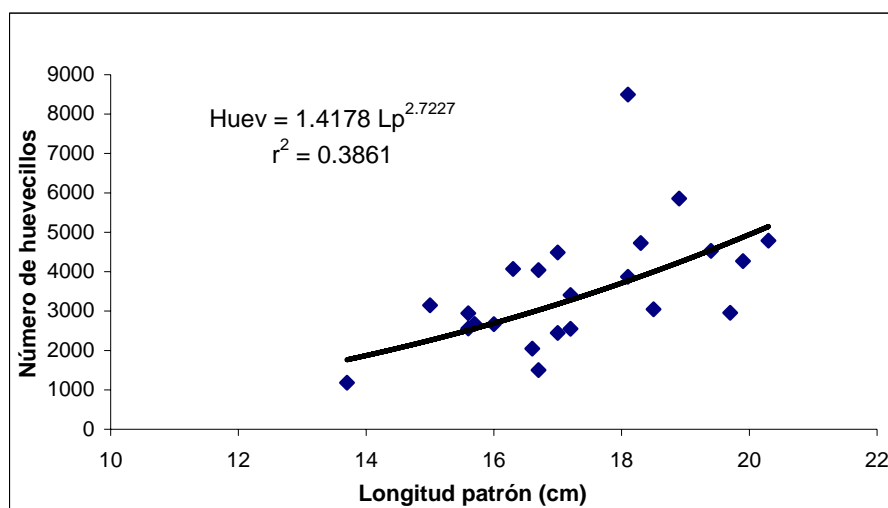
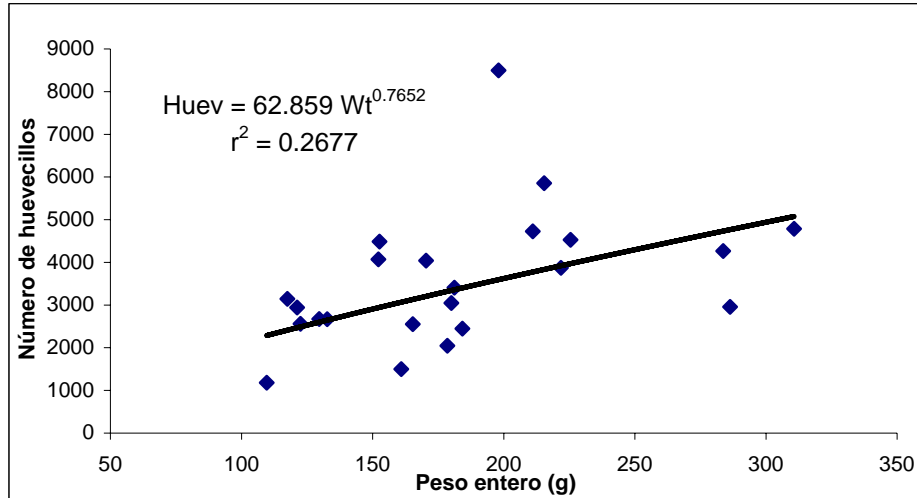


Figura 4-20.- Fecundidad absoluta referida a la longitud patrón de las hembras de tilapia del periodo comprendido de febrero-abril del 2007.



**Figura 4-21.- Fecundidad absoluta referida al peso entero de las hembras de tilapia del periodo comprendido de febrero-abril del 2007.**

Como se observa en las gráficas anteriores (Figuras 4-20 y 4-21) existe una tendencia por parte de las hembras a producir una mayor cantidad de huevecillos conforme aumentan en longitud como en peso, sobre todo se observa más claramente en la variable longitud, ya que se ha visto que las tilapias de esta presa particularmente no alcanzan grandes tallas, que como ya se mencionó anteriormente se debe a una serie de factores que han contribuido a la disminución de las tallas de estos organismos.

Lo anterior también indica que conforme el organismo aumenta en talla y peso una vez que ha alcanzado su madurez reproductiva, desarrollará un mayor número de huevecillos que, aunado a los cuidados parentales que tiene con las crías aumenta las posibilidades de dejar mayor descendencia y perpetuar la especie, sin embargo, cuando las hembras entran a la etapa de senilidad, el número de huevecillos que producen es menor, es decir, su potencial reproductivo disminuye y por lo consiguiente, el número de huevecillos en la puesta para la posterior fertilización por parte de los machos será menor. De acuerdo con esto, los organismos con alto potencial reproductivo son hembras y machos con gran talla y peso en etapa juvenil a madura. Es importante aclarar que siempre se deben respetar, cuidar y proteger a los organismos juveniles (menores a los 13 cm de longitud total) para asegurar que se reproduzcan por lo menos una vez antes de ser capturados y no poner en riesgo a la población de tilapias aún cuando se resiembre, para que se lleven a cabo los procesos reproductivos de manera natural.

#### 4.7.- ESTIMACIONES DE ABUNDANCIA.

En relación al cálculo del tamaño poblacional de la presa Requena se utilizaron los valores de producción de dos años consecutivos en los cuales el valor del esfuerzo fue más o menos similar para todos los productos pesqueros. Esta información junto con los muestreos realizados en campo nos permitieron saber el número de individuos que componían cada captura y así aplicar la fórmula para la estimación de la abundancia por el Método de dos capturas de Seber-Le Cren (1967):

$$Nt = N_1^2 / (N_1 - N_2)$$

Los años a utilizar fueron los años 2002 y 2003. En cuanto a las producciones se tiene :

- En lo que se refiere a la carpa, en 2002 se obtuvo una producción de 62,780.00 kg y para el 2003 una producción de 41,056.37 kg. Cabe destacar que debido al tipo de bases de datos que maneja SAGARPA es imposible hacer las estimaciones respectivas para las distintas especies y subespecies de carpas que cohabitan en el embalse.
- Para Charal se tuvo en 2002 una producción de 35,155 kg y en el 2003 se obtuvo 9,655 kg.
- Y por último en lo referente a tilapia se capturaron en el 2002 una producción de 62,780 kg y en el 2003 se obtuvieron 14,737.79 kg.

Con base en los datos reportados y aplicando la fórmula propuesta de Seber y Le Cren se obtuvo un valor de 90,715 organismos de carpa, alrededor de 28'509,205 organismos de charal y aproximadamente 683,837 organismos de tilapia.

#### 5.- ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN EL EMBALSE

La presa Requena, tiene un papel importante en la zona ya que en ella se desarrollan actividades pesqueras, actualmente este embalse cuenta con una superficie de 670 hectáreas

para la pesca comercial, teniendo un impacto a nivel regional.

## 5.1.- PESCA COMERCIAL

### A) PRODUCCIÓN PESQUERA GLOBAL Y POR ESPECIES

Los pescadores que habitan en las inmediaciones de la presa Requena se dedican principalmente a la extracción de carpa, tilapia y charal, de acuerdo a los reportes de captura oficiales proporcionados por la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA.

Los registros de captura de carpa de la presa Requena proporcionados por SAGARPA, muestran una captura de alrededor de 52 toneladas para el año 1990 y en los años posteriores se observa una oscilación de la producción con altibajos como en 1995 y 1996 donde la producción fue muy baja al igual que en 1999. Los mayores picos de producción se observaron en 1997 con 70.6 toneladas, para el 2001 se capturaron 73 toneladas, las producciones máximas obtenidas de este recurso oscilan entre las 65 y 70 toneladas anuales. (Figura 5-1). El patrón general de captura muestra un aumento en la producción de carpa en los años recientes.

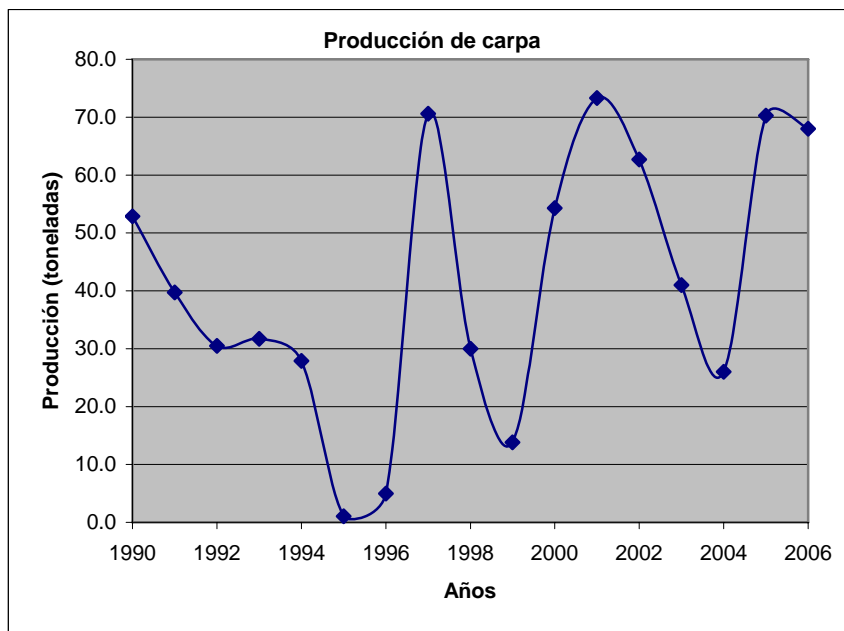


Figura 5-1.- Producción Histórica de Carpa en la Presa Requena.



Los registros de la producción de tilapia en la Presa Requena datan del año 2000 hasta la fecha, en la que se capturaron cerca de las 56 toneladas, de ahí en adelante se a observado un claro incremento en la producción, la cual alcanzó su máximo en el año de 2005 con más de 159 toneladas producidas (Figura 5-2).

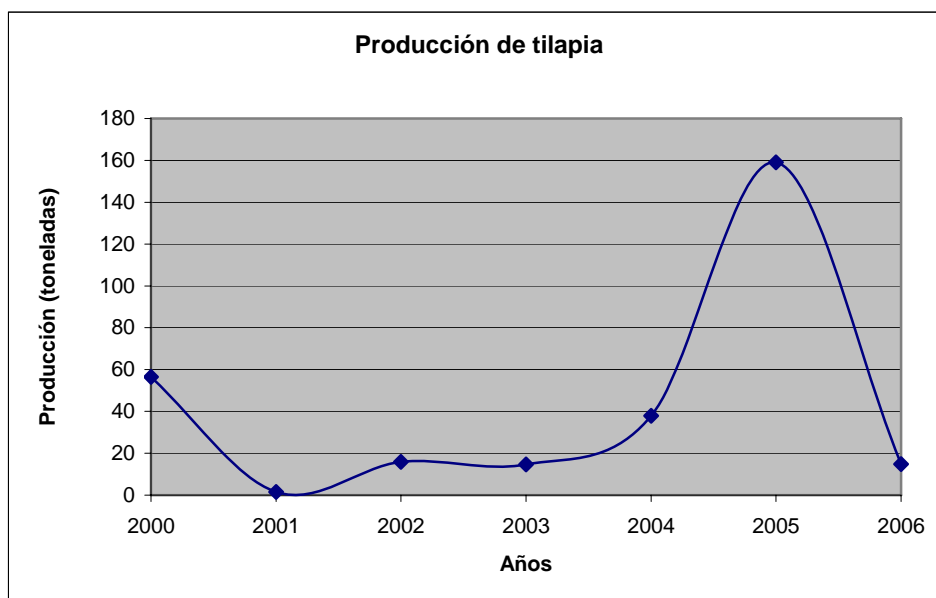
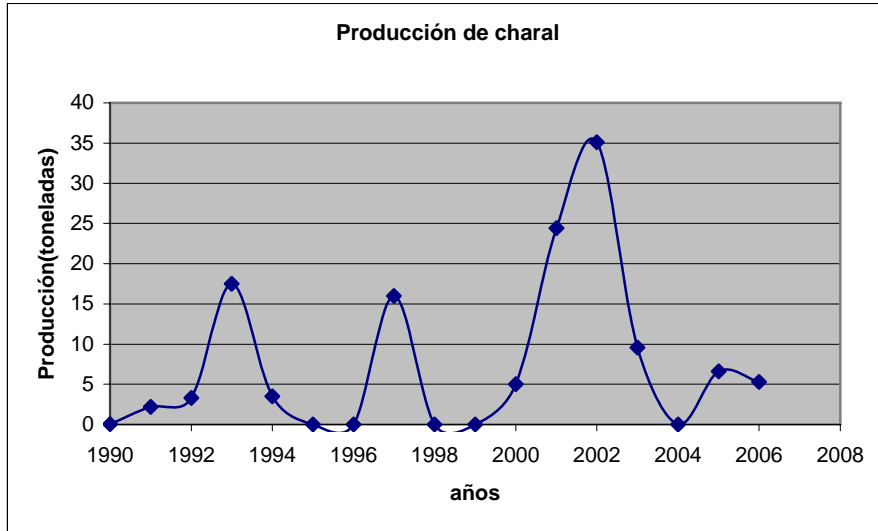


Figura 5-2.- Producción histórica de tilapia, en la presa Requena.

