



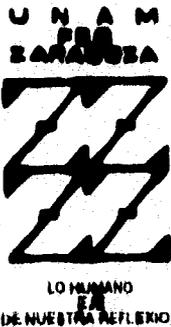
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

8
Zej

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

EVALUACION DE LA PRODUCCION Y ENGORDA DE
HIBRIDOS DE TILAPIA
(*Oreochromis urolepis hornorum* ♂ X *Oreochromis
mossambicus* ♀)
COMO ESPECIE COMERCIAL EN EL ESTADO DE
MORELOS, MEXICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A N :
ESTEBAN CABRERA MANCILLA
ESTHER TORRES DIAZ



DIRECTOR: M. EN C. GABRIELA DIEGO CASIMIRO
ASESOR INTERNO: BIOL. ANGELICA E. GONZALEZ SCHAFF

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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



NO PRETENDEMOS ENSEÑARLE NADA NUEVO
AL HOMBRE NI CAMBIAR NINGUNO DE SUS
ERRORES, UNICAMENTE INTENTAMOS
DEMOSTRARLE LA FRAGILIDAD DE SUS
PENSAMIENTOS, CUAN VARIABLES SON
SUS CREENCIAS Y SOBRE QUE SUELO TAN
FRAGIL Y FALSO HA CONSTRUIDO SUS
DEBILES CASAS.

I GET BY WITH A LITTLE HELP FROM MY FRIENDS
I GET BY WITH A LITTLE HELP FROM MY FRIENDS
GOING TO TRY WITH A LITTLE HELP FROM MY FRIENDS
THE BEATLES

TAN SOLO QUERIAMOS HACER AQUELLO
QUE TENDIA A BROSTAR ESPONTANEAMENTE
EN NOSOTROS. ¿PORQUE HABIA DE
SER NOS TAN DIFICIL?

HERMANN HESS

ESTA TESIS ESTA DEDICADA A LOS VERDADEROS ARTIFICES DE ESTE TRABAJO.

TERESA MANCILLA DE CABRERA.

ENEDINA DIAZ DE CORTES.

ANDRES TORRES CORTES.

MAXIMINO CABRERA ELIZONDO.

A MIS HERMANOS: CECILIA, ALICIA, ISMAEL, PATRICIA, ARCELIA, OSCAR Y
NORMA BEATRIZ.

ESTEBAN.

A MIS HERMANOS: ANTONIO, OSCAR Y LIZBETH.

ESTHER.

Queremos hacer patente nuestros más sinceros agradecimientos y reconocimientos a todas las siguientes personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

A la M. en C. Gabriela Diego Casimiro por la dirección de esta tesis.

A todos los ictiocultores de la piscifactoría "Fernando Obregón F" por habernos transmitido gran parte de su experiencia y conocimientos en piscicultura: Don Maurilio y Ricardo Flores, Don Roberto y Simitrio Corona, Ascención Brito, Don Javier, Don Pancho, Toño y Margarito.

A los biólogos Rubén López Gonzalez y Otilio Reyes Venegas encargados Técnicos de la Unidad Piscícola "El Axocoche" y a los señores Don Moises Ortega y Don Eziquio Yañes por las facilidades brindadas, así como por su gran ayuda y colaboración para poder trabajar en la Unidad de Producción.

A los M. en C. Miguel Medina García y Esther Kuri-Nivón por su orientación en la obtención e interpretación de los resultados del Factor de Condición Múltiple y del Factor de Conversión Alimenticia.

A los M. en C. Alfonso Lugo Vázquez, José Luis Gómez y Carlos Díaz Ávalos por su valiosa ayuda en la parte estadística.

Al M.V.Z. Eduardo Zeiss por su valiosa colaboración para la identificación de los parásitos en los peces.

Al C.P. Eliseo Vazquez V. por su colaboración para la elaboración de la parte socioeconómica.

Al M. en C. Jesús Zendejas por las observaciones y comentarios realizados a este trabajo.

A los biólogos Angélica Gonzalez Schaff, Antonio Valencia H.,
Guillermo Blancas y al M. en C. José Luis Gómez M. por sus
observaciones y sugerencias realizadas a esta tesis.

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
ANTECEDENTES.....	5
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	12
OBJETIVOS.....	18
METODOS.....	20
RESULTADOS DE LOS PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS.....	28
DISCUSION DE LOS PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS.....	31
RESULTADOS DE LOS FACTORES BIOLOGICOS.....	41
DISCUSION DE LOS FACTORES BIOLOGICOS.....	47
ANALISIS SOCIOECONOMICO.....	58
CONCLUSIONES.....	68
BIBLIOGRAFIA.....	70
GRAFICAS Y TABLAS	

RESUMEN

El presente trabajo se realizó de diciembre de 1982 a abril de 1984 en la piscifactoría "Fernando Obregón F." ("El Rodeo"), y en la Unidad de Producción Piscícola de "El Axocoche" localizadas ambas en el estado de Morelos, México. Se presentan los resultados del crecimiento en longitud y peso entre peces machos y hembras de híbridos de tilapia (*Oreochromis urolepis honnorum* ♂ X *Oreochromis mossambicus* ♀), obtenidos de dos sistemas de reproducción; estanques al aire libre y estanques de invernadero.

Se discute la relación e influencia del oxígeno disuelto, bióxido de carbono, temperatura, pH, alcalinidad total, dureza total y al calcio sobre el desarrollo de los peces, así como los factores asociados a éste último como son; la relación peso-longitud, Factor de Condición Múltiple, Factor de Conversión Alimenticia y la obtención de la longitud y peso infinitos por medio del modelo de von Bertalanffy. Por último se hace un análisis sobre la proporción de sexos encontrada, aspectos de sanidad y un análisis de los beneficios económico-sociales obtenidos durante la cosecha en la Unidad de Producción.

Los datos obtenidos se trabajaron mediante las pruebas estadísticas de normalidad de kolmogorov-Smirnoff, de homocedasticidad de Barlett, análisis de varianza de clasificación simple, de comparación de promedios SNK y análisis exploratorio de datos por medio de la técnica de caja y bigote con muesca, las cuales indicaron que fueron los peces machos los que obtuvieron el mayor peso y longitud.

