

370
82

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**BASES TECNICAS PARA LA EXPLOTACION
INTENSIVA DE TILAPIA (*Sarotherodon* sp) EN
LA LAGUNA DE MITLA EL PAPAYO, GRO.
MUNICIPIO DE COYUCA DE BENITEZ.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
ROSA MARIA ZARAGOZA MORENO

Asesor: M.V.Z. Ernesto Mendoza Gómez

**TESIS CON
FALLA EN EL EXAMEN**





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

página

RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	2
II. PROCEDIMIENTO	4
1.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO	4
1.1.- UBICACION DE LA LAGUNA DE MITLA	4
1.2.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS Y EDAFOLOGICAS	5
1.3.- CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS GENERALES DE LOS PESCADORES DE EL PAPAYO, GRO. MUNICIPIO DE COYUCA DE BENITEZ	7
2.- BIOLOGIA, FISILOGIA Y CULTIVO DE LA TILAPIA:	
GENERALIDADES	9
2.1.- BIOLOGIA	9
2.1.1.- TAXONOMIA	9
2.1.2.- ECOLOGIA Y DISTRIBUCION EN MEXICO	12
2.1.3.- CICLO DE VIDA NATURAL Y DE CULTIVO	16
2.2.- FISILOGIA	18
2.2.1.- REQUERIMIENTOS HIDROLOGICOS	18
2.2.2.- FISILOGIA REPRODUCTIVA	19
2.2.3.- NUTRICION, ALIMENTO Y ALIMENTACION	22
2.3.- CARACTERISTICAS DE CULTIVO	25
2.3.1.- METODOS DE CULTIVO	25
2.3.2.- ENFERMEDADES	29
2.3.3.- HIBRIDACION	32
2.3.4.- CONTROL DE LA REPRODUCCION	34

3.- ELEMENTOS TECNICOS PROPUESTOS PARA LA EXPLOTACION DE TILAPIA (<u>Sarotherodon</u> sp) EN LA LAGUNA DE MITLA	38
3.1.- LINEAMIENTOS GENERALES	38
3.2.- GENETICA Y REPRODUCCION	39
3.3.- ALIMENTACION	41
3.4.- INSTALACIONES: CARACTERISTICAS DE CONTRUCCION	43
3.5.- SANIDAD	45
3.6.- ADMINISTRACION: FLUJODGRAMA	46
III.- ANALISIS DE LA INFORMACION	52
IV.- LITERATURA CITADA	55
FIGURAS	

RESUMEN

ZARAGOZA MORENO ROSA MARIA. Bases técnicas para la explotación intensiva de Tilapia (Sarotherodon sp) en la laguna de mitla El Papayo, Gro. Municipio de Coyuca de Benitez (bajo la dirección de Ernesto Mendoza Gomez).

En el presente trabajo, se establecen las características hidrológicas y edafológicas de la laguna de mitla; lugar en el cual se desarrolla la producción intensiva de la tilapia (Sarotherodon sp); las características socioeconómicas de los pescadores de El Papayo, Gro. Municipio de Coyuca de Benitez, en especial la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera PESCAMEX que es un aspecto fundamental por ser el recurso humano del cual depende la realización de esta propuesta. Se describen las características biológicas de la tilapia (Sarotherodon sp) y se hace referencia a Sarotherodon mossambicus a la cual corresponden los híbridos de la laguna de Mitla; también se hace mención de los métodos de cultivo más usados comercialmente, así como el establecimiento de una propuesta capaz de iniciar la explotación intensiva de tilapia.

La propuesta tiene su fundamento en el área de Administración de Empresas Agropecuarias, pilar de la Zootecnia. Se esquematiza el flujograma a desarrollar el cual cierra al cabo de 6 meses con una producción de 15,000 machos adultos con un peso de 200 a 220 g lo cual equivale de 3,000 a 3,600 Kg que se cosecharán semanalmente.

I. INTRODUCCION

En 1985 México con la captura de tilapia ocupó el 1er. lugar a nivel mundial. Para este mismo año la tilapia aportó el 6% de la captura total nacional y para 1989 solo aportó el 5.8% (9, 11, 12).

La situación anterior indica que México no ha mantenido constante su producción debido a diversas causas, entre las cuales se hace notar la falta de tecnología como la más importante ya que México posee un enorme potencial para la explotación de esta especie reflejándose claramente esta problemática en la laguna de Mitla (8).

En 1964 la tilapia (Sarotherodon sp) se introdujo a la laguna por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH)* a través de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera PESCAMEX sin ningún control zootécnico e implementándose únicamente pequeños encierros rústicos dentro de los cuales la tilapia se desarrolla hasta que alcanza un tamaño comercial. Esta actividad ha ocasionado graves problemas como son que las especies nativas, como la mojarra meca (Diapterus aureolus), el charro (Cichlasoma trimaculatum), el langostino (Galeichthys caerulescens), el popoyote (Dormitatus latifrons) y la guavina (Philipnus lateralis); algunas de ellas de gran valor comercial; experimenten el proceso de extinción patente en el decremento de su captura (13).

Por otro lado la tilapia presenta degeneraciones por la excesiva consanguinidad: lordosis, escoliosis, acortamiento de columna, ausencia de cola, etc. las que aunadas a una sobreexplotación han reducido los volúmenes de captura de la misma. Por lo tanto alterando el equilibrio ecológico de este cuerpo de agua y afectando gravemente los intereses de los pescadores de la zona (3,4).

La laguna de mitla es una de las más grandes del Estado de Guerrero, posee características excelentes como son salinidad de 1.83 a 4.98 ppm, oxígeno 9.38 mg/l, pH de 6.8 a 7 y un índice de contaminación insignificante; lo que la hace óptima para la explotación de la tilapia. En cuanto a la disposición de alimento, la laguna tiene una alta producción de plancton para mantener a esta especie (2,7,10).

Ante la perspectiva de desarrollo de la laguna y analizando cada problema que existe en este lugar, la participación del Médico Veterinario Zootecnista (MVZ) se hace necesaria porque es él quien debe establecer las bases técnicas para la explotación controlada de tilapia, respetando la ecología del lugar y buscar el mayor beneficio para los pescadores de la región (1,5,6,14,15).

II. PROCEDIMIENTO

1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

1.1. UBICACION DE LA LAGUNA DE MITLA

La laguna de mitla es un cuerpo receptor de aguas que se encuentra paralela al litoral sin tener comunicación con el mar, posee una área bastante grande y capaz de mantener a cualquier especie de agua dulce.

La laguna de mitla está localizada entre los paralelos 16º69' y 17º05' de latitud norte y los meridianos 100º14' y 100º25' de latitud oeste. Es angosta, elongada con 36 Km de longitud y paralela al litoral con orientación hacia el noroeste y sureste. Posee una área de 3,200 a 3,600 ha y abarca los poblados de El Carrizal, El Zapote, El Papayo, El Camalote, Col. Vicente Guerrero, Cacalutla, Zacualpan, Buenos aires, Alcholoa, El Llano Real, El Ciruelar y Atoyac de Alvarez. A diferencia de otras lagunas costeras de Guerrero (Tres Palos, Coyuca, etc.) la laguna de mitla, siendo una de las más grandes del Estado es la única que no se comunica con el mar desde hace 7 años por lo que se convierte en un sistema receptor de aguas de escurrimiento y rios temporales.

La ubicación de la laguna de mitla proporciona un lugar ideal para la explotación de cualquier especie de agua dulce, en especial el género tilapia (Sarotherodon sp), debido a su facilidad de acceso (2,10).

1.2. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS Y EDAFOLOGICAS

La laguna de mitla posee características biológicas excelentes con un potencial de vida capaz de mantener a la tilapia y otras especies de agua dulce.

Según García el clima es Aw (w) i y forma parte de la región hidrográfica número 19. Por su origen Lankford la sitúa en el tipo III A; Carranza y cols. en la unidad VII (12).

La vegetación circundante se compone principalmente de mangles (Rizophora mangle, Dulcennia nitida) y tular (Cyperus sp); además se encuentran cocoteros y otros frutales de varios tipos. en su vegetación acuática predomina el lirio acuático (Eichornia sp), además de Chera sp, Cladophora sp y carrizo (13).

En esta laguna por el cierre de la barra, existe una abundante producción de antoplancton (plancton que produce coloración) que es consecuencia de la proliferación masiva y constante de algas cianofíceas (Synrhcoccus sp, Aphanocarsa sp y Gomphospheria sp), así como clorofita (Ankistrodesmus falcatus y Spilina sp). Se hallan también otras especies como son: Cyclotella sp, Tetraedrow sp, Gymnodium sp y Sinechcystis sp se encuentran distribuidas en toda la laguna. La mayor densidad de zooplancton aparece en noviembre, la diversidad de grupos en su mayoría son de agua dulce con un

dominio de copepodos, ostracodos, rotíferos, larvas de peces y cimpedios (2).