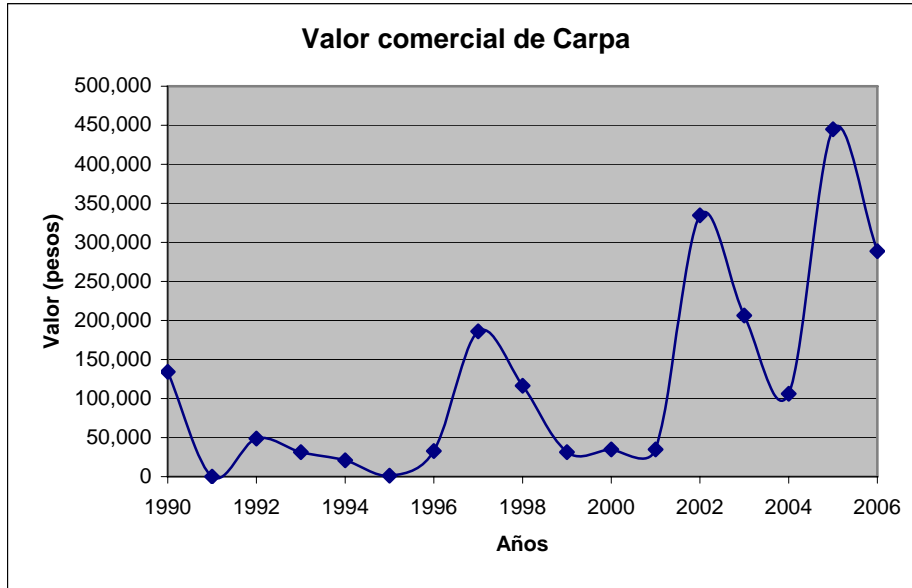
Los registros de captura de charal para la presa Requena datan desde 1992 fecha en la que se produjo menos de 0.2 toneladas, es importante remarcar que la producción de charal con base en los registros proporcionados por SAGARPA, muestran muchos altibajos en la producción. Para el año 2001 se obtuvo una producción de 24 toneladas y para el 2002 se registró la máxima captura con 35 toneladas, es importante hacer notar que para los años subsecuentes se ha observado un importante decremento en la producción (Figura 5-3). Actualmente este recurso no ha generado demanda en el mercado, por lo que los pescadores no lo explotan y esto se ve reflejado en los registros de captura.



**Figura 5-3.- Producción histórica de charal en la Presa Requena.**

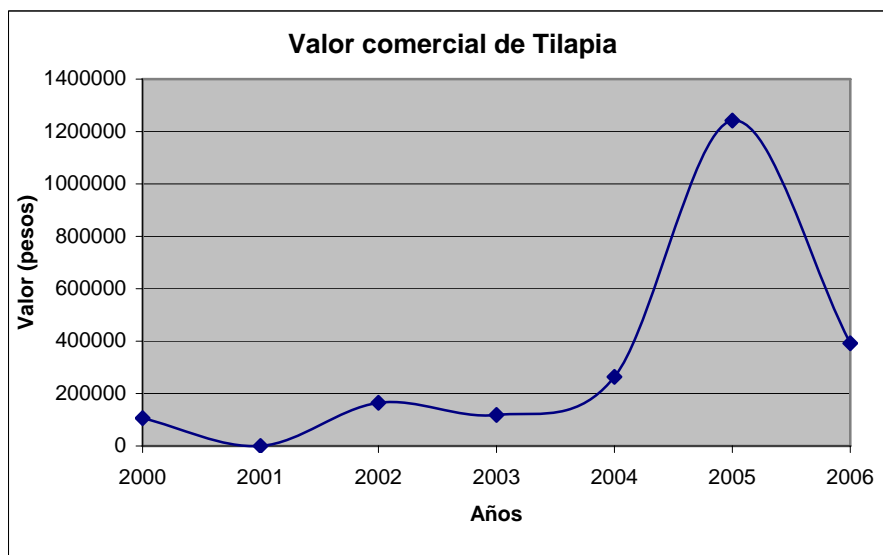
## B) VALOR ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN

El valor generado por la producción de carpa en la presa Requena ha aumentado desde 1990 a la fecha. En 1990 se obtuvieron cerca de \$150 mil pesos por la venta de la producción anual, y alcanzó los \$450 mil en el 2004 (figura 5-4). El rendimiento claramente ha aumentado gradualmente. Lo que es un hecho el aumento del valor comercial de la carpa varía con el tiempo, de acuerdo al precio y demanda que tenga en el mercado el producto y sobre todo al tamaño del volumen producido.



**Figura 5-4.- Valor comercial histórico de la producción de carpa en la presa Requeña**

El valor comercial anual que ha generado la tilapia a lo largo del tiempo en la presa Requeña muestra un claro incremento. En el año 2000, es el primer registro que se tiene, año en el que se registró una ganancia de \$100 mil pesos, cifra que año tras año se vio incrementada y alcanzó su máximo en el 2005, cuando se obtuvo una ganancia de un millón de pesos, es importante hacer notar una caída muy drástica del valor comercial obtenido para el 2006 (Figura 5-5), sin embargo, este puede estar relacionado con el volumen producido en ese año.



**Figura 5-5.- Valor comercial de la producción histórica de tilapia para la presa Requeña.**

El valor de la producción del charal en la presa se ha visto incrementado a lo largo del tiempo, ya que en 1992 se obtuvo una ganancia de \$10 mil y para el año 2001 esta alcanzó los \$190 mil (Figura 5-6). Es muy claro que la pesquería de charal al igual que la tilapia y carpa han generado mayores ganancias en los últimos años, situación que pudo ser debida a diferentes razones, entre ellas, el aumento 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.

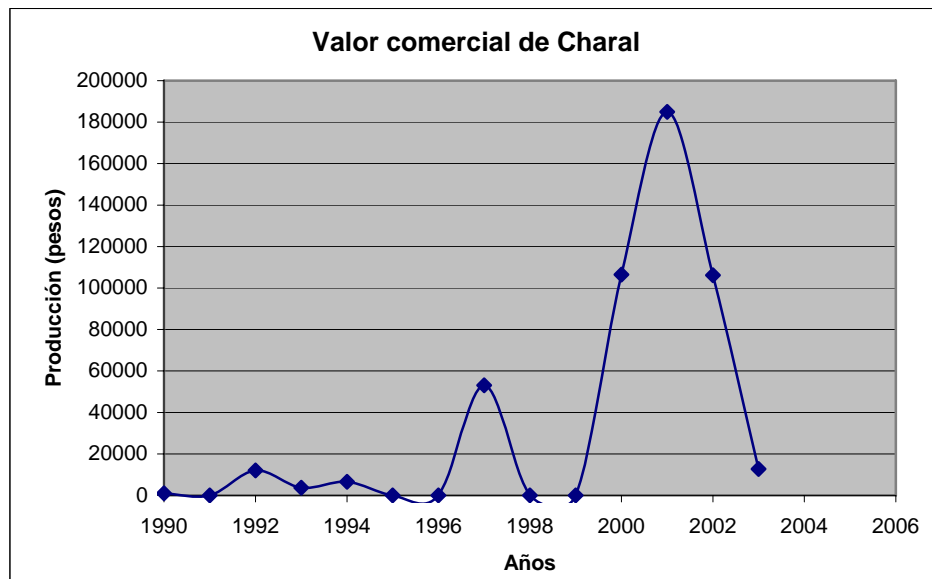


Figura 5-6.- Valor comercial de la producción histórica de Charal en la presa Requena.

### C) DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

La producción de carpa, tilapia y charal es vendida principalmente en el Mercado de Tezontepec y de manera local.

### D) RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN INCLUYENDO TEMPORADAS, SISTEMAS DE PESCA POR TIPO Y CANTIDAD Y DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES.

El régimen de explotación se da todo el año, es decir, no hay vedas establecidas

para las distintas especies que se explotan en el embalse.

La explotación pesquera se realiza diariamente de lunes a sábados. El tendido de redes se realiza aproximadamente a las 7:00 am y se recogen a las 5:00 pm.

Se tienen registrados dos centros de acopio: la Organero, Ejido San Marcos; y la Calzada, Hacienda Caltenco.

Todo tipo de operaciones de colecta del producto, sin importar la especie, se realiza con lanchas del tipo de canoa. Normalmente la revisión de redes agalleras la realiza un solo individuo, se realiza sin ayuda. Por otro lado, para el manejo del chicorro es necesaria la participación de 5 a 8 pescadores.

#### E) REGULACIONES PESQUERAS ACTUALES Y ANÁLISIS SOBRE SUS EFECTOS EN EL APROVECHAMIENTO ACTUAL

Con base en encuestas directas con miembros de la cooperativa de la presa la Requena, no existe como tal un documento en el que se tengan consideraciones sobre el sistema de explotación de la gente dedicada a la actividad pesquera, sólo existe el permiso de explotación pesquera, el cual es refrendado cada año, por lo que este documento pretende ser la base para la elaboración de una norma oficial sobre el aprovechamiento de los recursos pesqueros de la presa la Requena.

#### F) INFRAESTRUCTURA PESQUERA EXISTENTE

Según el permiso de pesca vigente (313003994-76) se tienen los siguientes tipos de redes de pesca:

- 102 Redes agalleras de enmalle elaboradas con hilo de nylon, con diámetro de 0.3 mm, luz de malla mínima de 114.3 mm (4.5 pulgadas), longitud máxima de 110 metros, caída o altura máxima de 5 metros.
- 68 Redes agalleras de enmalle elaboradas con hilo de nylon, con diámetro de 0.3 mm, luz de malla mínima de 88.9 mm (3.5 pulgadas), longitud máxima de 110

metros, caída o altura máxima de 2.5 metros.

- 34 atarrayas construidas de hilo de nylon con diámetro de 0.3 mm o menor, luz de malla mínima de 101.6 mm (mínimo 4 pulgadas), diámetro máximo de 3.5 metros.

Según el Diario Oficial de la Federación publicado el 15 de marzo de 2004 se cuenta con 39 embarcaciones propulsadas con remo y 294 artes de pesca.

Según la encuesta realizada a los miembros de la Sociedad de Solidaridad Social “Producción Pesquera Pescadores Unidos de la Presa Requena 20 Arcos” se tienen:

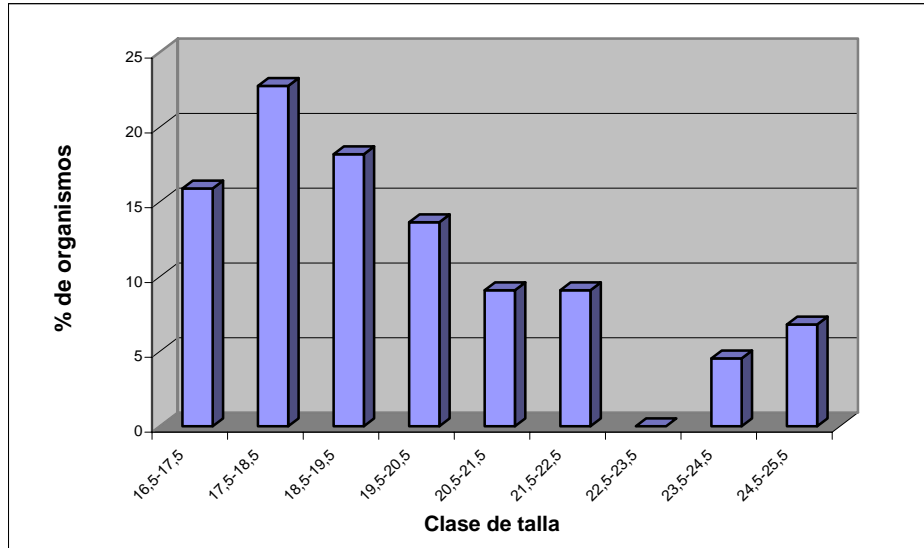
- 100 Redes agalleras de enmalle con luz de malla mínima de 114.3 mm (4.5 pulgadas), longitud máxima de 110 metros, caída máxima de 5 metros.
- 34 Redes agalleras de enmalle con luz de malla mínima de 88.9 mm (3.5 pulgadas), longitud máxima de 110 metros, caída máxima de 2.5 metros.
- 10 Charaleras de enmalle con luz de malla mínima de 5mm, longitud máxima de 25 metros, caída máxima de 1.5 metros.

Se cuenta con 40 embarcaciones de tipo canoas propulsadas por remos, construidas a base de fibra de vidrio, con las siguientes características:

Eslora:	4.45 m
Manga:	1.05 m
Calado:	0.55 m

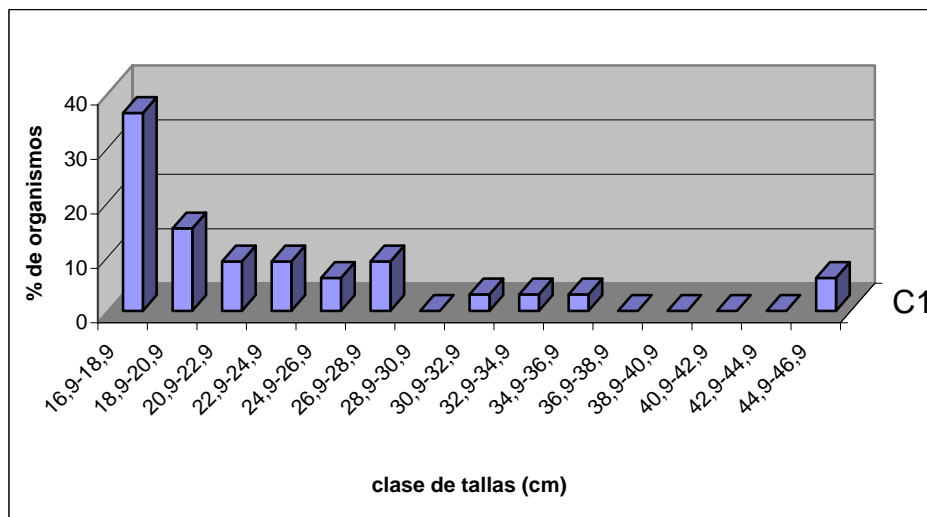
#### G) TALLAS MÍNIMAS DE CAPTURA

Las tallas mínimas de captura registradas para la tilapia en relación a los muestreos realizados, indicaron que las redes utilizadas en la presa de la Requena, capturan organismos entre 17 y 25 cm de longitud total, quedando registrada como talla mínima de captura 17 cm (Figura 5-7). Mientras que la talla mínima de captura con el chinchorro con abertura de malla de 2 pulgadas es de 13.5 cm de longitud patrón y que la talla mínima para la red agallera de 3.5 pulgadas es de 15.1 cm.