De igual forma, fueron los organismos machos los que alcanzaron el mayor peso y longitud infinitos y el mejor Factor de Conversión Alimenticia en la fase de engorda.

Por lo que respecta al Factor de Condición Multiple ambos sexos presentaron un buen estado de gordura.

Las diferencias en peso y longitud entre ambos sexos, no se debieron a la influencia de los factores ambientales.

La proporción de sexos encontrada fué aproximadamente de 1:1 y además no se encontraron síntomas de enfermedad en los organismos.

Por último, el bajo peso alcanzado por los organismos en la Unidad de Producción hizo que el volúmen de cosecha no fuera el estimado, razón por la cual los beneficios sociales y económicos esperados no se cumplieron satisfactoriamente.

INTRODUCCION

Una de las ramas de la acuicultura que más impulso ha tenido últimamente es la piscicultura, la cual consiste en la aclimatación, desarrollo, reproducción, mejoramiento y propagación de las diferentes especies de peces, ya sean nativas o introducidas para efectuar un cultivo racional de las mismas (Huet, 1980).

No obstante su importancia, la producción derivada de ésta actividad tanto en el sector público como en el privado ha sido muy limitada, ya que se piensa que la piscicultura se basa únicamente en la extracción del recurso sin tomar en cuenta que ésta actividad va desde la producción hasta el consumo, pasando por la organización social para el trabajo, es decir, que representa todo un conjunto de actividades en un sólo proceso.

Dentro de los agentes que han mermado su desarrollo, se encuentran por un lado, la implementación de modelos tecnológicos que no se adecúan a la realidad nacional, y por otro el desconocimiento de una serie de elementos básicos que permitan normar criterios sobre el tipo de estrategias de producción que deben seguirse durante el proceso, ya que para que una granja acuícola obtenga altos rendimientos, se requiere que el productor conozca cuanto va a producir y cuales serán sus costos de producción.

Lo anterior significa, que debe conocerse la interacción de los parámetros poblacionales, y su relación con los factores que de manera intrínseca los modifican, para así poder incidir en cada uno de ellos y específicamente, en los que permitirán un adecuado manejo de la producción.

De aquí surge la idea de elaborar el presente trabajo, ya que

por ser el híbrido de tilapia un organismo de reciente introducción en aguas mexicanas, es importante analizar la interrelación de los principales parámetros físicos, químicos, biológicos y socio-económicos involucrados en su cultivo, ya que como sabemos muchos de los conocimientos y recomendaciones en ésta área se basan en publicaciones de experiencias realizadas generalmente en el extranjero y bajo condiciones muy diferentes a las nuestras.

Es precisamente que en base a todo lo citado anteriormente, que creemos que la información que de este trabajo se genere, podrá aportar una amplia y valiosa información sobre el manejo y explotación de los recursos piscícolas en general, y del híbrido de tilapia en particular, con el fin de dar posibles alternativas de como poder mejorar su cultivo.

ANTECEDENTES

A partir de 1981, la actividad acuacultural en México se incrementó considerablemente, debido principalmente a los criterios y objetivos establecidos por el programa gubernamental denominado Sistema Alimentario Mexicano (SAM), programa prioritario de estrategia para la producción masiva de alimentos, orientado no sólo a abatir la dependencia exterior en materia alimenticia, sino también a poner los alimentos al alcance de los grupos de la población más necesitados.

En virtud de que la pesca formaba una parte importante en el Sistema Alimentario Mexicano, se estructuró el programa SAM-Acuacultura, el cual tenía como fin garantizar el desarrollo autosostenido de la acuacultura a nivel nacional, como respuesta a la prioridad de la autosuficiencia alimentaria en México. La meta era hacer de la piscicultura una actividad que permitiera cubrir los requerimientos mínimos de nutrición de las comunidades rurales, contribuyendo así a la solución de dos grandes problemas nacionales: el desempleo y la alimentación (SEPESCA, 1981).

Ya que en el Programa Nacional de Acuacultura se fomentaría sólo el cultivo de aquellas especies cuya biotecnología había sido plenamente probada y dominada, éste programa puso énfasis en el cultivo de la tilapia, seleccionada por su rápido crecimiento, gran resistencia a condiciones adversas, fácil alimentación, manejo y reproducción, alta conversión alimenticia, y por ser un producto ampliamente aceptado en el mercado por su sabor y bajo precio.

Para impulsar su desarrollo, México compró 150,000 reproductores de tilapia a la granja piscícola Natural Systems Inc, de Palmetto Florida, E.U.A., de las especies: *Oreochromis urolepis honnorum* y *Oreochromis mossambicus*, esta última de las variedades línea roja y

butterball, con lo que se planeó por un lado la producción de híbridos todos machos y por el otro, el establecimiento genético de líneas puras (SEPESCA, 1981).

El volúmen total de la importación se repartió entre las piscifactorías "Fernando Obregón" y "Zacatepec", habiéndose elegido estos Centros debido a sus condiciones climáticas y a su cercanía con el Distrito Federal. También se convino en que el primero produciría híbridos de tilapia, mientras que el segundo se encargaría de las líneas puras con el fin de evitar su contaminación.

DATOS GENERALES DE LA TILAPIA

El grupo de peces conocido comunmente como tilapias, está subdividido en tres géneros; *Tilapia* (Smith, 1845), *Sarotherodon* (Rupell, 1864) y *Oreochromis* (Gunther, 1889), es endémico de Africa, pero varias de sus especies se pueden encontrar actualmente en la mayoría de las áreas tropicales y subtropicales del mundo, donde la temperatura del agua es propicia para su crecimiento y reproducción.

Uno de los principales problemas que ha tenido la introducción y liberación de las tilapias fuera de su área de distribución y ambiente natural, es que existe una gran confusión sobre la verdadera identidad de las especies que se usan en trabajos de hibridación, principalmente a causa de la superposición de caracteres, por lo que en años recientes la taxonomía de este grupo ha estado bajo revisión, dando lugar a varias reformas a nivel de género (Balarín, 1979).

En un principio los tres géneros de tilapiine, *Tilapia*, *Sarotherodon* y *Oreochromis*, fueron incluidos como subdivisiones dentro del extenso género *Tilapia* (Trewavas, 1966), sin embargo Thys vanden Audenaerden (1968), reconocía siete subgéneros de tilapia con incubación bucal, difiriendo ambas clasificaciones en el rango dado a los grupos y en la naturaleza de la dentición.