Respecto a los moluscos no se han visto vivos sino solo valvas abundantes de Mitella strigata, Triphora, Bittium sp y Amnicola sp. Probablemente son resultados de migraciones durante los periodos de barra abierta hace más de 7 años.

La laguna de mitla es un cuerpo de agua dulce que presenta profundidades de hasta 10 m pero con una media de 2.5 m.

Los sedimentos del fondo lagunar de este sistema acuatico varían de arenas de grano grueso a fino, a arcilla (caolinita, illita, montmorillona y gibsita); a lino (cuarzo, feldespatos, pirita, anfíboles e illita) y concentraciones hasta de 170 ppm de fosfato que dan como resultado apatita mal cristalizada (7,11).

La laguna posee una temperatura que varía entre 27°C y 34°C durante todo el año, a veces baja 4 a 5°C en invierno, pero esto no afecta en lo más mínimo a los peces. Tiene una salinidad que va 1.83 a 4%, es poca puesto que la laguna ya no tiene contacto con el mar (2).

El agua presenta concentraciones variables de oxígeno disuelto durante el día que van de 0 a 9.38 ppm, siendo los fondos predominantemente anóxicos y donde hay poca vida.

La ictiofauna de este sistema lagunar es: el langostino (Macrobrachium tenellum), el cuatete (Galeichthys

caerulescens), la guavina (Philipnus lateralis), el poyote (Dormitatus latifrons), la mojarra meca (Diapterus aureolus), el charro (Cichlasoma trimaculatum) y en 1977 se introdujeron 4 especies de tilapia (Sarotherodon aureus, S. niloticus, S. mossambicus y Tilapia melanopleura) por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) a través de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera PESCAMEX (18).

Las características biológicas de la laguna de mitla representan un esquema donde se conjuntan los elementos naturales ideales para la explotación de cualquier especie de agua dulce, en especial de las tilapias que por sus necesidades hidrológicas y hábitos reproductivos así como alimenticios; hacen una asociación perfecta con la laguna, por lo tanto se considera que es la especie más abundante de este sistema lagunar.

1.3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LOS PESCADORES DE EL PAPAJO, GRO. MUNICIPIO DE COYUCA DE BENITEZ.

El Papayo es una localidad del Municipio de Coyuca de Benitez la cual se encuentra en desarrollo y cuenta con una población relativamente escasa, donde el comercio apenas comienza, con un alfabetismo de menos del 50% y un número total de viviendas de aproximadamente 400.

El Papayo es un poblado que depende en un mayor porcentaje de la pesca y en un menor de la agricultura. Abarca una gran porción de agua por lo que para aprovechar estos cuerpos de aguas naturales se formó en 1973 la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera PESCAMEX, en la que se realiza este trabajo.

Según el X censo de población y vivienda del Estado de Guerrero de 1980 El Papayo cuenta con una población de 2,247 habitantes de los que 1,123 son hombres y 1,124 son mujeres y en total representan el 4.73% de la población total del Municipio. El 17% de la población se encuentra económicamente activa, el 77.1% en actividades primarias, el 4.8% en industrias y el 11.4% en comercio y servicio. En alfabetismo se tiene un 47.2% que asiste a la primaria y el 6.6% con estudios superiores. La población posee 413 viviendas de las cuales el 87.9% son propias, al 12% tiene piso y el 23.3% tiene energía eléctrica (15,16).

La Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera PESCAMEX se inició en 1973 con un número total de 50 pescadores a los que se les dio concesión de una parte de la laguna de mitla, por lo que decidieron introducir 4 especies de tilapia con autorización de la SARRH, sin conocer profundamente sus características biológicas. Esto dio origen principalmente a dos problemas: por un lado la reproducción incontrolada de tilapias y por otro lado la extinción de la ictiofauna

originaria de esta laguna. Esto y algunos otros problemas trajeron como consecuencia la desunión de la cooperativa hasta casi desaparecer.

La organización de la Cooperativa esta representada por la Asamblea General que a su vez esta regida por un Consejo de Administración y un Consejo de Vigilancia, estos consejos están integrados por un presidente, secretario, vocales y suplentes; además de comisiones especiales.

Actualmente la Cooperativa obtiene una cosecha de 600 a 1000 kg/día.

El objeto de conocer la situación socioeconómica de los pescadores así como la organización de la Cooperativa tiene como fin proponer un método zootécnico de producción semintensiva que sea capaz de aumentar los niveles de producción así como la cosecha.

2. BIOLOGIA, FISIOLOGIA Y CULTIVO DE LA TILAPIA: GENERALIDADES

2.1. BIOLOGIA

2.1.1. TAXONOMIA

La clasificación taxonomica de las tilapias ha desarrollado grandes discusiones debido a que existen muchas opiniones por la gran variedad de especies (al rededor de 80).

El primero en hacer la clasificación es T. Van den Audenarde que dividió a las tilapias en 3 grandes grupos que

son: Tilapia, Sarotherodon y Oreochromis. Basandose en su origen, morfología, hábitos alimenticios y hábitos reproductivos (2).

Es hasta 1973 cuando E. Trewavas agrupa a las tilapias en dos subgéneros que son Tilapia y Sarotherodon. Tomando como base su anatomía, características alimenticias y tipo de crianza (12).

Tilapia.- La hembra desova en el sustrato, donde hace guardia con el macho hasta que los huevos se desarrollan y las crías pueden vivir solas (alrededor de 30 días). Son generalmente herbívoros y posee de 6 a 16 branquiespinas en el primer arco branquial.

Sarotherodon.- La hembra desova en el sustrato, espera a que los huevecillos sean fecundados e inmediatamente los introduce a su boca (el macho se retira) donde los mantiene durante el periodo de alevin hasta que ya no caben en su boca (aproximadamente 30 días) tienden a ser planctófagos y poseen de 10 a 28 branquiespinas.

Clasificación Taxonomica:

Phylum: VertebrataSubphylum: CranataSuperclase: GnatostomataSerie: TeleosteiSubclase: ActinopterygiiOrden: PerciformesSuborden: PercoideiFamilia: CichlidaeGénero: TilapiaSubgénero: Tilapia y Sarotherodon

Especies:

Tilapia abarca 30 especiesSarotherodon abarca 46 especies.

Sin embargo solo 3 especies se han extendido por todo el mundo que son Sarotherodon mossambicus, S. niloticus y S. aureus. A México se han introducido 5 especies, 3 de Sarotherodon (S. mossambicus, S. niloticus y S. aureus) y 2 de Tilapia (T. rendalli y T. zilli).

Pero debido a su incontrolada reproducción ya no hay razas puras en México, sino solo híbridos difíciles de clasificar (16).

2.1.2. ECOLOGIA Y DISTRIBUCION EN MEXICO

Las tilapias poseen una gran importancia en producción de proteína animal en las aguas tropicales y subtropicales de todo el mundo, principalmente en los países en desarrollo. Las características biológicas que convierten a las tilapias en uno de los géneros más apropiados para la piscicultura son: gran resistencia física, rápido crecimiento, resistencia a enfermedades, elevada productividad (debido a su tolerancia a desarrollarse en condiciones de alta densidad), habilidad para sobrevivir a bajas concentraciones de oxígeno y amplio rango para tolerar salinidades. Además tiene una enorme capacidad para nutrirse a partir de una amplia gama de alimentos naturales y artificiales.

Existen 3 puntos a considerar en la ecología de las tilapias: 1) distribución geográfica, 2) aspectos físicos (velocidad de corriente, profundidad y temperatura), 3) aspectos químicos (salinidad, alcalinidad, pH y oxígeno).

Distribución geográfica.- la familia Cichlidae es originaria de Africa y en la actualidad se encuentra distribuida en todo el mundo. El subgénero Sarotherodon esta ampliamente distribuido en Asia (Java, Malasia, Sri Lanka, Indonesia, Nueva Guinea, Filipinas, Tailandia, Bangladesh, Honk kong, Taiwan, China y Japon); América (Haiti, Jamaica, Sta. Lucia, Grenada, Puerto Rico, Nicaragua, El Salvador, Ecuador, Colombia, Estados Unidos y México).

En México 1964 se introdujeron en la estación piscícola de Temascal en Oaxaca. De aquí se han diseminado por el litoral del Pacífico (Baja California, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Guerrero y Chiapas); litoral del Golfo y Caribe (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo); otras (Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Puebla, San Luis y Zacatecas).

En 1977 se introdujeron a la Laguna de Mitla 4 especies de Sarotherodon por medio de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera ~~PESCAMEX~~ (1,8,12).