**Figura 5-7.- Clase de talla y número de organismos de tilapia, en la presa Requeña.**

El intervalo de tallas registrado para las carpas varió de 17 a 45 cm de longitud total en el que tenemos registrado como talla mínima de captura organismos de 17 cm de longitud total (Figura 5-8). Hablando en términos generales de la carpa, la talla mínima de captura con el chinchorro con abertura de malla de 2 pulgadas es de 16.6cm de longitud patrón y que la talla mínima para la red agallera de 3.5 pulgadas es de 23 cm.



**Figura 5-8.- Clase de talla y número de organismos de carpa en la presa Requeña.**

En el caso del charal, la talla mínima de captura con la red agallera de 0.5cm es de 5.6 cm de longitud patrón.

## H) SELECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE PESCA ACTUALES

Las redes de enmalle utilizadas para la pesca de tilapia tienen una incidencia mayor sobre organismos que oscilan entre los 17 y 25cm de longitud total, capturando en mayor número organismos que miden entre 18 y 19cm. Por lo que la mayor presión de pesca se genera sobre las tallas de 18 y 19cm.

En el caso de las carpas, el intervalo de captura varió entre los 17.9 y 45cm de longitud total, de tal manera que el intervalo de mayor incidencia de captura se encuentra entre organismos que miden de 17 a 21.9cm de longitud. Es decir con base en esta información la mayor presión de pesca se lleva a cabo sobre organismos de 17 y 22 cm.

## 6.- EVALUACIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO

### 6.1.- CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO

La captura por unidad de esfuerzo es una manera de estandarizar la captura en relación al esfuerzo y nos permite evaluar en que temporada se obtuvo un mayor rendimiento y si este fue propiciado por un aumento en el esfuerzo o fue debido a una mayor disponibilidad del recurso y nos permite conocer la tendencia de la producción por pesca a lo largo del tiempo (Sparre, 1997 ó 1995).

Se realizó una descripción de las dos últimas temporadas de pesca reportadas en las bitácoras de la SAGARPA (2005 y 2006), ya que tenían completas las series de captura y esfuerzo, además de que nos permite conocer como ha sido la variación de estas variables en los últimos años.

La captura por unidad de esfuerzo para la tilapia durante el 2005 fue mayor durante los meses de junio a septiembre y posteriormente se observó un decremento durante los meses de octubre a diciembre, meses en los cuales las condiciones ambientales como la temperatura comienzan a disminuir y esto ocasiona que los organismos busquen otros sitios



donde las condiciones sean más viables, generalmente se mueven hacia áreas de mayor profundidad escapando así de las redes. Por otra parte es posible visualizar que la reducción de la captura se encuentra relacionada con la disminución del esfuerzo de pesca aplicado (poner número de figura). Para el 2006 se registró una mayor captura por unidad de esfuerzo durante los meses enero a abril y una disminución durante los meses de mayo a agosto (Figura 6-1 y 6-2)

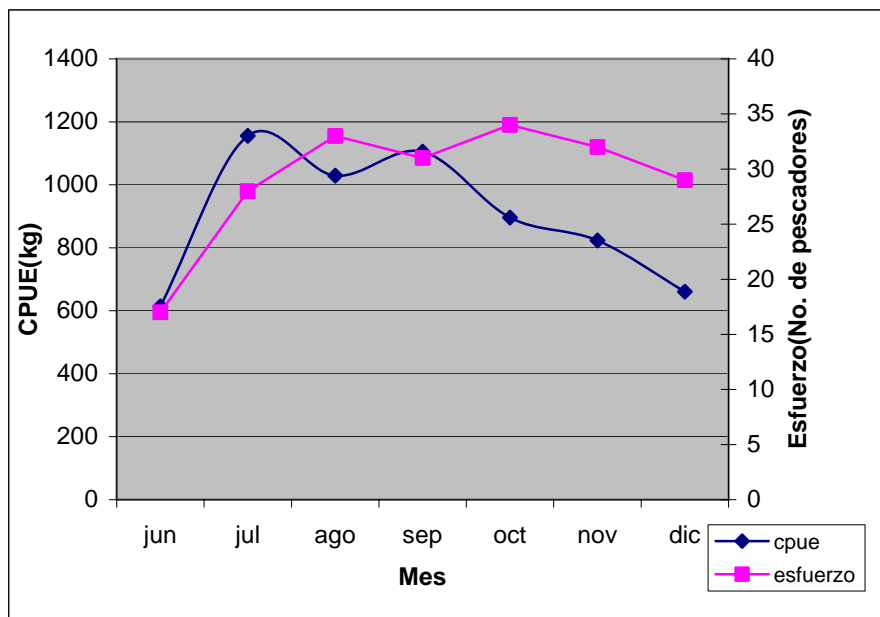


Figura 6-1.-Captura por unidad de esfuerzo de la tilapia para el año 2005.

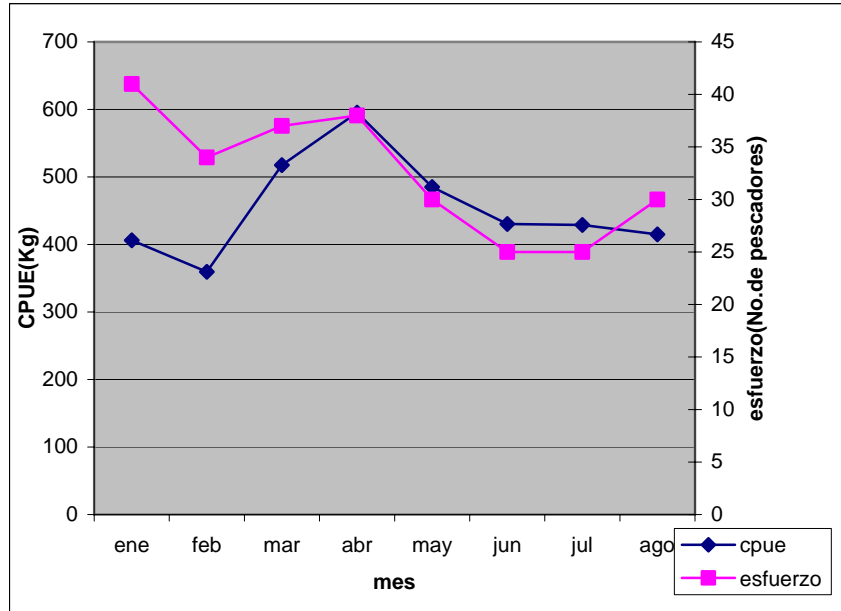


Figura 6-2.-Captura por unidad de esfuerzo de la tilapia para el año 2006.

Para el caso de la carpa durante el 2005 la captura por unidad de esfuerzo fue mayor durante los meses de septiembre a diciembre y esta fue menor durante los meses de junio y agosto. Para el año del 2006 la captura por unidad de esfuerzo que se registro fue mayor durante los meses de enero a abril y disminuyo durante los meses de mayo a Agosto (Figura 6-3 y 6-4).

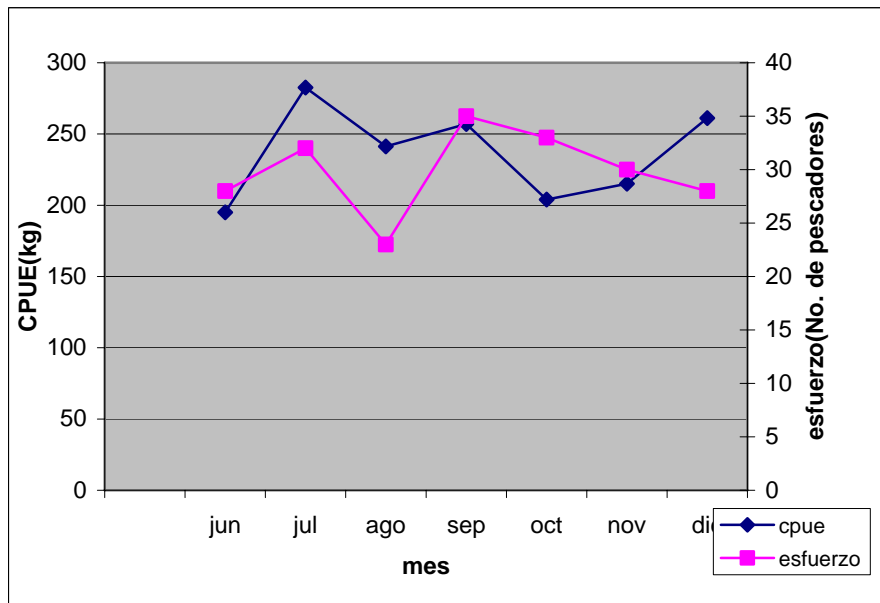


Figura 6-3.-Captura por unidad de esfuerzo de la carpa para el año 2005.

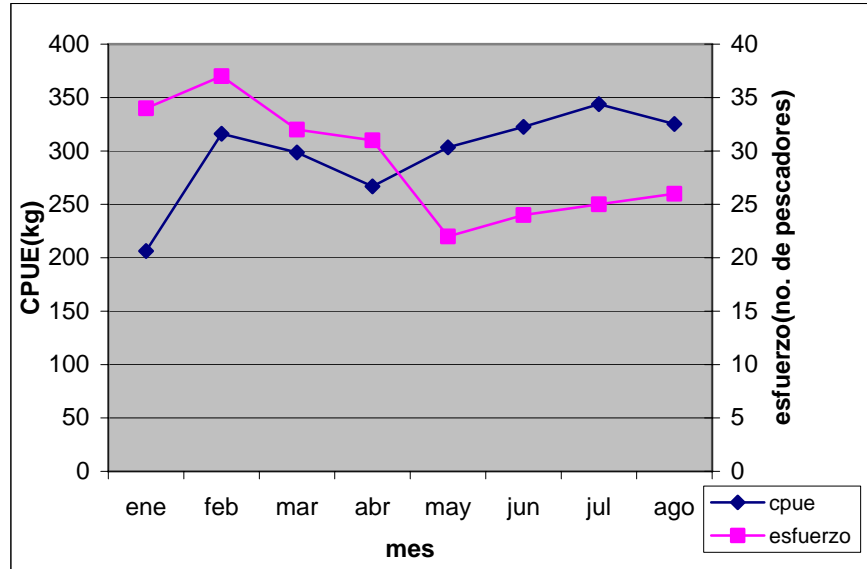


Figura 6-4.-Captura por unidad de esfuerzo de la carpa para el año 2006.

La captura por unidad de esfuerzo en el caso del charal en el 2005 registró una mayor captura durante el mes de julio posteriormente en agosto y septiembre se observó una disminución en la captura aunque el esfuerzo se mantuvo constante (Figura 6-5), esta variabilidad puede estar asociada a que el charal ha perdido demanda en el mercado y los pescadores han perdido el interés en la pesca de este recurso, únicamente lo pescan sobre pedido y sobre tallas específicas que son solicitadas por parte del comprador. En el 2006 se observa una serie de altibajos en la producción que son generadas por la misma demanda y por la pérdida de interés por parte de los pescadores (Figura 6-6). Claramente en el caso del charal podemos observar que el valor de la captura esta relacionada directamente con el valor de esfuerzo empleado.

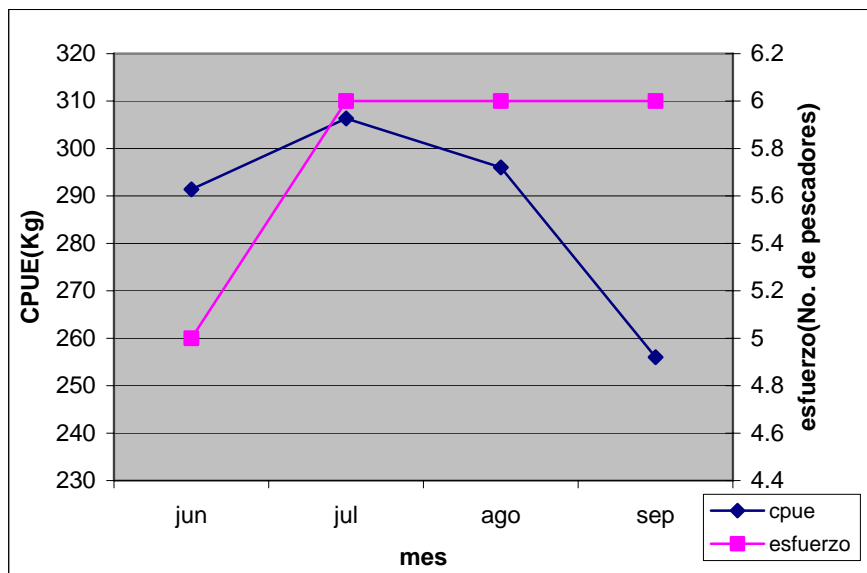


Figura 6-5.-Captura por unidad de esfuerzo del charal para el año 2005.