En 1973 Trewavas distingue dos géneros (*Tilapia* y *Sarotherodon*) separandolos con base a sus distintos tipos de incubación y alimentación e incluye en *Sarotherodon* a todos los subgéneros de incubadores bucales de Thys.

En 1983 Trewavas hace una nueva revisión y divide a las tilapias en tres géneros: *Tilapia*, *Sarotherodon* y *Oreochromis*. Las bases para distinguir a estos tres géneros los consideró bajo cuatro puntos: reproducción y desarrollo, alimentación, caracteres estructurales, obviamente no dependientes de su función, y biogeografía.

Otro comentario digno de aclararse con respecto a la nomenclatura, es que la gente y los científicos se han acostumbrado a referirse a los tres géneros como un todo y es por eso que se ha acordado que la palabra tilapia (pl. tilapias) se pueda usar como un nombre común, siempre y cuando ésta lleve una t minúscula y no se escriba o esté escrita con letras cursivas (Trewavas, 1982).

DIAGNOSIS Y POSICION SISTEMATICA DE LAS ESPECIES (TREWAVAS, 1983).

Debido al programa que la compañía Natural Systems tiene en lo que respecta al mejoramiento de los peces, logró cambios en la forma del cuerpo en las especies *O. urolepis honorum* y *O. mossambicus* y la obtención de una variedad de *O. mossambicus* de color rojo (Sipe, 1981).

A México de trajeron dos variedades de *O. mossambicus*:

- a) La línea roja.
- b) La línea butterball.

a) Línea roja.— En esta línea sólo se buscó mejorar la coloración del cuerpo, (rojo intenso uniforme), no así su forma, ya que esta se puede lograr al ir eliminando a los peces largos y delgados del lote de reproductores.

b) Línea butterball.- La característica del color rojo está menos desarrollada en esta línea, siendo a partir de la región caudal en donde se logra la mayor ganancia en la altura del lomo del pez, además de que visto dorsalmente se observa un aumento en el grosor de los costados, desde la cabeza hasta la región caudal.

Las mandíbulas de los machos sexualmente maduros son alargadas, originando que el perfil superior se torne cóncavo; las hembras y los machos que no están en época de crianza son plateados, presentando de 2-5 manchas en la mitad lateral y algunas en la serie dorsal; los peces machos que se encuentran criando son negros, de color blanco en las partes bajas de la cabeza, con márgenes rojos en la aleta dorsal y en el margen final de la aleta caudal; el número de vertebrae es de 28-31 con una moda de 30; espinas dorsales XV-XVII moda XVI; radios totales 26-29; espinas anales III 9-12; número de branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial 14-20, moda 17-18; presenta de 30-32 escamas en la serie de la línea lateral con una moda de 31; los dientes faríngeos son muy finos, el área dentada con lóbulos estrechos, el tallo en los adultos, es más largo que el área dentada.

Oreochromis uolepis honorum

En esta especie la tendencia es hacia un cuerpo mejorado con relación al lomo alto-cuerpo grueso, aunque se observa una uniformidad más constante en este mejoramiento, aparentemente es menor que en el pez butterball de *O. mossambicus*.

Las hembras y los machos que no están en época de cría son de color gris acero o plateados, con 2-4 manchas laterales, la aleta caudal presenta estrechas rayas verticales en la mitad superior; el color de los machos que están en la etapa de crianza es por lo general negro o verde olivo oscuro, con un margen de color rosa, rojo brillante o anaranjado en la aleta dorsal y en la mitad de la

aleta caudal en su parte superior; el número de vertebras es de 29-30; las espinas dorsales son XVI-XVIII, con una moda de XVII; radios dorsales 27-30, moda 29; espinas anales III 9-12; branquiespinas 18-26, moda 22; de 30-32 escamas en la línea de la serie lateral; el ancho del pedúnculo caudal más grande que su longitud; los dientes faríngeos son delgados pero firmes; el tallo del hueso inferior de 0.9-1.25 veces la longitud del área dentada.

Se distingue de *O. urolepis urolepis* por la falta aparente de una cubierta densa de escamas en la aleta caudal.

En la selección de los reproductores, se buscan los ejemplares machos y hembras que reúnan las siguientes características:

- En *O. urolepis hornorum*, color negro intenso y uniforme sin ninguna mancha amarilla o blanca en el cuerpo o las aletas, y en *Oreochromis mossambicus*, color rojo y sin manchas negras o blancas.
- Lomo alto.
- Cuerpo grueso.
- Sin defectos físicos.
- De mayor talla y peso en su lote, (implica mayor conversión alimenticia).

Los híbridos así obtenidos son rojos con manchas negras (Sipe, 1981).

POSICION SISTEMÁTICA DE LAS ESPECIES (TREWAVAS, 1983).

PHYLUM	Chordata
SUBPHYLUM	Gnatostomata
CLASE	Osteichthyes
ORDEN	Perciformes
SUBORDEN	Percoidae
FAMILIA	Cichlidae
SUBFAMILIA	Tilapiinae
TRIBU	Tilapiini
GENERO	<i>Oreochromis</i> (Gunther, 1889).
SUBGENERO	<i>Oreochromis</i> (Gunther, 1889).

ESPECIES *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852).
 Oreochromis urolepis honnorum (Trewavas, 1966).
NOMBRE COMUN Mojarra, tilapia, guachinango de Morelos.

HIBRIDACION

La presencia de hembras en los estanques de engorda de la tilapia, ocasiona dos problemas mayores en el cultivo de estos peces;

- 1) Los alevines compiten con los peces grandes por el alimento que se encuentra en el estanque.
- 2) Por el hecho de que las hembras crecen más despacio que los machos, la producción de pescado disminuye (Sipe, 1981).

Estos problemas han sido atacados de varias formas y para ello se han desarrollado diversas tecnologías, entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- 1) Cultivo de tilapia en jaulas flotantes.
- 2) Policultivo de tilapia en presencia de un depredador.
- 3) Cría de la tilapia con cosecha parcial de la reproducción.
- 4) Alteración del sexo mediante hormonas.
- 5) Obtención de machos para el cultivo mediante el sexado visual.