Aspectos físicos.- Las tilapias no son hábiles para adaptarse a corrientes rápidas sobre todo si van acompañadas de grandes profundidades, ya que la temperatura está influenciada por la profundidad, gradientes de oxígeno, concentración de bióxido de carbono, ácido sulfúrico y amonio. Por lo tanto es más fácil encontrarlas en lagos y lagunas donde permanecen en aguas poco profundas cerca de la orilla en donde consiguen alimento y pueden reproducirse.

Para ejemplificar Sarotherodon mossambicus es la más resistente a los factores físicos, tiene una adaptación máxima de 20 m de profundidad a 30°C y una mínima de 7 m a 15°C. Los jóvenes pueden llegar hasta 12 m y los alevines decien a mayores profundidades.

En cuanto a temperatura, las tilapias son originarias de aguas calientes y para sus necesidades reproductivas demandan un rango aproximado de 27°C a 35°C.

Las tilapias son peces termofilicos y su tolerancia a altas o bajas temperaturas está determinada por la talla del pez, los peces más jóvenes toleran temperaturas más altas que los adultos. Ejemplificando, en 1975 Broton y Bolt reportaron 16°C a 39°C como rango para los juveniles (menos de 15 cm), comparado con 19°C a 32°C para los adultos (12).

Balarin and Halton en 1979 probaron que Sarotherodon mossambicus es la más resistente puesto que sobrevive a temperaturas tan bajas como 8°C y tan altas como 42°C, sin embargo prefiere un rango de 16.9°C a 34°C para su habitat (2).

Aspectos químicos:

Salinidad.- aunque las tilapias son de agua dulce poseen una capacidad enorme para adaptarse a altos porcentajes de salinidad. Estos peces se desarrollan en rangos que van desde 0 a 120‰ de salinidad. Sin embargo Whitfield y Blaber en 1979 demostraron que las tilapias se desarrollan mejor en lagos, estanques y lagunas que no tienen comunicación con el mar porque aunque toleran altos porcentajes de salinidad, son incapaces de tolerar los cambios bruscos de salinidad.

Potts y Cols en 1967 demostraron que los juveniles de Sarotherodon mossambicus pueden tolerar una salinidad del doble del mar (12).

pH y alcalinidad.- las aguas que tienen un pH de 6.5 a 9.0 antes del amanecer por lo general se consideran adecuadas. El agua es de excesiva alcalinidad es perjudicial para los peces, pero se debe distinguir entre un pH alto resultado de la fotosíntesis y el causado por los factores que pueden afectar el medio ambiente. La absorción de bióxido de carbono (CO_2) durante el proceso fotosintético da como resultado un pH alto, esto es especialmente importante en cuerpos de agua ricos en fitoplancton donde usualmente hay una fluctuación constante y durante el día el pH es más bajo y por la noche es más alto. Se considera que un pH mayor a 9.0 es mortal para las crías alevines y juveniles.

Oxígeno disuelto.- la concentración de oxígeno disuelto (OD) depende de tres fases: 1) La tasa de producción de oxígeno a través de la fotosíntesis, 2) La proporción de consumo de oxígeno por medio de la respiración y 3) La tasa de oxígeno transferido de la interfase aire agua.

Mientras más productivo sea el cuerpo de agua (fitoplancton y otros microorganismos) es más alta la temperatura que estimula el proceso de fotosíntesis y respiración, entonces hay una considerable producción de OD que excede los requerimientos para la respiración durante el

dia. El exceso de la producción de OD puede perderse en la atmósfera por sobresaturación, sin embargo la transferencia de OD a través de la interfase es proporcional a la saturación de OD en el agua de estanque. De esto se derivan las muertes por anoxia en el periodo crítico cuando se termina el OD del día, justo antes de amanecer.

Todos estos puntos dentro de la ecología como son la distribución geográfica, aspectos físicos y químicos han determinado la diseminación de las tilapias por todo el mundo.

2.1.3. CICLO DE VIDA NATURAL Y DE CULTIVO

El ciclo de vida natural de las tilapias comprende 5 periodos: embrionario, larval, juvenil, adulto y cenil. Este ciclo abarca la vida de un pez desde que nace hasta que muere.

Embrionario.- comienza con la activación (inseminación) del huevo el cual tiene un color amarillo fuerte antes de ser fecundado y un amarillo pálido poco antes de la eclosión, su nutrición es la base de proteínas y nutrientes contenidas en el saco vitelino terminado con la eclosión del huevo.

Larval.- este periodo comienza con la transición de comida exógena y termina con la metamorfosis, cuando las estructuras embrionarias temporales son reemplazadas por órganos permanentes incluyendo la diferenciación del doble de la aleta medial y osificación de las vértebras centrales.

Juvenil.- este periodo comienza con la tilapia ya bien estructurada y se extiende hasta la pubertad o primera maduración de las gónadas.

Adulto.- comienza desde la primera maduración de las gónadas y el primer desove de las hembras terminando con la última reproducción.

Cenil.- Este periodo comprende desde que ha cesado su reproducción (o gametos con poca calidad) y termina con la muerte de la tilapia.

El ciclo de vida en cultivos comerciales de tilapia se ha estudiado y se encuentra bien delimitado, con sus variaciones por especie pero estas son mínimas. Para su estudio se dividen en fases o periodos, los que a continuación se muestran (2).

FASE O PERIODO	TALLA (cm)	TIEMPO (días)	PESO (g)
HUEVO	0.22 a 0.43	3 a 5	0.01
ALEVIN	0.07 a 1	10 a 15	0.1 a 1.2
CRIANZA I y II	3 a 5	13 a 30	0.5 a 4.7
ADULTO	10 a 18	70 a 90	70 a 100

La maduración de las tilapias está dada por la talla que un pez alcance en un determinado tiempo y también depende mucho de las condiciones medioambientales naturales. En

especial el subgenero Sarothron puede comenzar a reproducirse desde que mide 4.5 cm (12).

En general la vida de las tilapias puede durar hasta 8 años, se comprobó que Sarotherodon mossambicus puede vivir hasta 11 años (2).

2.2. FISILOGIA

2.2.1. REQUERIMIENTOS HIDROLOGICOS

Se han mencionado ya las características biológicas necesarias para el desarrollo de las tilapias en general. Para este trabajo que como objetivo busca el control de las tilapias de la forma más práctica posible se tomará como ejemplo a Sarotherodon mossambicus ya que es la especie que más predomina en la laguna.

S. mossambicus es originaria de aguas tropicales y el rango de temperatura para su desarrollo y reproducción fluctúa entre 17 a 34.6°C.

Kelly en 1956 encontró que S. mossambicus deja de comer a 15.6°C y de 8.3 a 4.4°C ocurre el 100% de mortalidad (1).

Alanson y Cols. en 1971 encontraron que el porcentaje de salinidad tiene gran influencia en la tolerancia de S. mossambicus a las bajas temperaturas. Estos investigadores comprobaron que puede tolerar 11°C a una salinidad de 5% sin embargo en aguas dulces no sobrevive a esta temperatura. Por lo tanto concluyen que la habilidad para resistir bajas

temperaturas está relacionada con el mantenimiento de altas concentraciones de sodio y cloro en el plasma (2).

S. mossambicus es muy eurihalina, se desarrolla y reproduce en aguas dulces, salobres e incluso en agua de mar. Su reproducción puede ocurrir hasta un 69% de salinidad, esta habilidad se le atribuye a su hábitat natural en estuarios y ríos.

Esta especie puede crecer, madurar y reproducirse en concentraciones bajas de oxígeno disuelto (OD), porque tiene la capacidad de retener el oxígeno por períodos más amplios que otros peces. Balarin y Halton en 1979 comprobaron que S. mossambicus puede tolerar concentraciones tan bajas como 0.1 ppm (2).

El pH y la alcalinidad están muy relacionados con el crecimiento de las tilapias, S. mossambicus se desarrolla en un rango de 7 a 8 con un límite de acidez de 4 y alcalinidad de 11.

Todos estos experimentos nos muestran un panorama de las necesidades hidrológicas que requiere esta especie para reproducirse.

2.2.2. FISILOGIA REPRODUCTIVA

Un aspecto importante de la reproducción de las tilapias es la precocidad de la maduración sexual, la cual puede ocurrir tan temprano como a los 2 meses en algunas especies. Tan pronto como la maduración es lograda y la

temperatura adecuada es constante, las hembras son habiles para emprender sus ciclos de cria y reproduccion.

La diferenciación sexual de la gonadas (testiculos u ovarios) en juveniles con una morfologia característica ocurre muy temprano en algunas especies de tilapia. En machos las células tipo "A" son originadas por el embrión, la espermatogénesis comienza con la espermatogonia tipo "A" seguida de la mitosis de la espermatogonia tipo "B" mientras que las células somáticas se dividen alrededor para formar un estrato continuo de células llamadas "células de Sertoli".

El proceso anterior resulta en numerosos quistes en todas partes del testiculo, después de un gran número de mitosis, ocurre la espermatogénesis y cada espermatogonia produce 4 espermatidas diferenciándose en espermatozoides.