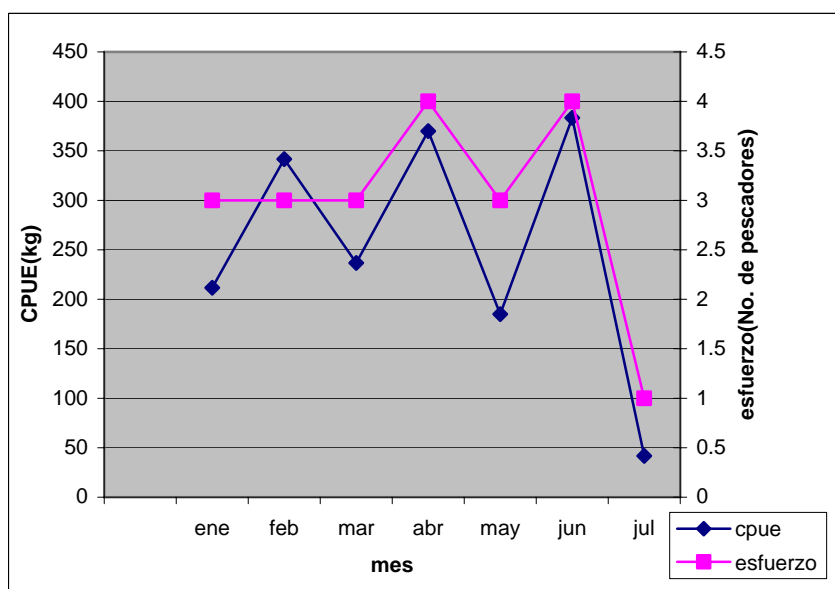


Figura 6-6.-Captura por unidad de esfuerzo del charal para el año 2006.

## 6.2.- PESCADORES ACTIVOS

La presa cuenta con una Sociedad de Solidaridad Social denominada “Producción Pesquera de Pescadores Unidos de la Presa Requena 20 Arcos”, la cual agrupa a 40 socios. De los cuales los 40 se dedican a la pesca de tilapia y carpa, y únicamente 10 personas se dedican a la pesca de charal.

### 6.3.- CARACTERIZACIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO

El esfuerzo de pesca registrado en las bitácoras de los pescadores está medido por el número de días efectivos de pesca y por el número de pescadores activos.

Es importante hacer entender a los pescadores que la medida del esfuerzo es de suma importancia para poder realizar un análisis confiable de la pesquería, además de tener una base de datos histórica con la información de la captura y la medida de esfuerzo completa. De acuerdo a las bases de datos proporcionadas por SAGARPA Hidalgo, en los dos últimos años de pesca se ha ejercido una mayor presión de pesca sobre la tilapia y la carpa.

### 6.4.- PRESIÓN A LAS PESQUERÍAS, POR ESFUERZO PESQUERO

Una primera aproximación que permite conocer y expresar el éxito que se pudiera haber tenido una temporada de pesca lo da la cifra de la captura total. Pero esta captura puede 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 aún cuando la captura total hubiera sido alta. En otros casos puede haberse obtenido una captura acumulada baja, pero si esta ha sido obtenida por unas pocas embarcaciones que lograron siempre llenar sus bodegas, la campaña de pesca podría considerarse como exitosa. De ahí que una mejor imagen del éxito de una temporada de pesca lo dé la captura por unidad de esfuerzo. Que 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, 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. 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 ya las capturas no aumentan, y más bien, 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, produciendo la quiebra, el retiro o inactividad de muchos pescadores y empresarios de pesca. 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 la 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

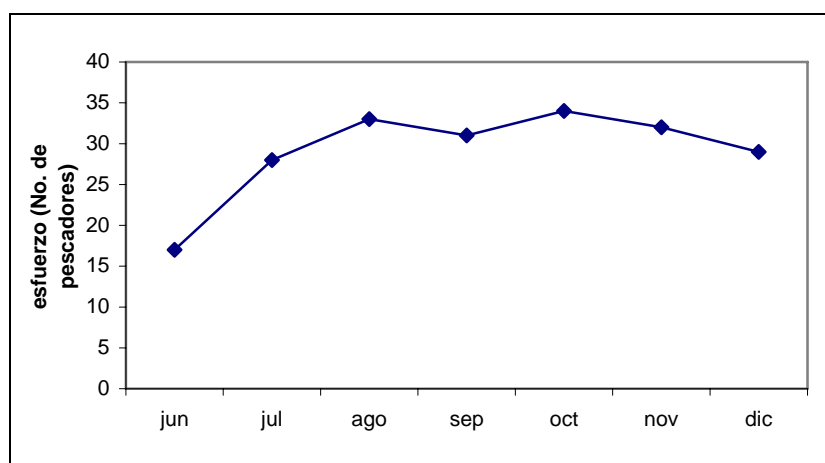
La población sale entonces del estado de equilibrio en que se encontraba y comienza a disminuir a medida que aumenta el esfuerzo y la mortalidad por pesca. Esto debido a que a este nivel, tan próximo al nivel de saturación del medio, la capacidad de crecimiento y de reproducción de la población ha disminuido 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. 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 ya las capturas no aumentan, y más bien, 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, produciendo la quiebra, el retiro o inactividad de muchos pescadores y

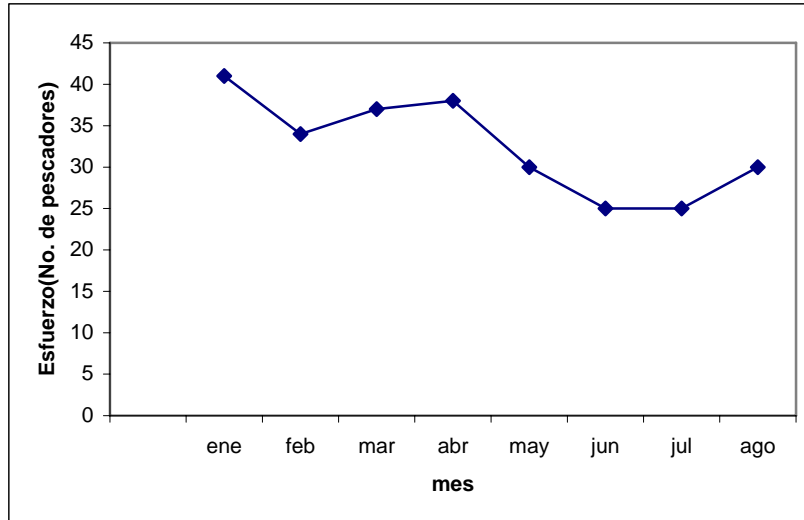
empresarios de pesca. De producirse a tiempo esta reducción del esfuerzo de pesca la población puede recuperarse y comenzar a crecer nuevamente, con lo cual se podrá tratar de encontrar un nivel de equilibrio adecuado. Pero si el esfuerzo de pesca sigue creciendo o sigue manteniéndose a los niveles que produzcan la sobreexplotación lo más probable es que se produzca una grave reducción de la población y el colapso de la pesquería.

El esfuerzo de pesca aplicado a la tilapia en el 2005 vario entre 15 y 35 pescadores que se han dedicado a la extracción de tilapia, los meses en los que se aplicó un mayor esfuerzo de captura fueron agosto y octubre de este año. Para el 2006 el esfuerzo aplicado fue mayor durante los meses de enero y abril. Es importante remarcar que hay un reporte por parte de SAGARPA de 40 permisos para la captura de este recurso por lo que el esfuerzo de pesca se ha mantenido constante dentro del límite permitido por las autoridades, la variación del esfuerzo esta en relación a diferentes factores: biológicos, climatológicos y sociales inclusive, ya que el recurso presenta variaciones de abundancia a lo largo del año, presenta una mayor demanda por temporadas y en ocasiones los factores climatológicos no permiten al pescador salir a pescar.



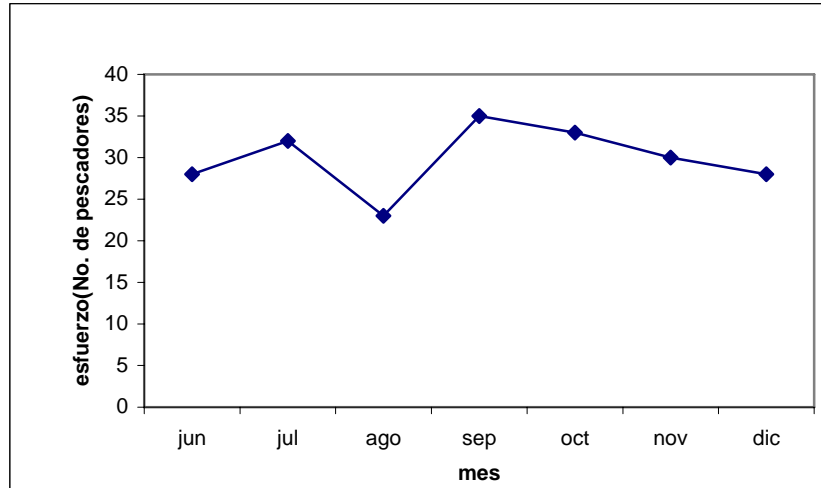
**Figura 6-7.- Variación del esfuerzo de tilapia en el año 2005.**



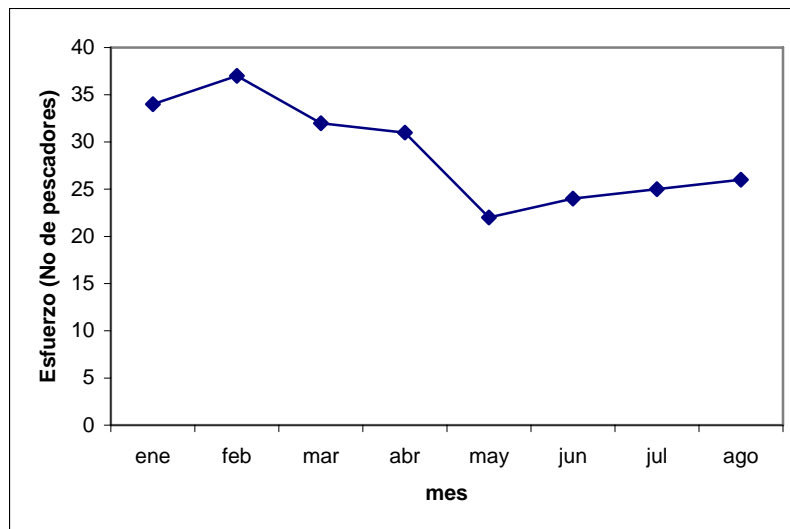


**Figura 6-8.- Variación del esfuerzo de tilapia en el año 2005.**

El esfuerzo de pesca aplicado para la captura de carpa durante el 2005 presentó un intervalo comprendido entre 23 y 35 pescadores dedicado a la captura de este organismo, los meses en los que se aplicó un mayor esfuerzo de pesca correspondieron a julio y septiembre, mientras que para el 2006 se aplicó un mayor esfuerzo para los meses de febrero y marzo. La carpa al igual que la tilapia, presenta las mismas variaciones del esfuerzo a lo largo del año, es importante remarcar que el esfuerzo se ha mantenido constante y la variabilidad está en función de la abundancia del recurso y de la demanda en el mercado principalmente, esto lo pudimos constatar en pláticas que se tuvieron con los mismos pescadores, los cuales únicamente capturan las tallas que tienen un mejor precio en el mercado.



**Figura 6-9.-Variación del esfuerzo de carpa en el año 2005.**



**Figura 6-10.- Variación del esfuerzo de carpa en el año 2006.**

Un caso particular lo presenta el charal, ya que el esfuerzo de pesca ha disminuido drásticamente en los últimos años, durante el 2005 y el 2006 el esfuerzo ha variado entre 3 y 10 personas que se dedican a la captura de este recurso, situación que se ve reflejada en la disminución de la captura. La presa Requena era una de las principales productoras de este recurso. En las encuestas realizadas a los pescadores nos pudimos enterar que esta disminución del esfuerzo es debido a que este recurso ya no es tan demandado en el mercado, por lo que ellos ya no le dedican tiempo pues obtienen mejores ganancias con la captura de carpa y de tilapia. Mencionaron que la baja en la demanda del producto es debido a que este en las últimas temporadas ha perdido el sabor que originalmente tenía y

que cuando llegan a comprarlo solicitan las tallas de entre 2 y 3 cm., por lo que en la actualidad ellos pescan al charal únicamente sobre pedido.