Desde el punto de vista académico todos éstos métodos son aceptables, sin embargo cuando se requiere precisar el método más adecuado a las condiciones de desarrollo e infraestructura y al tipo de tilapicultura a realizar, semicomercial o comercial, destaca el de la producción de híbridos de tilapia, sistema en donde se cruzan dos especies de Cíclidos que dan por resultado un elevado porcentaje de machos, que en algunos casos llega al 100% (Pretto, 1981).

Entre las ventajas de los híbridos de tilapia se pueden mencionar el que son altamente resistentes a las enfermedades bacterianas e infecciones de otros tipos, aunque se ha encontrado que sólo es cierto para las primeras filiales, además presentan una mejor

tasa de conversión alimenticia y de crecimiento, mientras que entre sus desventajas, puede mencionarse la dificultad de mantener y asegurar lotes de líneas puras, ya que las características fenotípicas intermedias hacen difícil el reconocimiento entre los híbridos y sus padres (Balarin, 1979).

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

PISCIFACTORIA "FERNANDO OBREGON F"

La piscifactoría "Fernando Obregón F", se encuentra ubicada en las coordenadas 18° 46' 74" de latitud norte y 99° 21' 06" de longitud oeste, junto a la laguna "El Rodeo", municipio de Miacatlan en el estado de Morelos, México; a una altitud de 1110 m.s.n.m. (Fig. 1).

El tipo de clima es Aw'(w)(i)g, que corresponde al más seco de los subhúmedos con lluvias en verano, presentando canícula o sequía. Con una precipitación media anual de 800-1000 mm y una temperatura media anual de 24-26 °C (García, 1981).

La geología de la zona pertenece al período terciario, grupo de roca sedimentaria, clástica arenisca conglomerado, existe solamente afloramiento de rocas ígneas y sedimentarias, las rocas más antiguas son las sedimentarias del Cretácico inferior, litológicamente clasificadas como calizas y depósitos marinos interestratificados de lutitas y areniscas. Las rocas volcánicas son las más jóvenes y las más abundantes.

El tipo de suelo es feosem háplico más vertisol, con un lecho rocoso entre 10 y 50 cm de profundidad.

Su tipo de vegetación es selva baja caducifolia, con pastizal inducido, y se practica la agricultura de temporal (SPP, 1981).

El Centro piscícola "Fernando Obregón F" fué construido por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (hoy SARH), e inició sus operaciones en el año de 1958 (SEPESCA, 1981).

Es una piscifactoría de ciclo incompleto en donde se producen

crias de híbridos de tilapia obtenidas por la cruce de las especies:

Oreochromis uolepis honnorum ♂ X *Oreochromis mossambicus* ♀.

Las cuales son llevadas sólo hasta la talla mínima de 7 cm la engorda de los peces se completa en embalses, jaulas y estanquería rústica y de concreto en las diferentes comunidades ejidales o Unidades de Producción Piscícola.

Está conformada por 16 estanques para alevinaje y reproducción así como por una zona de invernadero, totalizando una superficie inundada de 1.5 hectáreas (Fig. 2).

De los 16 estanques, nueve recintos son de forma cuadrada, con dimensiones de 24 x 24 x 1.5 metros de profundidad media, están hechos de concreto y no están provistos de agua corriente, y al igual que a todos los demás estanques, se les colocaba a la entrada del agua, bolsas hechas con tela de mosquitero para impedir el paso de otros peces al interior de los estanques. Otros dos son de forma rectangular, cuyas medidas son de 9 x 60 x 1.5 metros de profundidad promedio, ambos están dotados de agua corriente y al igual que los anteriores, son de concreto. Los estanques restantes son de forma rectangular con dimensiones de 35 x 23 x 0.85 metros de profundidad media, semirústicos y están provistos de agua corriente.

La zona de invernadero está constituida por cuatro estanques semirústicos, rectangulares, cuyas dimensiones son de 13.6 x 1.9 x 1 metro de profundidad media. Como estaban destinados a la reproducción se les cubrió con un plástico especial, con el fin de generar un efecto de invernadero.

Cada reservorio tenía un aereador para evitar problemas por una baja de oxígeno debido al efecto de la temperatura.

La producción anual se estima en dos millones de crías de híbrido,

los cuales alcanzan la talla mínima de siembra (7 cm) en
aproximadamente 6 meses.

UNIDAD ECONOMICA TURISTICA Y DE EXPLOTACION PISCICOLA "EL AXOCOCHÉ"

Esta se localiza en el poblado de Ciudad Ayala (anteriormente Villa de Ayala), en el municipio del mismo nombre en el estado de Morelos, México. Dentro del balneario "El Axocoche", aproximadamente a siete kilómetros de la ciudad de Cuautla, por la carretera Cuautla-Ayala-Tlaltizapan (Fig. 3).

Sus coordenadas geográficas son 18° 45' 28" de latitud norte y 99° 00' 14" de longitud oeste. Encontrándose a una altitud de 1200 m.s.n.m.

La región presenta un clima Aw'(w)(i)g, en donde corresponde al más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano. Presentando canícula o sequía, con una precipitación media anual de 800-1000 mm, y una temperatura media anual de 22-24 °C (García, 1981).

La geología de la zona pertenece al período cuaternario, con rocas sedimentarias.

Su tipo de suelo es rendzina más litosol, fase lítica, lecho rocoso entre 5 y 50 cm de profundidad.

Su tipo de vegetación se define como secundaria, selva baja caducifolia, pastizal inducido y en los alrededores se practica la agricultura (SPP, 1981).

En esta Unidad se practica el bicultivo tilapia-langostino, está integrada por 245 socios (ejidatarios), e inicio sus operaciones en el mes de septiembre de 1982. Cuenta con cuatro estanques semirústicos conectados en paralelo, cada uno provisto con un desarenador (Fig. 4), además posee una bodega en donde se almacena el alimento.

Por lo que se refiere a los reservorios, sus medidas son:

ESTANQUE 1	2449.0 m ²
ESTANQUE 2	2850.0 m ²
ESTANQUE 3	3230.0 m ²
ESTANQUE 4	1795.5 m ²

Totalizando una superficie inundada de 10,324.5 m², con una profundidad promedio de 1.4 m.

El agua que abastece a los estanques, brota de un manantial y por gravedad es conducida a estos.