En las hembras, los ovarios cuentan con un determinado número de oogonias indiferenciadas, las cuales se diferencian por divisiones mitóticas.

Algunas oogonias comienzan la división, principalmente son atrapadas en la profase (oocito primario) y cada oocito primario aumenta de tamaño progresivamente. Las células de la granulosa forman un estrato que esta directamente en contacto con el exterior del oocito (zona radiada, futuro corion) y una teca externa hecha por diferentes estratos de fibroblastos penetrados por capilares. La teca forma una envoltura externa del folículo del ovario.

El crecimiento del oocito se divide en dos fases: 1) fase previtelogénica que es considerada por ser el resultado de la síntesis que ocurre dentro del oocito (vitelogénesis endógena) y 2) la fase vitelogénica que resulta de la rápida acumulación de nutrientes como lipofosfoproteínas liberadas por el hígado a la sangre e incorporadas a los oocitos por micropinocitosis (vitelogénesis exógena) marcando el fin de la vitelogénesis.

La meiosis se resume como el proceso llamado maduración del oocito caracterizada por la terminación de la primera división meiótica con la emisión del primer cuerpo polar que esta acompañado de importantes cambios en la morfología total, antes de la ovulación (expulsión del oocito secundario). La maduración del oocito termina solamente después de la penetración del espermatozoide con la segunda división meiótica y la emisión del segundo cuerpo polar.

Numerosos órganos, glándulas endócrinas y hormonas están involucradas directa o indirectamente regulando la reproducción. Este complejo control sistemático es dirigido por el sistema nervioso, el cual integra estímulos externos junto con gestación ontogénica y fisiológica pero principalmente se ejerce este control por la relación hipotálamo-hipofisis-gonadas. Las hormonas presentes encargadas de la reproducción son la foliculo estimulante (FSH) y la luteinizante (LH) producidas en la hipofisis,

estas hormonas regulan la secreción del ovario y testículo por medio de una regresión positiva o negativa.

La prolactina es una hormona que juega un papel muy importante en la fisiología de los ciclidos, puesto que inhibe el desarrollo de las gónadas después del desove y durante todo el cuidado parental.

Las tilapias alcanzan su madurez sexual cuando mide de 8 a 9 cm y de 2 a 3 meses cuando muy temprano y producen nuevas crías al cabo de 4 a 6 semanas en el trópico donde la producción es continua. El desove temprano y el cuidado que las hembras dedican a sus crías induce que aquellas no alcancen una talla comercial.

El conocimiento de la fisiología reproductiva de éstos peces ha llevado a los investigadores al desarrollo de técnicas sofisticadas de la reproducción como son hibridación y reversión sexual, con el objetivo de crear poblaciones monosexuales.

2.2.3. NUTRICION, ALIMENTO Y ALIMENTACION

Es importante conocer las necesidades alimenticias de las tilapias ya que son la especie que aprovecha mejor el alimento natural que cualquier otro pez.

Generalmente Sarotherodon es micrófaga y omnívora, ingiere macrofitas, zooplancton, peces, huevos de peces y detritus.

El crecimiento de los peces está determinado por la cantidad y calidad del alimento. Mientras mayor es la talla del pez mayor es la cantidad de alimento necesario para sostener su potencial de crecimiento y su cuerpo.

Como la producción de alimento natural es limitada cuando un estanque esté almacenando una cierta densidad de peces estos alcanzan su peso por arriba del cual, el alimento natural no será suficiente para mantener su cuerpo ni su tasa máxima de crecimiento potencial. Debido a que primero se deben satisfacer los requerimientos para el mantenimiento, al incrementar el peso del pez sobre este punto la tasa de crecimiento será menor que el máximo potencial y al aumentar el déficit de alimento la tasa de crecimiento se reducirá. Esto es el nivel crítico de cosecha en pie (NCCP). El crecimiento cesará por completo cuando se alcance la capacidad de carga que es el momento en que el alimento disponible es apenas suficiente para mantener a los peces, pero insuficiente para permitir su crecimiento y si en ese momento están por debajo de la talla comercial, los peces no podrán venderse. Para mantener la tasa de crecimiento individual más allá del NCCP, se deberá ir aumentando la cantidad de alimento, ya sea fertilizando o agregando alimento complementario durante las variadas etapas de crecimiento (2,12).

Para calcular la densidad de poblacion en un cuerpo de agua se debe calcular la biomasa existente y asi estimar una produccion. Esto no es fácil, sin embargo se ha calculado la produccion de estanques de diferentes lugares. Ejemplificando, en Rodesia los estanques con alimento natural se produjo 879 kg/ha, y estanques fertilizados con alimento complementario produjeron 6,160 kg/ha (2).

S. mossambicus ingiere de 3 a 4,5% de su peso vivo en materia seca y sus requerimientos son 46% de proteinas, 35% de carbohidratos y 42% de lípidos (1).

A continuacion se describen tres formulas de dietas complementarias para las distintas fases de crecimiento de las tilapias (2).

INGREDIENTES	DIETA I (alevin - 0.5g)	DIETA II (0.5g - 35g)	DIETA III (35g - ...)
HARINA DE PESCADO	30%	10%	5%
HARINA DE PLUMA	115%	5%	3%
HARINA DE CARNE	55%	5%	5%
HARINA DE SOYA	5%	12%	4%
HARINA DE CACAHUATE	10%	212%	12%
HARINA DE ALGODON	5%	20%	20%
SALVADO DE ARROZ	10%	20%	37%
SOLUBLES DE DESTILACION	10%	10%	10%
PREMEZCLA VITAMINICA	2%	2%	2%
PREMEZCLA MINERAL	4%	4%	2%

LIPIDOS	2%	----	2%
P R O T E I N A	49.25%	35.55%	30.76%
L I P I D O S	11.06%	8.58%	8.09%

2.3. CARACTERISTICAS DE CULTIVO

2.3.1. METODOS DE CULTIVO

Dentro de los sistemas intensivo y extensivo de cultivo de tilapia existen varios métodos. Sin embargo el más estudiado en México es el cultivo en estanques ya que es el más práctico.

Naturalmente las tilapias se reproducen aumentando gradualmente la población y compitiendo por alimento que dan como resultado un retraso en el crecimiento de las mismas. Por lo que controlando esta reproducción se puede obtener una talla comercial y alto rendimiento por unidad de area.

Existen dos tipos de sistemas de cultivo para las tilapias que son: el intensivo que esta dado por cultivo en estanques y jaulas principalmente el extensivo que ocupa cuerpos de aguas naturales como lagos, lagunas, etc.

Cultivo de estanques.- La tilapia presenta un problema especial cuando se cría en estanques ya sea policultivo o monocultivo, que es la proliferación y el desove "natural" en estanques de crecimiento de toda al población. Esto

ocasiona una pérdida considerable en la producción y por lo tanto en las ganancias.

Crecimiento de una población mixta.- Se engordan machos y hembras jóvenes de tilapias para venderlas antes de que alcancen la madurez sexual. Este método sólo será útil si el mercado acepta peces pequeños (menos de 250g), porque reduce la mano de obra así como el espacio.

Separación manual.- para este método sólo se necesita que la persona que realiza este trabajo tenga conocimiento de las características generales de las tilapias.

Hibridación.- para este método sólo se necesita tener razas puras de varias cepas (machos S. hornorum, S. mossambicus, S. niloticus, y otras), las cuales cruzadas entre sí originan una población de machos hasta en un 100%.

Reversión de sexo.- éste método se realiza cuando la etapa de alevín está terminando, en este momento se le agrega en el alimento andrógenos (metiltestosterona, etiniltestosterona, etc.) para lograr una población de machos.

Si el mercado demanda peces grandes que alcancen la madurez sexual antes de la comercialización, será mejor engordar una población de machos. Entonces deberán realizarse cálculos económicos cuidadosos considerando el ingreso más elevado obtenido de la producción de peces más grandes contra

los costos extras de separación de sexos y pérdida de hembras.

La densidad de población de tilapias está dada por la capacidad de alimentación del estanque debido a su fertilización. Pruginin en 1979 calculó en un estanque fertilizado con estiércol de vaca, una población de 3,320 machos/ha con un peso de 97g, en 189 días y obtuvo una supervivencia del 91% (2).

Cultivo en jaulas.- es un método muy usado en varios países entre los que destaca Japón, Noruega y Tailandia. Este sistema tiene la ventaja de que se puede ajustar a la economía de piscicultor. Existen tres tipos de jaulas: jaulas de superficie, jaulas flotantes y jaulas sumergidas.

Para el sistema de cultivo de jaulas se han utilizado más comunmente S. niloticus, S. mossambicus y S. aureus por sus características biológicas.