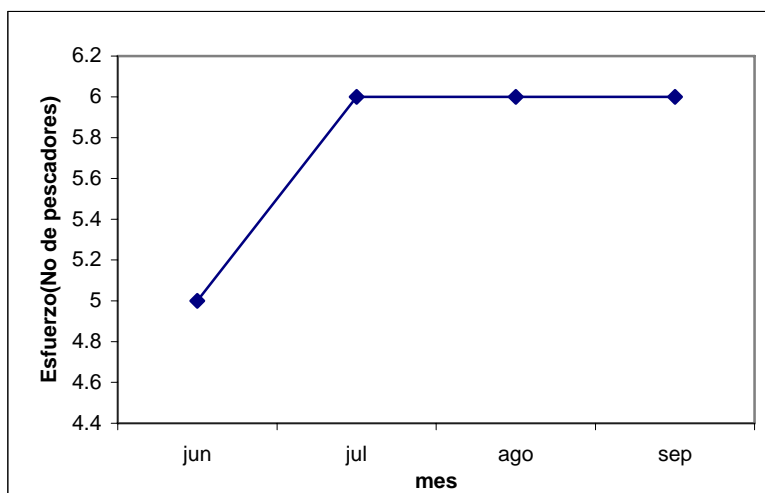


Figura 6-11.- Variación del esfuerzo de charal en el año 2005.

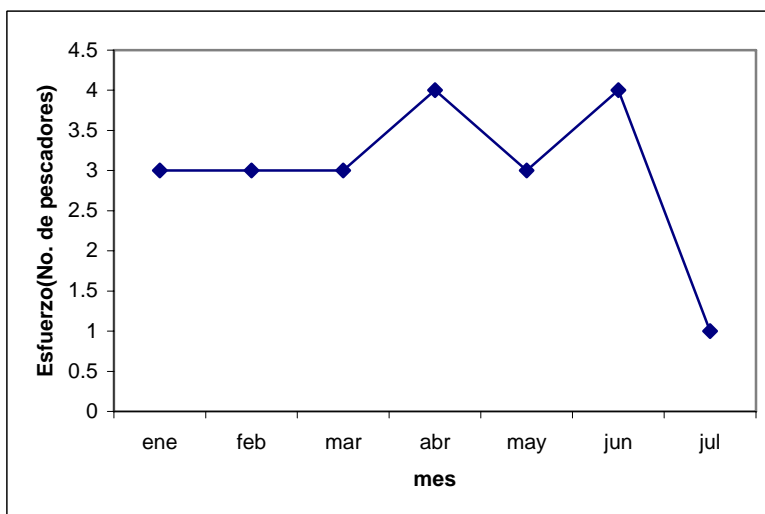


Figura 6-12.- Variación del esfuerzo de charal en el año 2006.

#### A) 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 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 mientras que 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 ( $M$ ) 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 Requena los factores que se consideran más relevantes son la mortalidad causada por las aves (ver informe fotográfico) y los cambios bruscos en el nivel del agua de la presa, ya que estos descienden hasta más de un 50% del volumen total de la presa, de acuerdo con Salazar (1981) se llega a secar en un 70%. Las aves ejercen una fuerte presión sobre las primeras etapas de desarrollo de la tilapia principalmente en la etapa de juvenil, ya que generan una fuerte tasa de depredación (ver informe fotográfico). Los cambios bruscos de nivel de agua ocasionan fuertes mortalidades en diferentes etapas del ciclo de vida de la tilapia y una pérdida de organismos de diferentes tallas que escapan del embalse cuando se abren las compuertas de la presa para el abastecimiento de agua.

La inanición no se considera un factor fundamental, ya que no podemos hablar de escasez de alimento en la presa, pues la cadena trófica es muy corta y existe una gran cantidad de alimento disponible, sin embargo se ha observado que los principales factores que están causando mortalidad en la presa Requena son: depredación por aves migratorias; canibalismo (algunos casos presentes en tilapia); depredación de huevecillos por adultos; disminución del volumen de agua en la presa dejando al descubierto nidos (tilapia, ver informe fotográfico) o grandes extensiones de vegetación donde fue colocada la puesta ya fecundada; además, al disminuir el volumen de agua de la presa, por acción de la apertura de compuertas, los peces que se quedan dentro de ella se hacinan, hay un estrés generado por este aglomeramiento de organismos en tan pequeño espacio por lo que los organismos consumen más oxígeno como resultado de este estrés, y si a esto le sumamos que la cantidad de materia orgánica en descomposición que se encuentra en el embalse es degradada por bacterias, las cuales necesitan oxígeno para transformar esta materia orgánica en nutrientes y, además, las altas temperaturas evitan una correcta disolución de

oxígeno generando una caída en la concentración de este elemento vital para la sobrevivencia de los organismos acuáticos, toda esta cadena nos va a llevar a mortalidades masivas. En fin, hay un cúmulo de factores que están afectando de diversas formas a los organismos susceptibles de ser pescados y de ser reproducidos.

Existen varios métodos para estimar las diferentes tasas de mortalidad entre ellos: El método de Beverton y Holt (1957) y Paloheimo (1961) 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 la figuras (6-2, 6-3, 6-4 y 6-5) respectivamente, de donde se derivaron las tasas de mortalidad total para *Oreochromis niloticus* y *Cyprinus carpio* en general y para el charal.

La tasa de mortalidad natural de la carpa se estimó 2.52. La tasa de mortalidad total anual quedo estimada en 4.92 y finalmente se obtuvo una tasa de 2.4 de mortalidad anual generada por la pesca. Como podemos ver en las estimaciones la tasa de mortalidad total de la carpa en la presa es muy alta es decir existe una presión de pesca muy elevada que esta generando una presión fuerte sobre las poblaciones de carpas. En este caso de cada 100 carpas que se mueren, el 48.7 % muere por acción de la pesca y el 51.21 % muere por causas naturales, quedando estimado un coeficiente de sobrevivencia del 7.2 %.

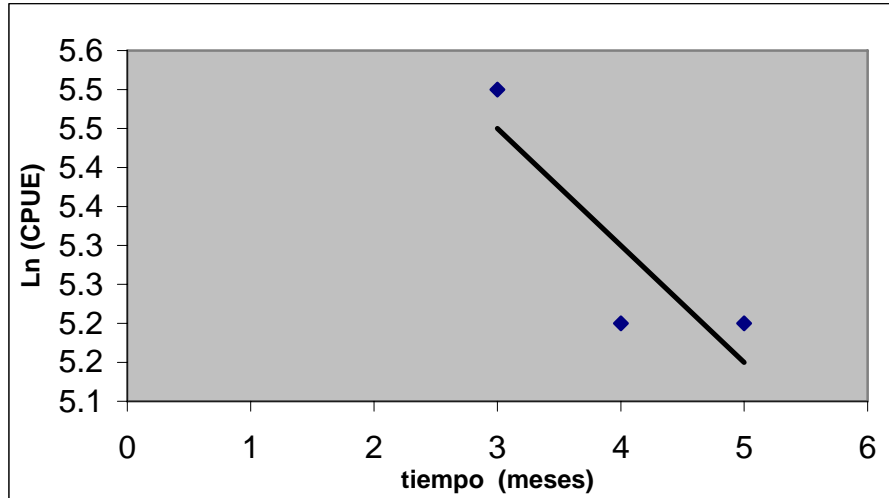


Figura 6-13.- Cálculo de la mortalidad total (Z) de Carpa para el año de 2002.

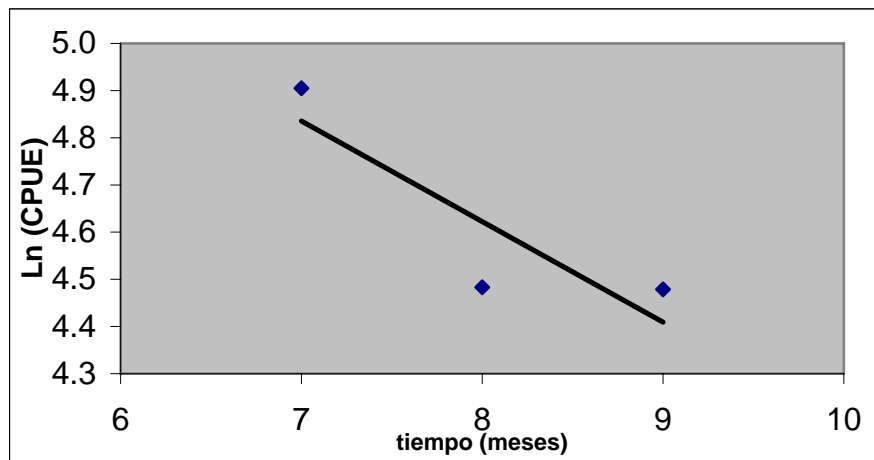


Figura 6-14.- Cálculo de la mortalidad total (Z) de Carpa para el año de 2003.

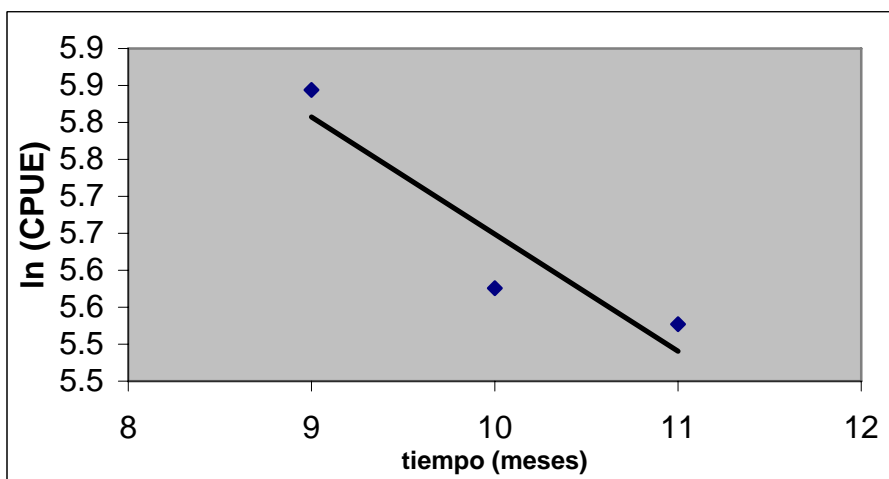


Figura 6-15.- Cálculo de la mortalidad total (Z) de Carpa para el año de 2005.

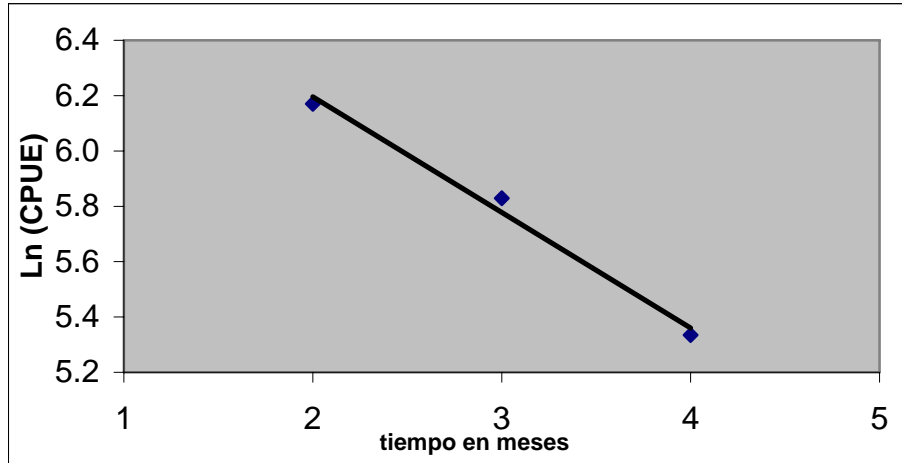


Figura 6-16.- Cálculo de la mortalidad total (Z) de Carpa para el año de 2006.

En el caso de la mortalidad para la tilapia, únicamente pudimos estimar la mortalidad total Z con el método de Beverton y Holt (1957), el cual arrojó un valor de 0.44 mensual y 5.28 anual. Para poder estimar la mortalidad natural, nos apoyamos en la información generada para el modelo de Von Bertalanffy en el que se obtuvieron los siguientes valores para el caso de la tilapia ( $L_{\infty}=24.21$ ;  $K=0.17$  y  $T_0=1.70$ ) con base en este modelo y aplicando la fórmula propuesta por Taylor donde:

$$M = 2.996 / A_{0.95}$$

$$A_{0.95} = 2.996 / K + T_0$$

Una vez aplicando la fórmula obtuvimos un valor de mortalidad natural anual (M) de 1.8 y un valor de mortalidad por pesca (F) de 3.48, es decir de cada 100 peces 34 se mueren por causas naturales y 66 se mueren por la acción de la pesca.

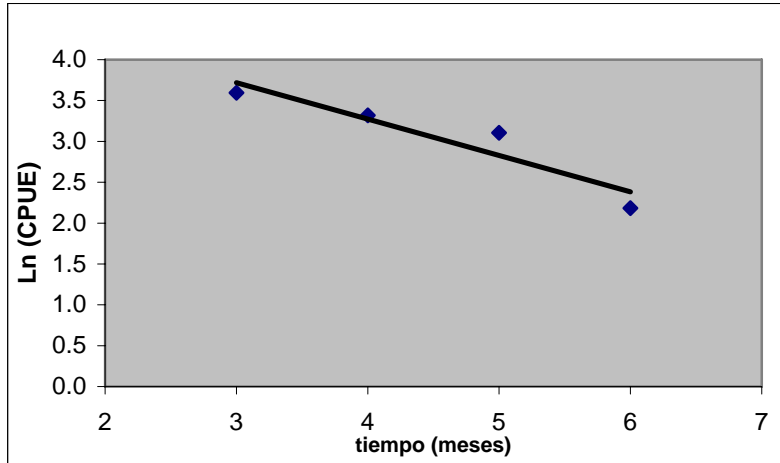


Figura 6-17.- Cálculo de la mortalidad total ( $Z$ ) de Tilapia para el año de 2006.