La densidad de carga de cada reservorio es de 4 peces/m², con la excepción del estanque 3 en donde se mantiene una densidad de 8 peces/m², ya que ahí se confinaba a los peces que llegaban de las piscifactorías "Fernando Obregón" y "Zacatepec", los cuales después de ser sexados se reparten a los otros recintos de la manera siguiente: en los estanques 1 y 4 machos, en el 2 hembras, y en el 3 machos y hembras.

La cosecha se saca dos veces al año, en diciembre y en Semana Santa, ya que es en estos periodos donde el pescado alcanza la mayor demanda y por lo tanto el mayor precio, además de que en seis meses, aproximadamente, los peces deberían de alcanzar un peso de 250 g.

El producto se vende en la misma Unidad de Producción y su precio se fija con base al del mercado local, además depende de la robustez del pez y de si el comprador era socio o no (ejidatario) de la Unidad.

Los peces grandes se dan a \$300.00 el Kilo al público en general y a \$250.00 a los socios, mientras que el pequeño tenía un precio de \$250.00 al público y de \$200.00 a los socios, el langostino se vende

a \$1,500.00 el kilogramo y cuesta lo mismo para los socios que para los no socios (precios de 1984).

La producción anual de "El Axocoche" se calcula en 10.8 toneladas anuales de tilapia y 700 Kg de langostino de la especie *Macrobranchium tenelum*.

El producto de la venta se destina a la compra de alimento, equipo y al pago de los salarios de las dos personas que limpian y cuidan los estanques, el sobrante se reparte, según lo trabajado, entre los ejidatarios.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la relación de los principales factores físicos, químicos, biológicos y socioeconómicos involucrados en la producción, cría, engorda y comercialización del híbrido de tilapia (*Oreochromis uolepis honnonum* ♂ X *Oreochromis mossambicus* ♀).

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Determinar la calidad del agua durante el ciclo de cultivo, monitoreando los siguientes parámetros físicos y químicos: temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto, bióxido de carbono, alcalinidad total, dureza total y por calcio y nutrientes (nitratos, nitratos y ortofosfatos).
- 2) Comparar el crecimiento en longitud y peso entre los peces machos y hembras, obtenidos en el invernadero y en los estanques descubiertos.
- 3) Determinar el desarrollo de los peces por medio de los siguientes indicadores del crecimiento:
 - La relación peso-longitud.
 - El modelo de von Bertalanffy.
 - El Factor de Condición Múltiple (KM).
 - El Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.).
- 4) Relacionar la posible influencia de los factores ambientales sobre el crecimiento de los organismos.
- 5) Estimar la proporción de sexos.

6) Identificación de los principales ectoparásitos y endoparásitos presentes en los híbridos.

7) El análisis socioeconómico comprende la obtención de:

- Los costos de producción de la Unidad Piscícola.
- El punto de equilibrio.
- El costo de producción por Kg de producto.
- Número de empleos generados.
- Cantidad de pescado ingerido/hab./año.

Con el fin de conocer la rentabilidad de la Unidad de Producción.

M E T O D O S

Para un mejor desarrollo del presente trabajo, éste se dividió en tres partes:

- A) Trabajo de campo.
- B) Trabajo de laboratorio.
- C) Trabajo de gabinete.

A) TRABAJO DE CAMPO

A.1) OBTENCION DE LOS HIBRIDOS

Para la obtención de los híbridos de tilapia en la piscifactoría se utilizaron cuatro estanques descubiertos de concreto, cuyas dimensiones fueron de 24 x 24 x 1.5 metros de profundidad media y cuatro estanques semirústicos de 13.6 x 1.9 x 1 metro de profundidad promedio, los cuales se cubrieron con un plástico especial para generar un efecto de invernadero, esto con el fin de aumentar la temperatura del agua, ya que la reproducción se llevó a cabo en la época de invierno.

Después de limpiar y encalar los estanques (840 Kg/hectárea de calhidra), se seleccionaron los reproductores, tratando de cubrir la mayoría de los requisitos morfométricos y de sanidad señalados por la compañía a la que se compraron. Los peces seleccionados para este fin tenían entre un año y medio y dos de edad, y su longitud total y peso fluctuaron entre los 19-30 cm y los 180-580 g.

La introducción se realizó diez días después de la preparación de los reservorios, en una proporción de 4 hembras de *Oreochromis mossambicus* por cada macho de *Oreochromis urolepis honnorum* (Sipe, 1981), totalizando 1000 animales por cada estanque descubierto (800 ♀ y 200 ♂), con una densidad de 1.7 peces/m², mientras que en los

estanques del invernadero se tenían 200 ♀ y 50 ♂ , haciendo un total de 250 peces por estanque y una densidad de 1 pez/m².

El sexado se llevó a cabo siguiendo la técnica del azul de metileno (Pretto, 1979 y García, 1981).

Para ajustar la cantidad de alimento que se les daría, se pesó y midió el 10% de la población total (Rabinovich, 1978), utilizando para este efecto una balanza granataria, con una precisión de 0.1 g y un ictiómetro de madera, con una precisión de 1 mm.

El alimento que se les proporcionó fué Albamex C.T.B. (carpa, tilapia y bagre), el cuál contenía un 24% de proteína. Se les suministró aproximadamente el 1.5% en peso de la biomasa total (Balarin, 1979 y SEPESCA, 1982), de lunes a viernes una sólo vez al día (15:00 p.m.).

Los estanques se revisaron periódicamente con el fin de observar si las hembras ya tenían crías incubando, lo cuál ocurrió 15 días después de poner a los reproductores. Una vez detectadas las crías, se retiraron de los estanques del invernadero y del aire libre, y se depositaron por separado en corrales que tenían una luz de malla de 2 mm, procurando poner crías de la misma edad en cada corral, esto con el fin de evitar el canibalismo (Sipe, 1981). Como en esta etapa todavía conservan el saco vitelino, no se les dió de comer el primer mes, pero al siguiente, se les proporcionó el pienso balanceado, previamente remojado, al 10% de su biomasa (SEPESCA, 1982), siguiendose el mismo horario que para los reproductores.