Entre los aspectos técnicos de cultivo de tilapias en jaulas están:

La construcción.- el material es muy variado, puede ser de metal, plástico, madera, cordón galvanizado, etc. los que requieren de ser colocados firmemente para evitar el desplazamiento.

Diseño de las jaulas.- la forma de las jaulas, varía pero generalmente son cuadradas y rectangulares. el tamaño

también es variable puesto que las hay desde 6 a 100 m y existen hasta de 1000 m.

El sitio de elección está determinado por la biomasa existente y las características hidrológicas del lugar como lagos, lagunas, estanques, ríos, presas, etc. donde el alimento natural sea capaz de mantener la densidad de población. De lo contrario se les deben proporcionar dietas complementarias.

El sistema de cultivo en jaulas tiene la ventaja de que las tilapias consumen poca energía y por lo tanto presentan buenos potenciales de crecimiento.

Densidad de población.- en lagunas se ha probado que pueden desarrollarse de 20 a 25 juveniles/m sin alimento complementario, organizando un peso de 100 g al cabo de 5 meses (15).

Como ejemplo en Tailandia las jaulas son hechas de vara de bambú que tiene dimensiones de 60 a 180 m y su vida media es de 10 años.

Los alevines son capturados en cursos de aguas naturales que se colocan en jaulas a razón de 80 a 371 alevin/m. Se alimentan con productos de desecho de vegetales y animales. El índice de conversión de alimento es de 4.0, el período de engorda oscila entre 9 a 11.5 meses y se obtienen rendimientos anuales que van desde 3,000 a 5,000 Kg/jaula.

Para México éste sistema de cultivo no es relevante ya que las inversiones son muy costosas u el precio de la tilapia no paga la inversión. Por lo cual el cultivo en jaula se deja para otras especies como el langostino.

2.3.2. ENFERMEDADES

El estudio de las enfermedades de la tilapia ha adquirido importancia sólo recientemente en la medida en que los sistemas de cultivo se han intensificado.

Cuando la densidad de población en un cultivo es relativamente baja, la calidad del agua por lo general es adecuada y por lo tanto los peces son menos susceptibles a infecciones. Así mismo resulta más difícil la detección de condiciones propicias para infecciones en grandes extensiones de agua que en las condiciones controladas de los sistemas resultan intensivos de jaulas y estanques.

En cultivos extensivos las infestaciones parasitarias son insignificantes en términos cuantitativos, sin embargo en condiciones intensivas estas infestaciones toman importancia por lo que resulta necesario su oportuno y acertado diagnóstico.

A continuación se presenta una relación de los microorganismos más comunes que tienen efectos enfermizos entre las tilapias.

Ichthyophthirius multifiliis que causa el Ich o mancha blanca. Se desarrolla entre los 20 a 24°C por lo que es más común en el trópico y subtropico.

Trichodinids y Chidonella spp afectan principalmente la piel y las branquias. Estos microorganismos están presentes en la mayoría de los peces pero en pequeñas cantidades provocando estres y debilidad en el pez.

Bedonid parasites y Euchinostomum denominado "gorjo amarillo o blanco" que causa pandoe y distorsion del cuerpo.

Stronquacidea y toda la familia Diplostomatidae se localiza en el cristalino, retina y humor vitreo produciendo ceguera.

Céstodos nemátodos y acantocéfalos se localizan en la cavidad pericárdia y completan su ciclo con los pájaros causando retardo en el crecimiento de las tilapias.

Crustaceos.- tres de los más importantes son Argulus sp, Ergasilus sp y Lernaea que son parásitos que se incrustan en la musculatura causando severas lesiones que impiden la comercialización de este pez.

Enfermedades Bacterianas.- El cultivo de tilapia se lleva a cabo en aguas con alto contenido de materia orgánica, estas condiciones son apropiadas para la proliferación de las bacterias. Sin embargo tres sintomas clinicos se asocian a las enfermedades que son lesiones en la piel, septicemia hemorrágica y granulomatosis o tuberculosis.

Flexibacter columnus asociada con altas temperaturas produce lesiones blanquesinas o rojizas en el epitelio del dorso.

Aeromonas hydrophilia produce septicemia hemorrágica y se manifiesta con úlceras en todo el cuerpo y áreas hiperhémicas en la base de las aletas pectoral y anal. Asociándose con Proteus spp, Streptococcus B hemolítico o Edwardsiella tarda.

. Mycobacterium fortuitum bacilo que produce tuberculosis en tilapias, manifestándose con granulomas en hígado, bazo y riñon.

Infecciones por hongos.- solamente dos hongos son patógenos para las tilapias como Saprolegnia la que se asocia a lesiones traumáticas y Brachiomyces sp que afecta a las branquias y al epitelio de las vías respiratorias provocando la muerte.

Enfermedades virales.- en tilapias salvajes del Este de Africa hay virus que causa la enfermedad leucocítica, sin embargo esto no se ha estudiado a fondo y no se ha comprobado que hasta hoy haya un virus capaz de provocar alguna enfermedad en esta especie.

Intoxicaciones.- existen varias sustancias tóxicas que pueden producir la muerte en tilapias. El bombeo y sistemas

de arranque hacen que haya una sobresaturación de gases en el agua y cuando el pez absorbe estos gases durante su respiración puede perder solubilidad obstruyendo los capilares sanguíneos, en los alevines se acumula este gas en el saco vitelino y en adultos en las branquias por lo que afecta el desarrollo y crecimiento de ambos.

Las algas producen toxinas mortales para los peces, Primatesium parvum secreta una toxina extracelular que causa la muerte de los peces y algunos microorganismos. Generalmente estas algas crecen en cuerpos de agua dulce ya que no crecen en salinidades que van arriba de 0.4 ppm.

El hongo Aspergillus flavus se desarrolla en alimentos que no son debidamente conservados y almacenados, este hongo produce dos aflatoxinas B₁ y B₂ que provocan hemorragias internas y por lo tanto la muerte del pez.

Neoplasias.- se ha descubierto un linfoma linfocítico y un adenoma tubular renal, sin embargo esto no ha sido muy estudiado.

2.3.3. HIBRIDACION

Este método de cultivo regularmente se utiliza para obtener únicamente una población de machos y un color comercial.

Fué Hickling (1960) que realizó una cruce de S. mossambicus y obtuvo una población del 96% machos. Posteriormente E. Trewavas (1963) determinó que el macho se había utilizado en la cruce de Hickling no era de la misma especie que la hembra, sino que era S. hornorum.

Pruginin (FAO/ONU 1967) realizó varias cruces: S. niloticus X S. variabilis, S. niloticus X S. nigrus, S. niloticus X S. aureus, de los que obtuvo solamente machos.

Chen en (1969) viene a explicar este fenómeno. Muestra que S. mossambicus tiene una hembra homogamética (XX) y un macho heterogamético (XY), mientras que S. hornorum tiene un macho homogamético (ZZ) y una hembra heteogamética (WZ). Por lo que sostiene que la cruce de hembra (XX) de S. mossambicus X macho (ZZ) de S. hornorum produce una población solamente de machos híbridos (XZ).

También realizó unaa cruce con la hembra (WZ) de S. hornorum X el macho (XY) de S. mossambicus la que proporciono solamente el 25% de hembras (WX) y el 75% de machos híbridos WY, XZ y YZ.

Analizando las cruces de razas puras con híbridos encontró que proporcionan el 50% de machos y el 50% de hembras. Pero cuando se realizan cruces entre machos y hembras híbridos, las predicciones mendelianas se pierden y lo que se ha observado es que los porcentajes de mortalidad son elevados en estas cruces.

La hibridación así como tiene sus desventajas tiene sus ventajas como son fácil captura, uso eficiente de los niveles tróficos (en caso de policultivo), tolerancia a bajas temperaturas, mejores tasas de crecimiento (los híbridos crecen del 25 al 30% más que los padres) y coloraciones rojas que son preferidas en el mercado.

2.3.4. CONTROL DE LA REPRODUCCION

Debido a las características reproductivas de las tilapias, el control de la reproducción es un poco complicado.

Existen ya varios métodos que se han desarrollado principalmente para granjas comerciales como cultivo mixto y cultivo monosexual (sexado manual, hibridación y reversión de sexo).

El cultivo de ambos sexos solo se realiza cuando el mercado prefiere tilapias pequeñas (menos de 200g) y entre 3 a 4 meses de edad porque hasta este momento las hembras no han alcanzado su madurez sexual. E. Trewavas (1977) demostró que S. mossambicus puede desovar cuando tiene una talla de 8 a 9cm y de 2 a 3 meses de edad.

Cultivo monosexual.~ debido a que los machos poseen una tasa de crecimiento más rápida que las hembras, este sistema de cultivo es el más utilizado por las granjas comerciales de todo el mundo. Existen varios métodos para lograr el cultivo

monosexual y aquí se describen los más utilizados comercialmente.