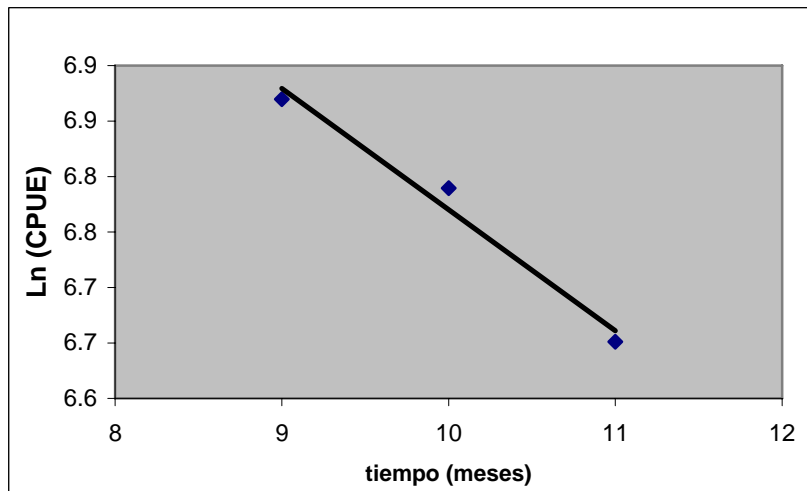


Figura 6-18.- Cálculo de la mortalidad total ( $Z$ ) de Tilapia para el año de 2006.

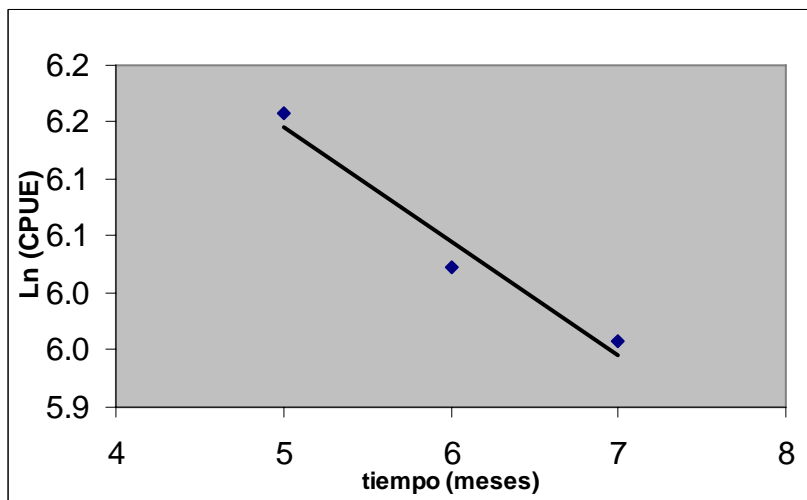


Figura 6-19.- Cálculo de la mortalidad total ( $Z$ ) de Tilapia para el año de 2006.



Para calcular la mortalidad anual del charal se aplicó el método de Beverton y Holt (1957), para lo cual se utilizaron los años en los cuales los datos de esfuerzo de pesca y captura mensual estaban completos (1997, 2001 y 2006). Esto nos permitió conocer la variación que ha tenido la mortalidad a lo largo del tiempo (Figuras 5-16, 5-17, y 5-18). Después de aplicar el método se obtuvo un valor de mortalidad total anual (Z) para el charal de 1.61. Es importante remarcar que con la información obtenida durante el muestreo que vamos a realizar en mayo se obtendrá el valor de mortalidad natural (M) y por pesca (F).

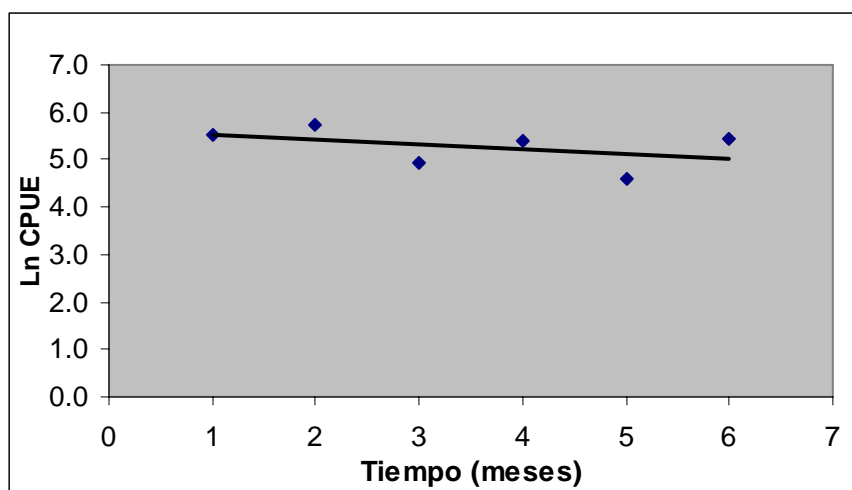


Figura 6-20.- Cálculo de la mortalidad total (Z) de Charal para el año de 1997.

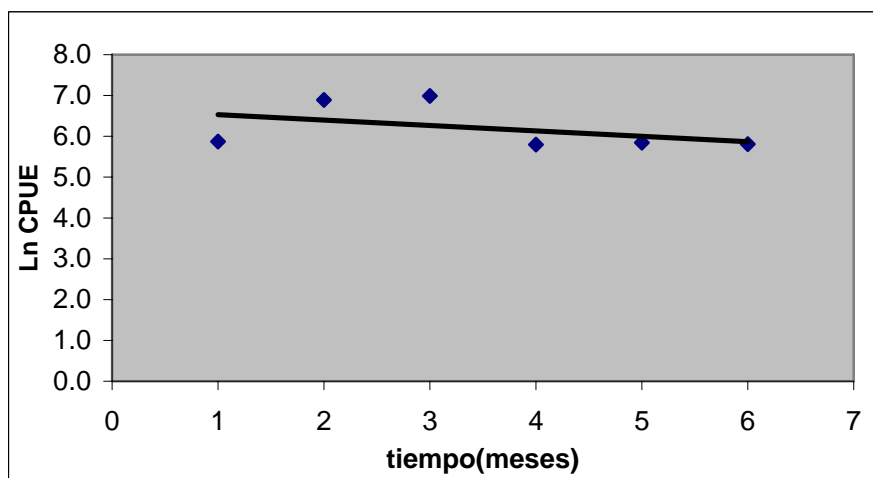


Figura 6-21.- Cálculo de la mortalidad total (Z) de Charal para el año de 2001.

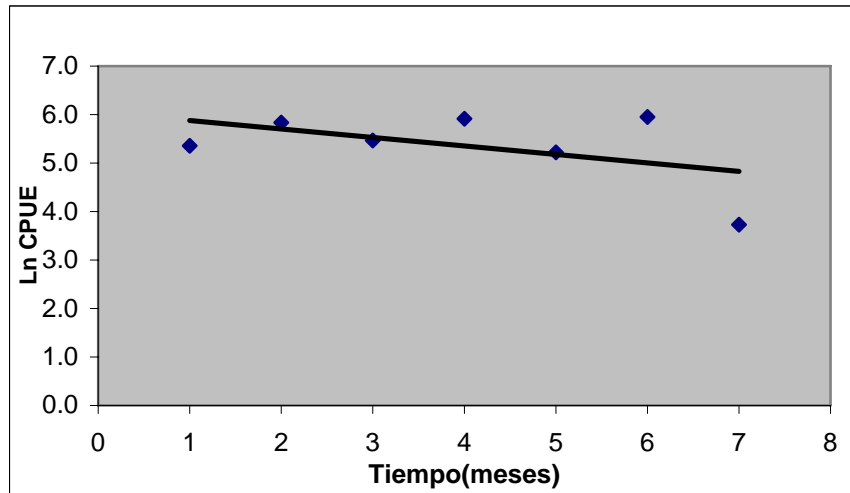


Figura 6-22.- Cálculo de la mortalidad total (Z) de Charal para el año de 2006.

#### 6.5.- RENDIMIENTO MÁXIMO SOSTENIBLE

Para desarrollar este punto se utilizó la fórmula propuesta por Cadima (Troadec, 1977) quién propuso una versión generalizada del estimador de Gulland, aplicable a las poblaciones de peces explotadas para las que se dispone de pocos datos para la evaluación del rendimiento.

Esta ecuación se usa con más frecuencia en pesquerías en desarrollo para las que no se cuenta con series de tiempo de captura y esfuerzo completas (Sparre, 1977).

$$\mathbf{RMS = 0.5 * Z * B}$$

Donde:

**RMS**=Rendimiento Máximo Sostenible;

**B**=biomasa media anual

**Z**=mortalidad total.

Para obtener los valores de rendimiento máximo se utilizaron los valores de mortalidad total generados para cada una de las especies sometidas a explotación (carpa,

tilapia y charal) en este estudio.

Para el caso de la carpa utilizamos los siguiente valores ( $Z=4.98$ ) ( $B=106201$  kg)

$$RMS = 264441$$

Como puede observarse en la tabla 6-1, este valor de rendimiento máximo ya se alcanzó en el 2006 año en el que se reporta una captura superior al rendimiento máximo calculado.

Para la tilapia se utilizaron los siguientes valores: ( $Z=5.28$ ) ( $B=123396$  kg)

$$RMS = 325765$$

Como puede observarse en la tabla el rendimiento máximo lo alcanzaron en el 2006 año en el que se reporto una captura de 430292 kg.

Para el charal los valores que se utilizaron fueron los siguientes: ( $Z=1.61$ ) ( $B=32513$  kg)

$$RMS = 26173 \text{ kg}$$

Este valor de Rendimiento máximo calculado fue alcanzado en el 2002 y en el 2005, años en los que se produjeron 35155 kg y 40432 kg respectivamente.

Es importante remarcar que en los tres casos el Rendimiento Máximo sostenible se ha sobrepasado por lo cual se tienen que tomar las medidas necesarias para la correcta explotación de los recursos pesqueros.

**Tabla 6-1.- Rendimiento Máximo Sostenido para las distintas especies explotadas en la presa Requena**

<b>año</b>	<b>carpa</b>	<b>charal</b>	<b>tilapia</b>
<b>1997</b>	70,601	16,040	0
<b>2000</b>	5435	5026	53639
<b>2001</b>	73305	24474	1694
<b>2002</b>	62780	35155	15983
<b>2003</b>	41056.37	9655	14737.79
<b>2004</b>	26010.72	0	37916.05
<b>2005</b>	70392	40432	187462
<b>2006</b>	340956	5310	430292

#### 6.6.- RENDIMIENTO PESQUERO ACTUAL, TENDENCIAS Y COMPARATIVOS CON EL RENDIMIENTO MÁXIMO SOSTENIBLE.

Según los valores obtenidos en el caso de la carpa el rendimiento máximo sostenible no se ha alcanzado y esta a la mitad del rendimiento máximo calculado por lo que esta pesquería se puede considerar que se encuentra en una etapa de crecimiento. En el caso de la tilapia y el charal el rendimiento máximo se rebaso, por lo que la tendencia del rendimiento pesquero actual en un futuro sería ir a la baja, si no se toman las medidas necesarias. Sin embargo es importante remarcar que debido a que no se contó con las series completas del esfuerzo de pesca se trabajo con una formula que sólo involucra la captura por lo cual los valores de rendimiento calculados pueden estar subestimando los valores de rendimiento obtenidos. Por lo que sería importante generar de ahora en adelante una base de datos que contenga al menos con los valores de captura y esfuerzo mensual.

#### 7.- PESCA DE CONSUMO DOMÉSTICO

Como se mencionó antes, no hay una norma oficial que regule la explotación pesquera en la presa Requena, por lo cual, la información proporcionada vía encuestas nos menciona que los pescadores de la S. S. S. 20 Arcos consumen en promedio 3.22 kg de pescado extraído de la presa por semana. Cabe destacar que el Charal no es consumido por los pescadores ya que hay ciertas temporadas en que este producto adquiere mal sabor, lo cual puede ser producido por la presencia de cianofitas de la especie *Anabaena cf circinalis* y *Microcystis aeruginosa* (De la Lanza, 2007) las cuales son consumidas por el charal.

## 8.- PROPUESTAS DE LOS MECANISMOS DE RESIEMBRA

Actualmente se sabe que en este reservorio la resiembra es anual y se realiza únicamente de Carpa ya que es la especie que el gobierno del estado y SAGARPA les brindan sin costo alguno a los pescadores del embalse, ésta es traída del centro acuícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo.