A.2) CRIA DE LOS HIBRIDOS A TALLA DE SIEMBRA

Una vez que los peces alcanzaron un tamaño aproximado de 3 cm, se pasaron de los corrales de cría a dos estanques de concreto que poseían agua corriente y cuyas medidas eran de 4.5 x 3.5 x 0.7 metros

de profundidad cada uno.

Los híbridos obtenidos de los estanques al aire libre se colocaron en el estanque 1 y los del invernadero en el estanque 2 (Fig. 5), teniendo una densidad de 63.5 peces/m³ en cada estanque. Los dos lotes se formaron con organismos que tenían la misma edad (50-60 días) y la misma longitud (3-4 cm).

Los datos morfométricos de longitud total, patrón, peso y altura se tomaron con una periodicidad quincenal, utilizando para ello un ictiómetro de madera con divisiones de 1 mm y una balanza de reloj con una precisión de 1 g. las muestras tomadas, representaron el 10% de la población y con dichos datos se ajustó la cantidad de alimento a suministrar (Albamex C.T.B. 24 % de proteína), proporcionando el 6% de la biomasa total (Balarin, 1979), dividido en dos porciones al día 8 y 15 p.m.

A.3) ENGORDA DE LOS HÍBRIDOS A TALLA Y PESO COMERCIAL

Cuando los peces alcanzaron la talla de siembra (7 cm), se procedió a separarlos por sexo en cuatro estanques de concreto (4.5 x 3.5 x 0.7 metros), utilizando para ello la misma técnica de sexado que para los reproductores.

Posteriormente se transportaron en bolsas de polietileno a la Unidad de Producción Piscícola de "El Axocoche" para su engorda. Una vez ahí los peces se pusieron en dos corrales de 10 m² cada uno, los cuales a su vez se dividieron en dos compartimientos de 5 m². Estos se encontraban dentro del estanque 3, en donde se tenía una densidad de carga de 8 peces/m³. La toma de los parámetros morfométricos se efectuó cada 15 días.

A los peces se les proporcionó el 4% de su biomasa como alimento (2% en la mañana y el otro 2% en la tarde). El alimento no fué

especial para peces sino que se usaron balanceados de diferentes marcas y calidades, siendo éstos los utilizados para la engorda de aves y ganado (Albamex para pollos, Cochigor, Malta para vacas y pollos y por último sema de maíz). Como alimento complementario se hizo uso de la fertilización, la cuál fué de dos tipos:

- 1) Inorgánica.- Esta se realizó con triple 17 (15.2 Kg/ha/mes) y con fosfato de amonio (22.8 Kg/ha/mes), siendo la función de estos fertilizantes la de iniciar el "bloom" planctónico.
- 2) Orgánica.- Esta se utilizó para sostener el "bloom" y para este efecto se hizo uso de la gallinaza seca e intemperizada (3 ton./ha/mes), la cuál se usó en época de lluvias. También se empleó la vacaza en la misma cantidad, pero con la diferencia, que esta se aplicó fresca.

Los estanques se encalaban con calhidra, la cuál se aplicó al voleo en cantidad de 2 ton./ha/cosecha, debido a que el suelo era de barro y su cometido era la de desinfectar el estanque.

B) TRABAJO DE LABORATORIO

B.1) CALIDAD DEL AGUA

El análisis de la calidad del agua se efectuó en el laboratorio de la piscifactoría y en la Unidad de Producción, determinando los factores siguientes:

Temperatura.- Se tomó con un termómetro de mercurio, con un intervalo de -20 a +150 °C y una precisión de ± 1 °C.

pH.- Se hizo la medición con un potenciómetro de campo marca Corning modelo 3D con una precisión de ± 0.1 .

Oxígeno disuelto.- Se utilizó el método Winkler modificado de la

azida de sodio (Boyd, 1979 y Swingle, 1969).

Bioxido de carbono.- Se empleó el método de volumétrico (Boyd, 1979 y Swingle, 1969).

Alcalinidad total.- Se utilizó el método volumétrico de los indicadores (naranja de metilo y fenolftaleína) (Boyd, 1979 y Swingle, 1969).

Dureza total y por calcio.- Se usó la técnica con EDTA (complejométrica), con negro de eriocromo y murexida como indicadores respectivamente, (Boyd, 1979, Swingle, 1969).

Los nutrimentos (nitritos, nitratos y ortofosfatos), se determinaron en el laboratorio de limnología de la ENEP Zaragoza, por medio de técnicas espectrofotométricas.

Nitritos.- El método a seguir fué el de la sulfanilamida (APHA, 1980).

Nitratos.- Se utilizó la técnica del ácido fenoldisulfónico (Boyd, 1979 y Swingle, 1969).

Ortofosfatos.- La determinación se hizo por el método del molibdato de amonio, con ácido ascórbico como agente reductor (APHA, 1980).

El monitoreo de la calidad del agua en los reservorios de reproducción y cría se realizó diariamente para los siguientes parámetros; oxígeno disuelto, CO_2 , pH y temperatura, por la mañana de lunes a viernes, mientras que para los estanques de alevinaje los parámetros anteriores se muestrearon por la mañana y tarde, realizando además ciclos nictimerales para el O_2 , CO_2 y temperatura.

Para el caso de la alcalinidad total y dureza total y por calcio, éstas se determinaron cada 15 días sólo por la mañana.

En lo que se refiere a la Unidad de Producción, se hicieron cada mes monitoreos de la calidad del agua en ciclos de 24 horas, además cada tres meses se tomaron muestras de agua para determinar nitritos, nitratos y ortofosfatos (estos sólo se efectuaron en la Unidad de Producción ya que en la piscifactoría, ahí se llevó a cabo la fertilización), tanto de la entrada del agua como del estanque.

B.2) SANIDAD PISCICOLA

La revisión sanitaria de los peces se realizó en el laboratorio de Hidrobiología y Manejo Piscícola de los Belenes en Cuernavaca, Morelos, por medio del método descrito por Amlacher (1964). Las muestras estuvieron representadas por 16 organismos (8 peces de estanques descubiertos y 8 peces del invernadero), en una proporción de 4 ♂ y 4 ♀, tomados al azar. Estos fueron puestos en dos peceras con la misma agua en que fueron transportados de la piscifactoría al laboratorio. Al mismo tiempo de revisar a los peces, se registró su sexo, peso y longitud total.