Separación manual.- esta se realiza examinando la papila urogenital, la hembra presenta dos orificios pequeños en la papila y el macho solo presenta uno. Este método puede facilitarse utilizando tinta china, azul de metileno o verde malaquita con el objeto de apreciar mejor estas estructuras.

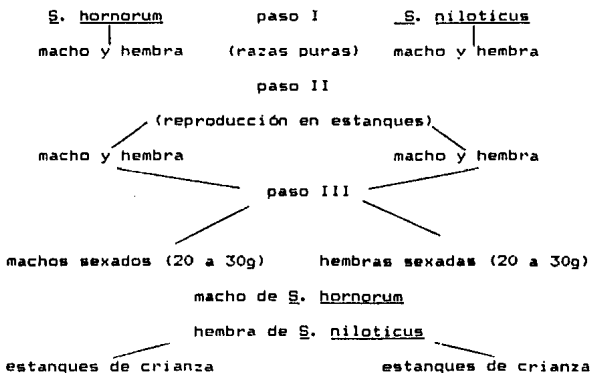
El mayor problema que presenta este método es el error humano en el sexado, para que este método sea efectivo se necesita de personal con mucha experiencia. Se considera que un hombre en un día de trabajo es capaz de seleccionar 2,000 alevines de 50g (12).

Hibridación.- Este método se basa en la cruce de una hembra homogamética (XX) y un macho homogamético (ZZ) la cuál proporciona un alto porcentaje de machos híbridos. Existen varias teorías para explicar este fenómeno de la hibridación, sin embargo aquí se describe el más aceptable.

Chen (1969) sugiere que algunas especies de tilapias (S. mossambicus y S. niloticus) hembra son homogaméticamente sexuales (XX) y los machos son heterogaméticamente sexuales (XZ) y que los machos de S. hornorum y S. aureus son homogaméticamente sexuales (ZZ) y las hembras heterogaméticamente sexuales (WZ). Por lo tanto en cruces de parejas homogaméticas se obtiene el 100% de machos híbridos.

Pruginin (1975) realizó varias cruzas como son: S. hornorum X S. mossambicus, S. niloticus X S. hornorum, S. niloticus, X S. macrochir, S. niloticus X S. aureus, S. niloticus, X S. variabilis, y S. spirilis X S. hornorum, las cuales le proporcionaron un 100% de machos híbridos. Otros como S. niloticus X S. leucostictus y S. niloticus X S. spirilis nigers, las que le proporcionaron un 98% de machos híbridos.

A continuación se describe un método de hibridación a partir de cepas puras de S. niloticus y S. hornorum utilizado en Brasil.



La principal desventaja de este método es la dificultad para mantener reproductores de raza pura que

constantemente produzcan el 100 % de machos híbridos. Para esto se debe tener un control muy estricto con los reproductores ya que la hembra desova a temprana edad, provocando cruza entre padres e hijas.

Reversión de sexo.- este método tiene dos cualidades que están muy relacionadas con la determinación del sexo en las tilapias que permiten esta técnica: 1) el sexo se determina en los alevines al final del desarrollo, de 3 a 4 semanas después de la eclosión que es cuando mide de 18 a 20mm de longitud y 2) el sexo es inestable poco después de la eclosión y puede ser afectado por factores externos.

Guerrero (1979) encontró que la adición de andrógenos durante este período crítico inmediatamente después de la eclosión, puede revertir por completo toda la población en machos.

Existen muchas formas de proporcionarles los andrógenos a los alevines, sin embargo se ha comprobado que la administración oral es la más efectiva (8).

A continuación se describe la preparación del alimento con los andrógenos más utilizados (metiltestosterona y etiniltestosterona).

1.- La hormona se tiene en concentraciones de 30mg/l, se disuelve en 95% de etanol (la metiltestosterona es más soluble que la etiniltestosterona).

2.- El alimento especial para alevines se mezcla en proporciones iguales de peso y volumen con la solución de la hormona.

3.- El alimento se seca al horno (80°C) y se obtiene el alimento que contiene 3mg de hormona / kg de alimento. Se alimentan a razón de 10 a 12% de su peso vivo en 2 a 3 comidas / día.

Cualquier método que se utilice para la explotación comercial será bueno mientras sea práctico.

3. ELEMENTOS TECNICOS PROPUESTOS PARA LA EXPLOTACION DE TILAPIA (Sarotherodon sp) EN LA LAGUNA DE MITLA

3.1. LINEAMIENTOS GENERALES

De acuerdo a los estudios que se han realizado en esta laguna, se considera que posee un enorme potencial de vida que hasta ahora nadie ha aprovechado. Alguna vez la Sociedad Cooperativa de Produccion Pesquera PESCAMEX se organizó e introdujeron a tilapias sin control alguno, como consecuencia esto trajo muchos problemas.

El presente trabajo propone un sistema de control técnico para las tilapias, aprovechando los recursos con los que se cuenta.

Conociendo las características biológicas de la tilapia y haciendo un análisis de la riqueza natural que posee la laguna de Mitla y contando con el apoyo de la Sociedad

Cooperativa de Producción Pesquera PESCAMEX se crea un objetivo principal que es establecer los elementos técnicos que propicien la explotación controlada de tilapia (Sarotherodon sp) en esta zona.

Para este trabajo se propone un método práctico, basado en la teoría de la Zootecnia que a su vez es punto clave de la Administración de Empresas Agropecuarias.

Las bases zootécnicas a seguir son la Genética, Reproducción, Alimentación, Características de construcción y manejo (fujograma).

3.2. GENETICA Y REPRODUCCION

Para el presente trabajo se tomo como ejemplo a Sarotherodon mossambicus que es una de las especies más diseminada por todo el mundo incluyendo la laguna de Mitla.

S. mossambicus.- la forma del pez es oblonga, el perfil superior de la cabeza es cóncavo. Las aletas pectorales son tan largas como la cabeza o un poco más largas que ésta y el color del cuerpo es gris olivo, algunas veces es café o negusco, dependiendo de las condiciones ambientales. Durante la reproducción las hembras se vuelven grisáceas con puntos negros, mientras que los machos se vuelven negros con la parte baja de su cabeza y boca blancas y con los extremos de las aletas caudal y dorsal de un rojo claro.

Esta especie tiene una gran desventaja que es su temprana reproducción.

Chimits en 1955 propone que S. mossambicus llega a su madurez sexual al medir de 8 a 9cm y cuando tiene de 2 a 3 meses de edad, la hembra produce de 100 a 300 huevos o aun más por desove y se reproducen a través de todo el año con intervalo de 30 a 40 días en lugares tropicales (12).

S. mossambicus es polimórfico con respecto a su tasa de crecimiento. Por ejemplo S. mossambicus de Sudafrica tiene tasas de crecimiento más altas que otras en las Areas de Africa y el Medio Oriente.

La tasa de crecimiento también puede ser retrazada por el desove temprano de las hembras puesto que habrá más competencia por el alimento.

En el presente trabajo se propone un método práctico que sea capaz de controlar la reproducción de híbridos, utilizando los recursos disponibles.

Se tomarán de la laguna machos y hembras en relación 1:1 que servirán como reproductores por lo menos para el primer año. Al mismo tiempo se irá seleccionando el pié de cría para el próximo año.

Los machos y hembras que se tomen de la laguna se tendrán en observación durante un mes en el laboratorio para que las hembras que estén criando terminen y así tener mayor control. Al mes se juntarán las primeras parejas y al cabo de

8 días se realizara lo mismo con el otro estanque, y así completar el mes cuando la población de reproductores sea la necesaria para producir el número total de alevines.

De los estanques de reproducción seleccionarán a 10 parejas que posean las características más parecidas a S. mossambicus. Las que se mantendrán en observación en el laboratorio y durante todo el año se seleccionara al pié de cría del próximo año. Los que cumplirán con los siguientes requisitos: elevado porcentaje de fertilidad, desove continuo y bajos porcentajes de mortalidad en crianza I.

3.3. ALIMENTACION

Se prefiere que las tilapias se produzcan en lagos y lagunas donde el alimento natural esta disponible. En donde la producción sólo se mantiene con el alimento natural.

Hasta ahora no se conoce algún método que sea capaz de medir la biomasa de cuerpos de aguas naturales. Sin embargo se puede conocer la densidad de peces a introducir en una determinada área realizando la cosecha de pié de peces.

Cuando la densidad de peces por unidad de área aumenta, cada pez puede obtener una proporción menor de alimento. Sin embargo cuando la densidad de peces por unidad de area es constante y el peso de los peces aumenta, cada pez obtiene una porción igual de alimento aunque no cubra el total de sus requerimientos.

Para que los peces crezcan a su tasa potencial, requieren de alimento que les sirva tanto de sustento como de dieta para su crecimiento.