Por otro lado, la tilapia no es resembrada constantemente, de acuerdo con la información proporcionada vía encuestas, la tilapia sólo es resembrada cuando los pescadores aportan cierta cantidad de dinero para comprar y transportar las nuevas crías (aproximadamente \$1,000 cada uno). Es necesario encontrar los mecanismos burocráticos, económicos y legales necesarios para apoyar de forma económica a los pescadores de esta sociedad cooperativa para la resiembra constante de tilapia, ya que sus ingresos mensuales en promedio ascienden a \$3,106.90 y así poder establecer un mecanismo de resiembra constante.

En la presa la Requena, no es factible la colocación de jaulas debido a que en ciertas temporadas los vientos son muy fuertes y voltean las jaulas, incluso, algunos de los pescadores nos informaron que ya se habían implementado en alguna ocasión pero habían tenido algunos problemas y no habían obtenidos los rendimientos esperados. Es necesario implementar mecanismos que ayuden a no generar tanta presión como la baja del nivel de la presa situación que genera una presión selectiva fuerte sobre los organismos y aprovechar el recurso que se pierde por la apretura de las compuertas de la presa. Sería factible en pensar comprar un terreno en el que se pueda crecer paralelamente carpas y tilapias en un sistema de cultivo. Pero para poder establecer planes de acciones encaminadas a resolver dichas cuestiones son necesarios más estudios y mayor tiempo de los mismos, sobre todo en cuestiones relacionadas con la crianza y reproducción de organismos a manera de encierros o, en su defecto, localizar los puntos problemáticos en la cría y engorda en jaulas.

El mecanismo que se podría proponer en el caso de la tilapia es resembrar una

cantidad de 750,000 crías (esta cantidad es la que los pescadores han sembrado en los dos últimos años, es importante tomar precauciones en la resiembra ya que se puede dar una sobrepoblación que ocasionaría problemas de densodependencia en la presa) de buen tamaño para evitar el porcentaje de mortalidad no sea muy grande debido a la aclimatación y a la depredación, esta resiembra puede realizarse en tres etapas a lo largo del año. Una primera etapa puede ser durante el principal periodo reproductivo de la tilapia (mayo) una segunda etapa durante el periodo de lluvias (julio- agosto) y una tercera etapa durante el segundo pico reproductivo (octubre).

Para el caso del Charal, no es necesario resembrar pues es un recurso que sólo es explotado por un bajo número de pescadores y a veces como se ha visto en los registros de pesca hay temporadas en las que no se pesca, estas etapas de no pesca le permiten a la población de charal recuperarse de manera natural. La alternativa para este recurso es buscar un mercado potencial en el que se pueda vender el recurso para los pescadores vuelvan a la practica de explotación de este recurso.

## 9.- CONCLUSIONES

La presa Requena es un sistema dinámico cuyas aguas están en constante recambio por lo que la calidad del agua no se ve afectada por el estancamiento, lo que permite que los nutrientes disponibles sean aprovechados por los productores primarios que son los que sustentan la pesquería de carpa, tilapia y charal.

En la presa Requena existe una variación temporal dada por los cambios climáticos a lo largo del año y también dentro del embalse, esto se observa claramente no sólo en las condiciones fisicoquímicas del agua que varían desde el río Requeno hasta la cortina puesto que el nivel del agua baja en época de estiaje permitiendo utilizar la costa para cultivar maíz y avena principalmente.

La presa Requena, de acuerdo con lo establecido por Nürnberg (2001) y basándonos en la concentración de fósforo y transparencia es un sistema eutrófico, lo que significa que

tiene potencial para sustentar la producción pesquera de las distintas especies comerciales aprovechadas en el embalse.

Se puede afirmar que el fósforo no es un elemento limitante en la presa Requena ya que la concentración de ortofosfatos nos indica que el sistema es hipertrófico debido a que las concentraciones registradas de este nutriente supera los valores mínimos de fósforo total (0.01mg/l), establecidos para considerar al sistema como tal.

El río Requeno es quién aporta una mayor cantidad de nutrientes al embalse, principalmente amonio y fosfatos, sin embargo existen otras fuentes de nutrientes al sistema, representadas por las descargas de la industria textil y canales de riego, además de los nutrientes procedentes del intemperismo de la cuenca que llegan a través de los escurrimientos superficiales.

En la Presa Requena existen varias especies de peces sujetas a la explotación actualmente: tilapia, carpa común, carpa espejo, carpa de Israel, carpa herbívora y charal. La pesquería de tilapia en este lugar incide sobre todo en organismos con tallas entre los 15 y 18 cm, mientras que para la carpa común, la pesquería recae en organismos con tallas alrededor de los 20 a 28 cm de longitud patrón. En la carpa espejo el intervalo se localiza a los 18 y 20 cm, siendo la carpa de Israel y la herbívora las que alcanzan mayores tallas y el intervalo de mayor explotación se encuentra entre los 30 y 40 cm.

Se encontró que la tilapia tiene hasta 6 anillos de crecimiento formados en sus escamas, en la carpa común hasta 6 anillos, en las escamas de carpa espejo se observaron hasta 3 marcas de crecimiento, en la carpa de Israel hasta 5 anillos y en la carpa herbívora se formaron 3 anillos.

En cuanto a la proporción sexual en la tilapia se encontró una proporción de 1 hembra por 1.2 machos; para la carpa común la proporción es de 1:2.2; con respecto a la carpa espejo, es de 1:0.88 de hembras y machos respectivamente.

En estudios de fecundidad se muestra que los organismos jóvenes son los que tienen un mayor potencial reproductivo, conforme alcanzan mayores tallas hay mayor producción de huevecillos. Para las tilapias se determinó que el número de huevecillos promedio por puesta oscila por los 3,576 folículos. Las carpas alrededor 150,000 folículos.

El esfuerzo aplicado para carpa y tilapia se ha mantenido constante, varía de acuerdo con la demanda y la época de mayor abundancia y nunca a sobre pasado el número de permisos. En cuanto al charal, el esfuerzo aplicado a caído debido a la reducción, en años recientes, de la demanda en el mercado.

Las tallas mínimas de captura para la carpa, con red agallera de 4.5 pulgadas, es de 16.6cm de longitud patrón; para la tilapia, con red agallera de 3.5 pulgadas es de 13.5cm y para charal, con red charalera es de 5.6cm.

De acuerdo a los picos reproductivos de las diferentes especies explotadas en el embalse, la factibilidad de la aplicación de veda serían: a) los meses que van de febrero a mayo en los que se estarían protegiendo al primer pico reproductivo de carpa y charal, así como una buena parte del periodo reproductivo del charal, y b) los meses que van de septiembre a diciembre, ya que en estas fechas se protegería el segundo pico reproductivo de carpa y tilapia, así como una pequeña porción del periodo reproductivo del charal. Sin embargo no se recomienda el establecimiento de una veda, debido a las condiciones hidrológicas que presenta el embalse, sobre todo en los meses de secas (febrero a julio) ya que como se mencionó el volumen de agua en la presa llega a disminuir hasta en un 70%, además de que se generaría un impacto mayúsculo de tipo social al interior de la Sociedad Cooperativa “20 Arcos” así como de sus familias.

Las resiembras de carpa se realizan de forma anual con apoyo de autoridades federales y estatales, mientras que las de tilapia se realizan por cooperación de los pescadores de la cooperativa sin apoyo alguno de las autoridades federales. El charal no es resembrado ya que es un recurso vasto.



En base a los datos proporcionados por SAGARPA y utilizando la fórmula para medir el rendimiento máximo sostenido (RMS) de Troadec(1977), los recursos de tilapia y carpa se encuentran en una etapa de crecimiento. En el caso del charal debido a la inconsistencia de los datos y a la disminución del esfuerzo de pesca en los últimos años (2005 y 2006) se piensa que el dato obtenido de RMS está sobreestimado.

Los valores de mortalidad por pesca de 3.48 para la tilapia y 2.4 para la carpa son valores lógicos debido a que la presión de pesca es ejercida sobre estos recursos.

## 10.-RECOMENDACIONES

### A. Aspectos Limnológicos y de Contaminación

- Realizar determinaciones de metales pesados, compuestos nitrogenados y fósforo en los puntos de alimentación de la presa que son principalmente: el río Requeno, la desembocadura de un canal de riego con agua procedente de la presa Taximay y los desechos vertidos por parte de las industrias establecidas en Tepeji del Río de Ocampo.
- Debido a las descargas municipales y de la industria textil que llegan al embalse se recomienda realizar estudios de: coliformes fecales en agua, así como metales pesados en peces (tejidos) con cierta periodicidad para garantizar en todo momento la inocuidad del producto pesquero y evitar problemas de salud pública, se sugiere que el Comité de Sanidad Acuícola Hidalguense, A. C. sea el organismo que los lleve a cabo.

### B. Aspectos Sociales y Económicos

- En cuanto a los aspectos sociales, se recomienda que las autoridades correspondientes atiendan la demanda de los pobladores de las distintas comunidades en lo que respecta a caminos, ya que incluso dentro de la cabecera municipal de Tepeji del Río de Ocampo, existen zonas que aún no cuentan con calles pavimentadas, lo cual demandan los pobladores del lugar, además esto reduciría en gran medida los tiempos de transporte de los pobladores de las distintas comunidades.

- Respecto a los aspectos económicos, la mayoría de la población cuenta con opciones para emplearse en varias de las actividades que se desarrollan en la región, al ser un centro industrial el empleo está garantizado, además de la migración que se da a ciudades del estado de México y al Distrito Federal. La recomendación en este sentido sería dar un mayor impulso al sector terciario, con el propósito de diversificar las actividades de la zona.
- Por otra parte sería ideal que todas las comunidades cuenten con el servicio de agua potable que es esencial para la salud e higiene, por lo que se hace un llamado a las autoridades correspondientes a subsanar esta carencia.

### C. Aspectos Pesqueros

- Elaborar una base de datos que contenga las series de tiempo de captura y esfuerzo. En el caso de la captura de carpa, se sugiere que se separen las capturas de las distintas especies ya que en los reportes de captura se menciona a todas las especies de carpa como una captura única, todo esto con el fin de obtener una base de datos confiable y de fácil manejo para la elaboración de análisis y estadísticas pesqueras.
- Mantener el esfuerzo de pesca sobre la carpa y la tilapia de forma constante.
- No utilizar artes de pesca de arrastre (chinchorro) o no selectivas, ya que generan un impacto alto sobre la población de peces, ya que actúa sobre un segmento de la población que no se ha reproducido y además, daña las áreas de anidación y crianza.
- De acuerdo con la selectividad del arte de pesca y las edades de primera madurez sexual se recomiendan las siguientes aberturas: a) Carpa: red de monofilamento de abertura de malla mínima de 4.5 pulgadas, longitud máxima de 100 m y caída máxima de 5 m; b) Tilapia: red de monofilamento de abertura de malla mínima de 4 pulgadas, longitud máxima de 100 m y caída máxima de 5 m; y c) Charal: red de monofilamento de abertura de malla mínima de 0.5mm, longitud máxima de 25 m y caída máxima de 1.5 m.
- Se recomienda ubicar las artes de pesca en el embalse como sigue: Las redes deberán ser operadas fijas y de manera independiente una de otra. No se podrán unir

más de dos redes, ni instalarse en partes estrechas de la presa, ni que abarquen más del 30 % de la distancia existente, medida en línea recta, entre una y otra ribera de la presa. Las redes deberán instalarse en forma paralela a la ribera de la presa, ríos y canales de navegación, así como deberán contar con un mínimo de tres boyas y/o banderas de señalamiento identificadas con colores.

- La pesca de consumo doméstico podrá realizarse sin permiso, bajo las siguientes condiciones: se podrán capturar un máximo de 5 kg diarios por pescador. Los productos pesqueros capturados deberán destinarse para el consumo directo y no podrán comercializarse. Únicamente podrán efectuarla los habitantes residentes en las comunidades ribereñas a los cuerpos de agua relacionados con la presa Requena.
- No se debe permitir la introducción de especies de la flora y fauna distintas a las ya existentes en el embalse, por ejemplo: lobina.
- Seguir manteniendo las resiembras anuales de carpa como se han venido haciendo año con año. Así como establecer los mecanismos legales y económicos para apoyar a los pescadores de la Sociedad Cooperativa “20 Arcos” para el mantenimiento de las resiembras de tilapia.
- Dados los análisis limnológicos, socioeconómicos, biológicos y pesqueros realizados en la presa Requena no se recomienda el establecimiento de veda en ninguna época del año, especialmente de febrero a junio porque, a pesar de que fue posible detectar que los picos reproductivos para la carpa, charal y tilapia están comprendidos entre los meses de marzo a junio dadas las condiciones hidrográficas de la presa Requena durante los meses de febrero a julio, meses en los que la presa llega a disminuir su espejo de agua hasta el 70% de su capacidad, no es posible implementar un periodo de veda en ellos, ya que por una parte existe la pérdida de un buen número de reproductores debido a la apertura de la cortina de la presa y por otro lado, para la mayoría de los pescadores ésta es su única fuente de ingresos por lo que de existir un periodo de veda se verían fuertemente afectados en su ingreso familiar. Además, a juicio de los mismos pescadores, el recurso más importante es la tilapia, por lo que recomendamos que en lugar de implementar una veda en el embalse se pueda implementar un mecanismo de resiembra de tilapia, esta actividad ya se ha venido realizando, sin embargo no se ha hecho de manera

constante. Si se implementa este mecanismo de resiembra se podrían resolver estos problemas: a) Se evita la endogamia refrescando el pool genético, b) Se ayuda a que el índice de reclutamiento a la población reproductiva sea constante para que el recurso se mantenga en niveles altos, y c) las tallas de las tilapias y la velocidad de engorda aumentarán sensiblemente lo cual repercutirá en una mayor demanda del producto y, por ende, en mejoramientos en la calidad de vida de los pescadores y sus familias.