Los ectoparásitos se identificaron mediante observaciones en branquias, aleta caudal, aleta pectoral y frotis de escamas y mucus de la región lateral del pez.

Para la identificación de los tremátodos monogénicos de las branquias, estas se desprendieron en su totalidad y se colocaron en una caja de Petri, la cuál contenía una solución de formol al 1:4000, por doce horas, posteriormente se observaron mediante un microscopio estereoscópico.

Para observar posibles endoparásitos, se abrió ventralmente al organismo para examinar el color y consistencia de los órganos internos tales como hígado, bazo, riñón e intestino. Para la determinación de los parásitos se hizo uso de las claves hasta género de Hoffman (1970).

C) TRABAJO DE GABINETE

Con el fin de determinar si hubo diferencias significativas en el oxígeno, bióxido de carbono y temperatura entre los estanques de alevinaje; y además saber si también las hubo entre los peces machos y hembras en cuanto a longitud total y peso, se realizaron las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnoff (Márquez, 1988 y Sokal, 1981), de homocedasticidad de Barlett (Sokal, 1981), y de análisis de varianza simple para los peces ya sexados (Remington, 1977 y Yamane, 1987). Una vez establecidas las posibles diferencias, se procedió a ubicarlas en los estanques por medio de una prueba de comparación de promedios SNK (Yamane, 1987).

Asimismo se hizo uso de la técnica exploratoria de caja y bigote con muesca para detectar posibles casos extraordinarios en el crecimiento, tanto en longitud como en peso, en los peces machos y hembras (Salgado-Ugarte, 1990).

Con los datos de la longitud total, peso y altura se determinaron los siguientes indicadores del crecimiento de los peces:

- A) Relación peso-longitud (Pereiro, 1982 y Everhart y Rounsefall, 1960).
- B) Modelo de von Bertalanffy (Gulland, 1971, Pereiro, 1982 y Radway, 1966), mediante el método de Ford-Walford.
- C) Factor de Condición Múltiple (Medina-García, 1976).
- D) Factor de Conversión Alimenticia (Kuri-Nivón, 1980).

Con la información obtenida se pretende constatar 3 hipótesis:

- 1) Que los peces machos alcanzarían una talla y peso mayor que las hembras.

- 2) Los organismos tendrán al final del cultivo un peso promedio de 250 g (peso comercial).
- 3) Con la hibridación se obtendrá un porcentaje mínimo de 90% de peces machos.

ANALISIS SOCIO-ECONOMICO

En esta parte se analizarán los principales factores económicos y sociales que determinan el éxito de una Unidad de Producción Acuícola, y se hará con base a las técnicas descritas por Márquez y López (1975), Muñuzuri y Nicolete (1978) y Soto *et al* (1973). Tomando como base los datos generados por este trabajo, así como los proporcionados por la Delegación Federal de Pesca en el estado de Morelos y por las personas que organizaron, asesoraron y operaron la Unidad de Producción Piscícola "El Axocoche".

Por otra parte, el costo del dinero del año de 1984 (período en el que se realizó este trabajo), se actualizó al año de 1994 por medio del Índice Nacional de Precios al Consumidor (Banco de México, 1994).

Los puntos a analizar son:

- 1) El costo de la producción de 1 kg de pescado.
- 2) La obtención del punto de equilibrio.
- 3) La rentabilidad de la Unidad de Producción.
- 4) Número de empleos generados.
- 5) Cantidad de gente beneficiada.

RESULTADOS DE LOS PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS

El resultado del análisis de varianza demostró que no hubo diferencias significativas al 95% de confianza, entre los estanques 1, 2, 5 y 6, en cuanto a la concentración de oxígeno disuelto, CO_2 y temperatura, tanto por la mañana como por la tarde, por lo que la interpretación y discusión de los parámetros anteriores se realizó en base a los promedios mensuales.

ESTANQUES PARA ALEVINAJE

En la tabla 1 se consignan los promedios por mes de los parámetros físicos y químicos para este tipo de recintos.

La temperatura del agua fué muy homogénea a lo largo de los meses de muestreo, oscilando entre los 24-25 °C por la mañana y entre los 30-32 °C por la tarde (Fig. 6a).

En lo que se refiere al oxígeno disuelto, la tendencia de este gas fué a disminuir con el tiempo. Se encontró la mayor concentración en el mes de mayo con valores matutinos y vespertinos de 4.2 y 12.2 mg/l respectivamente, y los menores en septiembre con 2.2 y 7.5 mg/l de la misma forma (Fig 6b).

Los valores promedio del CO_2 tendieron a aumentar de mayo a septiembre, con concentraciones por la mañana y tarde de 6.2-0.0 mg/l y de 6.9-3.1 mg/l (Fig. 7a).

El pH del agua no tuvo grandes fluctuaciones a través del tiempo, pero si las presentó a lo largo del día, siendo ligeramente básico por la mañana, 7.1-7.7 y básico por la tarde, 8.2-8.5 (Fig. 7b).

Las concentraciones de la alcalinidad y dureza total se

mantuvieron muy constantes, con un intervalo que osciló entre los 94-110 mg/l CaCO_3 y los 68-80 mg/l CaCO_3 respectivamente (Fig. 8).

ESTANQUE PARA ENGORDA

Los promedios mensuales de este estanque, así como los de la entrada de agua, se concentran en las tablas 2 y 3.

La temperatura menor para este estanque se registró en el mes de diciembre, con un intervalo mañana-tarde de 17.0-23.8 °C, mientras que la mayor se dió en marzo con 22.8-27.1 °C (Fig. 9a).

Para la entrada de agua, la temperatura fué de 22-23 °C por la mañana y de 24-25 °C por la tarde (Fig. 9b).

La concentración del oxígeno disuelto, mostró una tendencia a incrementarse con el tiempo en el estanque, ya que de 1.6-3.0 mg/l que se tuvo en noviembre, aumento en marzo a 4.6-9.8 mg/l mañana-tarde, encontrándose siempre las concentraciones menores por la mañana (Fig. 10a).

Los datos de la entrada de agua, muestran que este gas se mantuvo sin variación, con valores cercanos a los 7 mg/l (Fig. 10b).

Para el caso del CO_2 , las mayores concentraciones se encontraron en los meses de diciembre y enero llegando a alcanzar hasta los 22.0 mg/l por la mañana, oscilando los niveles en los otros meses entre los 5.4-12.9 mg/l por la mañana y entre los 0.5-4.9 mg/l por la tarde (Fig. 11a).