Según Chimits en 1955 S. mossambicus es omnívora. Los alevines se alimentan de diatomeas (algas planctónicas) y pequeños crustáceos. Los adultos se alimentan principalmente de algas, pero también de zooplancton, gusanos, larvas de insectos y detritus.

La pesca que se realiza actualmente solo de la Sociedad Cooperativa (1.600 a 2,000 kg/ha), demuestra que la laguna posee el alimento suficiente para producir un tamaño comercial constante de tilapias.

El alimento natural no necesariamente suministra los diversos componentes del alimento como carbohidratos, proteínas o vitaminas, para lo que siempre hay un déficit que debe cubrirse con dietas complementarias

Para la engorda de tilapias solamente se utilizará el alimento natural existente, del cual se espera una producción de 2,000 tilapias/ha de 200g al cabo de 6 meses.

Las necesidades alimenticias de los reproductores son 2.4g/pez/día, el cual debe contener el 2.8% de proteína.

Los reproductores estarán en estanques fertilizados, aparte de la laguna y a estos estanques se les proporcionarán desperdicios de pescado, pollo, estiércol de cerdo y con esto

el alimento de los estanques cubrirá las necesidades alimenticias de los reproductores.

A continuación se indican las necesidades alimenticias de las tilapias en cada una de las diferentes etapas.

ALEVIN	0.5g/pez/día	6.7% de proteína
CRIANZA I	0.8g/pez/día	5.3% de proteína
CRIANZA II	1.6g/pez/día	4.6% de proteína
JUVENIL	2.0g/pez/día	3.3% de proteína
ADULTO	2.4g/pez/día	2.8% de proteína

La alimentación siempre será un punto importante para las granjas comerciales de cualquier especie. Para ésta en especial es el recurso más abundante, por lo tanto no es un problema ya que la laguna cubre las necesidades alimenticias de las tilapias para cada una de sus fases.

3.4. INSTALACIONES: CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION

En el mercado existen infinidad de materiales para la construcción de las granjas comerciales que van desde encierros rústicos hasta muy sofisticados como son las jaulas flotantes.

Para la construcción de estanques de engorda dentro de la laguna sólo se necesitarán postes, alambre de varios calibres, malla de diferentes diámetros y los estanques de reproducción que estarán situados por fuera de la laguna.

La laguna de mitla cuenta con 3,200 ha de las cuales sólo se ocuparán 7 para los estanques de engorda de los peces.

Para la explotación se necesitarán 24 estanques de 3,000 m para cada uno, los que se instalarán a las orillas de la laguna.

Cada estanque consta de un cerco que posee 57 retenidas las que ocuparán un espacio de 3m y una distancia de 400m entre una y otra. También cuenta con cuarterones o cuarterones que son tiras de madera que sostienen las cuerdas entre poste y poste, cada uno de estos cuarterones tiene una separación de 4m entre sí y pueden tener un diámetro de 7 a 10cm (fig. 1 y 2).

Se necesitará alambre galvanizado del no. 8 para la parte superior y del no. 10 para la parte inferior.

Aparte se necesitará malla de calibre 3/4 de pulgada, la que va sujeta al cerco (fig. 2).

Los reproductores se mantienen en estanques de tierra que se encuentran separados de la laguna y abarca 250m cada uno con una profundidad de 80cm y un declive de 0.1 a 0.2%.

El estanque posee la entrada de agua en la parte más profunda la que será filtrada con una cámara de de grava sobre el canal de entrada.

El drenaje de salida de agua se compone de un monje estructura que regula el nivel de agua en el estanque) de concreto con tubo de drenaje (fig.3).

Como se observa, los estanques de engorda como para reproductores no son muy sofisticados pero si muy prácticos.

3.5. SANIDAD

Las enfermedades bacterianas o micóticas así como las infestaciones parasitarias son poco frecuentes en sistemas extensivos o semintensivos.

Para las explotaciones en cuerpos de aguas naturales (extensivos o semintensivos) las infestaciones parasitarias son las más frecuentes, sin embargo no afectan en gran cantidad a los peces. Por lo tanto no se les toma en cuenta y además resulta difícil manejar un calendario de desparasitaciones.

Se ha comprobado que las infestaciones parasitarias así como las infecciones bacterianas o micóticas son mucho más frecuentes en sistemas intensivos.

Para este trabajo las infestaciones así como las infecciones no se tomarán en cuenta.

3.6. ADMINISTRACION: FLUJOGRAMA

La Administración de Empresas Agropecuarias es base de la Zootecnia y para su estudio se divide en planeación, organización, integración, dirección y control.

PLANEACION

Se contruirán 24 estanques en forma de cercos en las orillas de la laguna de mitla.

Se construirán por fuera de la laguna de mitla 8 estanques de tierra que tendrán una área de 250m para los reproductores.

Se capturarán de la laguna 600 reproductores cada semana hasta completar un mes, esto es 1,200 hembras y 1,200 machos como reproductores definitivos.

En estanques de 3.000m se sembrarán aproximadamente 42,000 alevines cada semana que tengan un mes de edad.

A los 6 meses de engorda se espera obtener una producción semanal de 15,000 tilapias machos adultos de 200 a 220g o sea una producción de 3,000 peces/estanque/semana.

ORGANIZACION

Se construirán 4 estanques para engorda con una área de 3,000m cada uno al cabo de un mes hasta completar, los 24 estanques necesarios.

Cada estanque estará rodeado interiormente por una malla que tenga una luz de 3/4 de pulgada.

Los 8 estanques para reproductores serán de tierra con una área de 250m², 80cm de profundidad y con un declive de 0.1 a 0.2%.

Una vez ya excavado el terreno se debe extraer la vegetación y raíces, en un extremo se coloca el muelle de desagüe por otro el filtro de grava. A todo el estanque se le cubrirá con una capa fina de barro o cal evitando así la filtración del agua. Comenzará a fertilizarse el tanque con fertilizantes químicos (60kg de superfosfato y 60kg de sulfato de amonio/ha y 100kg/ha de gallinaza) cada dos semanas durante 2 meses cada año. El uso de fertilizantes inorgánicos suministran nutrientes al fitoplancton y constituyen alimentos para otros microorganismos que a su vez sirven de alimento para las tilapias.

Se considera que a los 2 meses de fertilizado el estanque se pueden introducir a los reproductores.

Se necesitarán tanques con capacidad de 200 lt para trasladar a los alevines desde el estanque de reproductores hasta los estanques de engorda en la laguna.

También se necesitarán redes de arrastre para capturar a los reproductores mientras son colectados los alevines en coladeras de malla que tengan un diámetro de 40cm.

INTEGRACION

Se seleccionarán de la laguna de mitia 300 hembras cada semana durante un mes con el objeto de que las que estén en

ese momento criando, terminen de criar. Al mismo tiempo se seleccionaran 300 machos y se aislarán.

Al cabo de un mes se introducen las primeras parejas al primer estanque debidamente fertilizado (se calcula aquí un 15% de mortalidad) hasta que al mes estén cubiertos los estanques de reproducción. Los primeros reproductores al cabo de un mes producirán al primer grupo de alevines (aquí se calcula un 30% de mortalidad) y se realiza en este momento la primera recolección de alevines.

Antes de introducir a los alevines a la laguna se realiza el sexado manual, en donde las hembras son desechadas (se calcula aquí el 60% de mortalidad).

Ya sembrado el primer estanque, al cabo de una semana se siembra en el segundo estanque y así cada semana hasta completar los 24 estanques. Después de sembrar el último grupo al cabo de una semana se cosecha el primer estanque (se calcula aquí un 11% de mortalidad) del que se espera una cosecha de 15,000 adultos machos de 200 a 220g de peso.

A continuación se presenta el flujograma de este trabajo al detalle.

Se cuenta con 1,200 machos y 1,200 hembras con un 85% de fertilidad.

Etapas:	Huevo o larva	30%	de mortalidad
	Alevín	20%	"
	Crianza I	60%	"

Lo más importante de este flujograma es llegar al objetivo primario, la producción de 15,000 machos adultos/semana, con un peso de 200 a 220g.

DIRECCION

La dirección se encarga de revisar si los objetivos se están cumpliendo o no, por ejemplo.

Los estanques tanto para reproductores como para engorda son suficientes o se necesita ampliarlos, reproducirlos, proporcionar más fertilizante, cambiar la malla, etc.

-Si se esta obteniendo la producción esperada o es necesario aumentar el número de reproductores o reducirlo.

-El manejo de que se está realizando es eficiente o es necesario cambiar algunas cosas.

En conclusión si los objetivos de esta pequeña empresa se están cumpliendo, la empresa puede continuar. Si no es así es el momento de echar marcha atrás antes de que se pierda la inversión.

CONTROL

El control se encarga de proveer nuevos planes para que la empresa crezca y se haga más eficiente.