- Buscar diferentes formas de comercializar al charal ya que es un recurso que en la actualidad se encuentra subexplotado debido a que actualmente no presenta una demanda en el mercado, y dado que es un recurso vasto en la presa es un producto que se está desperdiciando.
- Establecer un reglamento donde se establezca evitar el eviscerado de los peces tanto dentro del embalse como arriba de las embarcaciones, así como también tirar desechos de peces al embalse, ya que todas estas medidas generan la eutrofización de la presa y dan un mal aspecto al turista y/o al comprador.
- Urge de manera inmediata que haya un adecuado control y mayor organización entre los pescadores y el gobierno, tanto estatal como federal, para que se establezcan ciertas normas que permitan la explotación adecuada de los recursos acuáticos sin dañar la actividad pesquera que se ha venido ejerciendo en el lugar y por consiguiente no se afecte a la economía de los pescadores ribereños.

## 11.- REFERENCIAS.

APHA. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters. 16<sup>th</sup> ed. American Public Health Association, Washington, D. C. 1134 pp.

Arredondo-Figueroa, J. L y M. Guzmán-Arroyo. 1985. Actual situación taxonómica de las especies de la Tribu Tilapiini (Pises: Cichlidae) introducidas en México. *Anal Inst Biol. UNAM*. México. 56 (1985), Ser. Zool. 2: 555-572.

Arredondo-Figueroa, J. L y M., Tejeda-Salinas. 1988. El hueso faríngeo, una estructura útil para la identificación de especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae), introducidas en México. *Anal Inst Ciencias del Mar*. UNAM. México, D. F. <http://biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1989-1/articulo326.html>

Bahadur, G. T., Prasad, D. R. y Dev, B. J. 2006. Phytoplankton primary production, chlorophyll-*a* and nutrient concentrations in a water column of mountainous Lake Phewa, Nepal. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*. **11**: 141-148.

Barbieri, G., H. V., G. M. Duarte, F. A. Teixeira y C. E Cardoso. Populational biology of tilapia, *Oreochromis niloticus*, of Guarapiranga Reservoir, São Paulo – I. Population structure, age and growth. *Scientific J of Fish, Aquaculture and Limnol*. **26**(1):1-7.

Berry, R. J. 1967. Dynamic of the tortugas pink shrimp population. Ph. D. Thesis, University of Rhode Island, 160 p.

Bertalanffy, L. von 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*. **10**:181-213.

Beverton, R. J. H., y Holt, S. J. 1957. On the dynamics of exploited fish population. *U. K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest.* (ser. 2) **19**: 533 p.

Burns. N. M., Rutherford, J. C., Clayton, J. S. 1999. A monitoring and classification system for New Zealand lakes and reservoirs. *J. Lake and Reservoir Manag.* **15**(4):255-271. In: Environment Bay of Plenty. Regional Council (Envbop). Water Quality Measurement. Trophic Level Index (TLI). Septiembre 2005. Internet. Fecha de acceso: 07 de Septiembre 2005. <http://envbop.govt.nz/water.html>

Campana, S. E., y J. D. Neilson. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Can J Fish and Aquatic Sci.* **42**: 1014-1032.

Chapman, F. A. 2000. Culture of Hybrid Tilapia: A Reference Profile. Circular 1051. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville. <http://edis.ifas.ufl.edu>

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

Comisión Nacional del Agua (C.N.A). 2001. Compendio básico del agua en México. CNA. México.

Chong Wong, L. A. 1989. Variación de la comunidad planctónica de la Presa Requena, Hidalgo. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 57 pp.

De la Lanza, E. G. y Hernández, P. S. 1998. Nutrientes y productividad primaria en sistemas acuícolas. 27-65 pp. In: Martínez, C. L. R. Comp. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. Bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura. AGT Editor. México.

De la Lanza, G. 1998 Aspectos fisicoquímicos que determina la calidad del agua. 1-26 pp. In: Martínez, L. (compilador). Ecología de los sistemas acuícolas. AGT Editor. México.

De la Lanza E., G., J. García C., J. Soto C., M. E. Zamudio R., I. D. González M., S.

Hernández P. 2007. La Presa Requena y su calidad del agua a través de indicadores fitoplanctónicos. 481-494. *In*: De la Lanza E., G. 2007. Las Aguas Interiores de México. AGT Editor. México.

Diario Oficial de la Federación. 1989. Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89. publicado el 13 de Diciembre de 1989.

Diario Oficial de la Federación. 1996. NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes Nacionales. Publicada el 24 de Junio de 1996.

Díaz, Z. y E. Gutiérrez. 1986. Rehabilitación Limnológica de la presa Requena, Hgo. En Memorias del VI Congreso Nacional de Saneamiento Ambiental: El Gran Reto. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

Díaz, Z. y Olvera, V. 1986. Control biológico de la *Hydrilla* por el pez *Amur*. Ingeniería Hidráulica en México. Sep-Dic: 40-46.

Díaz-Zavaleta, G. y E. Gutiérrez-López. 1995. La Presa Requena. 269-273. *In*: De la Lanza E., G. y J. L. García-Calderón (Eds.). 1995. Lagos y Presas de México. AGT Editor. México.

Díaz-Zavaleta, G. y E. Gutiérrez-López. 2002. La Presa Requena. 460-467. *In*: De la Lanza E., G. y J. L. García-Calderón (Eds.). 2002. Lagos y Presas de México. AGT Editor. México.

Duponchelle, F., Cecchi, P., Corbin, D., Nuñez, J. y Legendre, M. 1999. Spawning season variations of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, from man-made lakes of Côte d' Ivoire. *Environmental Biology of Fishes*. **56**:375-387.

Effendie, I. , Nirmala, K., Hasan Saputra, U., Sudbrajat, A. O., Zairin, y Kurokura, H. 2005. Water quality fluctuations under floating net cages for fish culture in lake Cirata and its impact on fish survival. *Fisheries Science*. **71**: 972-977.

Espino-Barr, E., A. González., H., Santana y H. González. 2006. Manual de Biología Pesquera. Instituto Nacional de la Pesca. Universidad Autónoma de Nayarit. 121 pp.

Figueredo, C. C., y Giani, A. 2005. Ecological interactions between Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) and phytoplanktonic community of the Furnas Reservoir (Brazil). *Freshwater Biology*. **50**: 1391-1403.

Fox, W. W. Jr., 1970. An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **99**:80-88.

Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2008. FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) , version (02/2008).

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. 80 p.

Gómez-Márquez, J. L. 1994. Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. FES Zaragoza. UNAM. México D. F. 89 pp.

Gómez-Márquez, J. L. 1998. Age and growth of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) in Mexico. *Revista de Biología Tropical*. **46**(4): 929-936.

González-Quintero, L. 1968. Tipos de vegetación del Valle del Mezquital, Hidalgo. Departamento de Prehistoria. *Paleoecología*. INAH . México. **2**:1-53.

Holden, M. J. y D. F. S. Raitt. 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2.- Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO 115 Rev. 1, 211 págs.

Instituto Nacional para el federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. Enciclopedia de los municipios de México. Estado de Hidalgo. Atotonilco de Tula.

Instituto Nacional para el federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. Enciclopedia de los municipios de México. Estado de Hidalgo. Tepeji del Río de Ocampo.

Instituto Nacional para el federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. Enciclopedia de los municipios de México. Estado de Hidalgo. Tula de Allende.

Jiménez-Badillo, M. 1999. Análisis de la Pesquería de Tilapia *Oreochromis spp* (Pises: Cichlidae) en la Presa Adolfo López Mateos, Michoacán-Guerrero. Tesis doctoral en Ciencias del Mar. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Univ. Nal. Autón. México. México, D. F. 177 pp.

Kottelat, M., 1997. European freshwater fishes. *Biologia* 52, Suppl. 5:1-271.

Lara, V. M. A., Moreno, R. J. L., Amaro, M. E. J. 1996. Fitoplancton conceptos básicos y técnicas de laboratorio. UAM-I. México. 227 p.

Mason, C. F. 1991. Biology of Freshwater Pollution. 2da. Edición. Longman Scienific & Technical. U.S.A. 95-138 pp.

Moncayo, M. E., y S. Hernández. 1978. Aspectos Pesqueros y Ecológicos del Embalse "Requena", en el Edo. de Hidalgo. Memorias del II Congreso Nacional de Zoología. 1-30 p.

Morales, D. A. 1991. La Tilapia en México, biología, cultivo y pesquerías. A. G. T. Editor México. 190 pp.

Morales, D. 2003. Biología, Cultivo y comercialización de la tilapia. México. 203 p.

Navarrete N. 2004. Piscicultura y ecología en estanques dulceacuícolas. México AGT Editor, S.A.

Nemerow, N. L. 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.

NICOVITA. 2006. Manual de crianza Tilapia. Internet. Fecha de acceso: Diciembre 2006. <http://www.alicorp.com.pe>

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 p. 432-447.

Nürnberg. G. 2001. Eutrophication and Trophic state. *Lakeline*. **Spring**:29-33 pp.

Ordeña, F. P. y Domínguez, M. E. 1999. Estrategias para el mejoramiento de la calidad del agua en fuentes de abastecimiento de agua potable. Comisión Nacional del Agua. Gerencia Regional de aguas del Valle de México. Gerencia Técnica. 1-7 p. 1999. Internet. Fecha de acceso: 20 de Enero 2006. <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacg/e/cd-cagua/ref/text/20.pdf>

Ortiz, T. M. 1978 Un nuevo equipo de muestreo cuantitativo para la colecta de meso y microorganismos vagiles de sustratos duros. *Ciencias*. Serie 8 de investigaciones marinas. (33):1-24.

Paloheimo, J. E. 1961. Studies on estimation of mortalities. I. Comparison of a method described by Beverton and Holt and a new linear formula. *J. Fish. Res. Board Can.* **18**:645-662.

Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Stud. Rev. 8, 344 pp.

Pérez, V. A., Cabrera, M. E., Bermúdez, R. E. A. y Gutiérrez, Z. R. M. 2002. Presa Dr. Belisario Domínguez (La Angostura), Chiapas. 130-160 p. *In*: Pérez, V. A., Cruz, S. L. E. Bermúdez, R. E. A., Cabrera, M. E., y Gutiérrez, Z. R. M. Comp. 2002. Pesquerías en tres cuerpos de Aguas Continentales de México. Instituto Nacional de Pesca. México.

Rahman, A.K.M., Bakri, D. A., Ford, P. y Church, T. 2005. Limnological characteristics, eutrophication and cyanobacterial blooms in an inland reservoir, Australia. *Lakes & Reservoir: Research and Management*. **10**:211-220.

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 Valdes editores.

Rodier, J. 1990. Análisis de las aguas, aguas naturales, aguas residuales y de mar. 7 Ed. Omega. España. pp 803-906.



Salazar Muro, E. 1981. Contribución al conocimiento de la biología de *Girardinichthys innominatus* Bleckes, 1860 (Pises, Goodeidae) del embalse Requena, Hidalgo. Tesis Licenciatura. ENEP Iztacala, Univ. Nal. Autón. México. 52 pp.

Seber, G.A.F. y E.D. LeCren, 1967 Estimating population parameters from catches large relative to the population. *J.Anim.Ecol.*, 36(3):641-3

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.). 1971. Boletín Hidrológico No. 45, Vol. II. Región Hidrológica No. 26 (Parcial). Cuenca del río Tula. SARH. México. Tomo I y II.

Schaefer, M., 1954. Some aspects of dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull.I-ATTC/Bol. CIAT*, 1(2):27-56

Smith V., Tilman G. y Nekola J. (1999). "Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems" En *Enviromental Pollution* 100 p.179-196.

Strickland, J. D. H y Parsons, T. R. 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis. 2<sup>nd</sup> Ed. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada* 167. In: Wetzel, R. G. y Likens, G. E. Limnological Analyses. 2<sup>nd</sup> Ed. Springer-Verlag. 207-226 p

Sugunan, V. V. 2000. Ecology and Fishery management of reservoir in India. *Hydrobiologia*. 430:121-147.

Taylor, C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 23: 366-370.

Trewavas, E. 1983. Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum of Natural History, London, UK. 583 págs.

Wagner K. 2001. "Limnology: The Science Behind Lake Management" En: *Lakeline* a publication of the North American Lake Management Society. Vol. 21 No. 1 p. 24-26.

Wetzel, R. G. 2001. Limnology: lake and river ecosystems. 3<sup>a</sup>. Academic Press. San Diego, CA., USA. 1006 pp

Wicki, G. y Gromenida, N. 1997. Estudio de desarrollo y produccion de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Secretaria de Agricultura, Pesca y Alimentación, Subsecretaria de Pesca Buenos Aires (Argentina) Internet. Fecha de acceso: 04 de Diciembre 2006. <http://www.revistaaquatic.com>

Wetzel, R. G. 2001. Limnology: lake and river ecosystems. 3<sup>a</sup>. Academic Press. San Diego, CA., USA. 1006 pp.