Si la empresa en realidad está cumpliendo con los objetivos marcados, comienza otra vez la Administración planeando nuevos objetivos. Ejemplo crear más estanques para

ampliar la producción, obtener una cosecha en pie en menos del tiempo esperado, etc.

La Administración de Empresas Agropecuarias consiste en aprovechar al máximo todos los recursos humanos, materiales, animales, tecnológicos, administrativos, etc. afortunadamente para este trabajo se cuenta con el apoyo de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera PESCAMEX ubicada en El Papayo, Gro. Municipio de Coyuca de Benítez.

III. ANÁLISIS DE LA INFORMACION

Se pretende realizar cruces de diferentes especies de tilapia con el objetivo de obtener poblaciones de machos exclusivamente.

En estanques fuera de la laguna de Mitla se tendrá a los reproductores (machos y hembras) y se cruzaran para estar poblando los estanques de engorda.

La laguna de Mitla no tiene salida al mar lo que la hace rica en macrofitas, zooplanctón, perifiton, peces, huevos de peces y detritus; alimento suficiente para engordar y mantener a las tilapias. En cuanto a la alimentación para los reproductores está dada por harina de soya y desechos de pescado.

Se obtendrán de la laguna 300 machos y 300 hembras cada semana hasta llegar a 1,200 al mes. Pasado un mes de haber seleccionado las primeras 300 parejas se introducen a los

estanques de reproducción y apartir de aquí se mantiene este número constante cada semana en sus respectivos estanques.

Se espera que las 300 parejas produzcan 52,500 alevines machos y hembras en el mismo estanque de los reproductores en donde durarán dos meses y posteriormente se seleccionaraan a los machos los que se depositaran en los estanques ubicados en la laguna en donde estarán 4 meses mas hasta llegar a su peso comercial de 200g.

Reduciendo todos los porcentajes de mortalidad que se presentan en cada una de las etapas de la tilapia, se espera una producción de 15,000 machos adultos con un peso de 200 a 220g o sea una producción de 3,000 kg/3,000 m/semana.

La laguna de Mitla posee un clima de trópico húmedo, vegetación abundante, sin salida al mar, con una alimentación rica en plancton y una ictiofauna que va desde mojarra tilapia (Sarotherodon sp) hasta langostino (Macrobrachium tenelum).

Se cuenta con al apoyo de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera PESCAMEX que tiene a su cargo la consesión de la laguna de Mitla. La cooperativa consta de 34 pescadores y se encuentra estructurada por la asamblea General que a su vez está regida por un consejo de administración y un consejo de vigilancia. Estos consejos están integrados por un presidente, secretario, vocales y suplente; además de comisiones especiales.

Se presenta una asociación de recursos naturales, humanos y zootécnicos principalmente.

En muchas lagunas de México la tilapia se reproduce en cantidades inmensas debido a que es fácil de adaptación y muy prolífica.

Dentro de la laguna de Mitla no hay trabajos que se refieran al cultivo de la tilapia pero si se ha hecho en otros lugares como el cultivo de tilapia en Los Mochis, Sinaloa que actualmente consta de una extensión de 70 ha divididas en dos ha de estanquería para reproductores, 6 estanques rusticos que abarcan 10 por 200 m cada uno, 5 ha para preengorda (10 de 25 por 200 m); y 63 ha para engorda (20 de varias medidas. Se producen 2,500,000 crías juveniles con las que se obtiene 500 ton/año.

El trabajo antes mencionado es similar a éste proyecto de tesis, los cuales muestran que aplicar las bases zootécnicas y aprovechar los recursos con los que se cuentan es sencillo producir tilapia.

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

- 1.- Balarin, J. D.: Tilapia a Guide to their Biology and Culture in Africa. Universidad de Stirling, Scotland. 1979.
- 2.- Balfour, H. and Prugini, Y.: Cultivo de Peces Comerciales Basado es las Experiencias de las Granjas Piscícolas de Israel. Limusa, México, D.F. 1988.
- 3.- Contreras, F.: Lagunas Costeras Mexicanas. Centro de Desarrollo de la Secretaría de Pesca, México, D.F. 1988.
- 4.- Duijn, V. H.: Diseases of Fishes. 3a. ed. Illife Books, London, England. 1973.
- 5.- García, M. H.: El Mayor Enemigo de la Tilapia. Técnica Pesquera., 4: 32-36 (1988).
- 6.- Guerrero, R. D.: Culture of Male T. mossambicus Produced Through Artificial Sex Reversal. Central Luzen University., 1: 48-59 (1976).
- 7.- Mee, L.: The Chemistry Hydrograph of Same Tropical Coastal Lagoon Pacific Coast of Mexico. Tesis doctoral. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de Mex. México, D.F. 1977.
- 8.- Malo, A.: La Fecunda y Resistente Tilapia. Técnica Pesquera., 4: 8-11 (1988).

9.- Neave, R.H.: Introducción a al Tecnología de Producción Pesquera. C.E.C.S.A México, D.F. 1986.

10.- DNU Anuario Estadístico de Pesca. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 1986.

11.- Paez, O. F., Fernández, M. y Mandelli, E. F.: Minerología de los Sedimentos de un Núcleo de Laguna de Mitla Gro. México. An. Inst. Cienc. del Mar Limnol. Univ. Nal. Auton. de Méx. 10: (1) 7-24 (1983).

12.- Pulling, F. S. V. and Lowe-McConnell, R. H.: The Biology and Culture of Tilapias International Center for Living Aquatic Resources Management ICLARM., 1: 1-385 (1982).

13.- Secretaria de Pesca. Agenda Estadística Pesquera 1987 Secretaría de Pesca 1-100 (1988).

14.- Secretaria de Pesca. Análisis de la actividad Pesquera. Sistema Nacional Integrado de Información del Sector Pesca, Dirección General de Programación e Informática. 16: 12-18. (1989).

15.- Secretaría de Programación y Presupuesto. X Censo de Población y Vivienda, 1980. SPP Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1: (12) 21-22 (1980).

16.- Secretaria de Programación y Presupuesto. IX Censo General de Población 1970 Loc. por Ent. Fed. SPP Dirección General de Estadística. 1: (11) 745-746 (1973).

17.- Secretaría de Pesca. Manual Técnico para el Cultivo de la Tilapia. Dirección General de Agricultura, 1: 1-58 (1988).

18.- Stuardo, J. y Martínez, A.: Resultados Generales de una Prospección de los Recursos Pesqueros y Biológicos del Sistema Nacional de Guerrero, México. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de Méx. 7 (1): 70-176 (1974).

19.- Valdéz, H. R. J.: Evaluación del Proyecto de Inversión: Engorda de Tilapia en Jaulas Flotantes en la Presa Rodrigo Gómez. tesis de maestría Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores Monterrey, división de Ciencias Agropecuaria, Monterrey, México. 1987

20.- Wholfort, G. W. and Hulata, G. I.: Applied Genetics of Tilapias ICLARM, 16: 1-16 (1981).

Fig. 1 CORRAL DE ENGORDA INTALADO EN LA LAGUNA

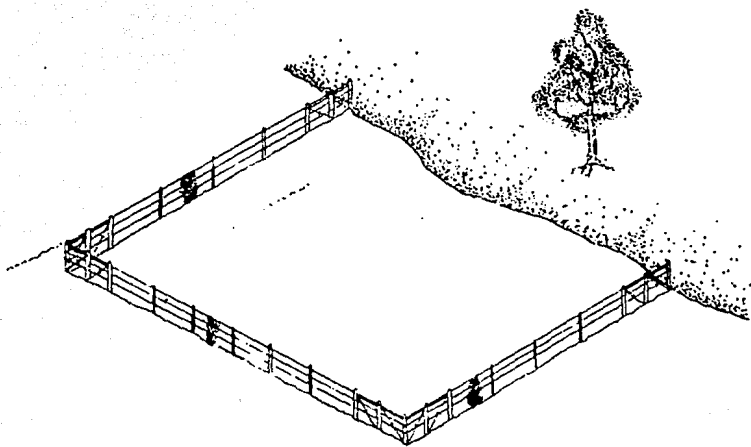


Fig. 2 ESQUEMA DE UNA RETENIDA DOBLE.

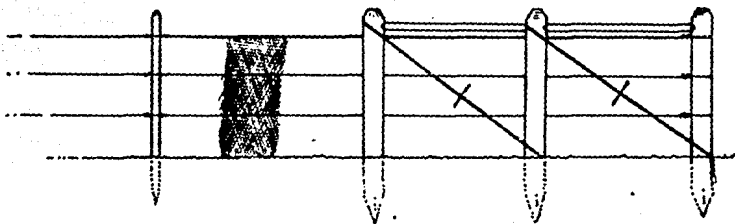


Fig. 3 ESTANQUE DE REPRODUCCION.

1. Zona de reproducción
2. Compuerta
3. Rebosadero
4. Zona de recolecta
5. Entrada de agua