Al igual que la temperatura y el oxígeno, el CO_2 de la entrada de agua fué muy homogéneo a lo largo del día, con un máximo en enero para disminuir y estabilizarse en febrero y marzo (Fig. 11b).

El pH del agua del estanque, se mantuvo entre neutro y ligeramente básico por la mañana y ligeramente básico y alcalino por la tarde, mientras que el pH de la entrada de agua estuvo muy cerca de la neutralidad (Figs. 12a y 12b).

Con respecto a la alcalinidad total y dureza total, el intervalo se situó entre los 292-365 mg/l CaCO_3 y entre los 486-582 mg/l CaCO_3 respectivamente. Con excepción de los meses de noviembre para la alcalinidad y de enero para la dureza, ambos parámetros se mantuvieron muy constantes en el estanque, encontrándose que la alcalinidad siempre fué menor que la dureza (Fig. 13a).

Al igual que en el estanque, la alcalinidad y la dureza total de la entrada del agua casi no variaron con el tiempo, siendo la primera menor que la dureza, teniendo ambos parámetros concentraciones superiores a las encontradas en el estanque (Fig. 13b).

Por último, los valores registrados para los nutrimentos, tanto del estanque como de la entrada de agua, fueron de 0.0 mg/l N-NO_2 para los nitritos, mientras que para los nitratos, las concentraciones fueron de 0.42-0.52 mg/l N-NO_3 para el estanque y de 0.34-0.36 mg/l N-NO_3 para la entrada de agua, en cambio los registros para los ortofosfatos en el mismo orden anterior, fueron de 0.04-0.06 mg/l P-PO_4 y de 0.02 mg/l P-PO_4 . (tablas 3 y 4).

DISCUSION DE LOS PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS

TEMPERATURA DEL AGUA

Esta es una de las variables más importantes en las principales actividades de los peces, particularmente en la respiración, crecimiento, y reproducción. Así se tiene que cada especie de peces vive mejor dentro de límites estrechos de varios parámetros a los cuales se ha adaptado y desarrollado.

De esta forma, la tilapia comienza a desovar entre los 20-23 °C y arriba de los 20 °C las características sexuales empiezan a distinguirse (Fryer e Iles, Bard et al, 1975).

Huet (1980), describe que mantener a las tilapias abajo de los 20 °C detiene la reproducción y a menos de los 12 °C mueren, mientras que Rosas (1982), da como temperatura máxima letal para el género los 42 °C y como mínima letal los 12 °C.

Por otra parte, Badenhuizen (1967), proporciona el siguiente intervalo de temperatura como el predilecto para la tilapia, 27-33.5 °C, mientras que SEPESCA (1982), menciona que el rango óptimo de temperatura para el cultivo de la tilapia se ubica entre los 24-30 °C.

Por lo que respecta a los criterios establecidos para las especies con que se trabajaron; Uchida y King (1962), reportan que el óptimo para el desove y crecimiento de *O. mossambicus*, en estanques en Hawaii estuvo entre los 20-30 °C. Balarin (1979), reporta que el intervalo óptimo determinado experimentalmente para la especie anterior fué de 20-35 °C.

Con respecto a *O. uolepis honnorum* la literatura es escasa en cuanto a estudios realizados en cautiverio, aunque se puede pensar que dada su estrecha relación y gran semejanza con *O. mossambicus*, se le pueden aplicar los criterios establecidos anteriormente.

Al comparar los datos de la temperatura del agua de los estanques de la piscifactoría con los reportados por la bibliografía, se puede decir que ésta se encontró dentro del intervalo para que los híbridos pudieran crecer sin problemas.

Por otra parte, la temperatura del agua del estanque de la Unidad de Producción fué menor que la de la piscifactoría, teniendo por la tarde casi los mismos valores que los que tenían por la mañana los recintos de alevinaje. Esto se debió a que la fase de engorda se realizó durante la época más fría del año, pudiendo quizá, esta baja en la temperatura, alterar la tasa metabólica de los peces. A este respecto, Rosas et al (1986), trabajando con *O. mossambicus* de color rojo, demostró que ésta prefirió temperaturas altas durante el día 30-32 °C, y más bajas por la noche 25-27 °C, e infiere que los peces mantenidos a 31 °C durante el día y a 26 °C por la noche tendrán una mayor reserva energética disponible para el crecimiento.

OXIGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto es otro de los factores críticos en el cultivo intensivo de los peces, ya que su abundancia y consumo determinan la supervivencia y crecimiento de los mismos, y por lo tanto la carga admisible de una explotación acuícola (García, 1980).

Los peces emplean el oxígeno para satisfacer sus necesidades respiratorias y proporcionarse así la energía suficiente para poder realizar sus funciones metabólicas, por lo que un contenido bajo de oxígeno puede poner en peligro su vida o ser afectados negativamente,

haciendolos más susceptibles de contraer enfermedades, o en su defecto, impidiendoles crecer adecuadamente. Además en el caso contrario, un exceso de este gas puede ocasionar estados de sobresaturación que en casos extremos pueden provocar una mortandad de los peces, sobre todo alevines, por embolia gaseosa (Boyd, 1979).

La tilapia es una especie capaz de sobrevivir en aguas con bajo contenido de oxígeno, hasta 1 mg/l, esto se debe a la capacidad de su sangre a saturarse de oxígeno aún cuando la tensión de este último sea baja (Kirk, 1972).

Balarín (1979), reporta que el límite letal para la tilapia es de 2-3 mg/l de O₂ a 30 °C, en donde sobrevive por medios anaeróbicos solamente a causa del crecimiento, sin embargo Maruyama (1958), proporciona para *Oreochromis mossambicus* un valor mínimo letal de 0.1 mg/l de oxígeno disuelto; asimismo Brett (1946) y Mabaye (1971), encontraron que a menos de 1.5 mg/l la *O. mossambicus* cesa de comer y que una exposición breve a bajos niveles de oxígeno, puede restringir la capacidad del pez para alimentarse a diferentes temperaturas.

Por otra parte, Aguilera (1986) y SEPESCA (1982) dan un intervalo mínimo de oxígeno de 2-3 mg/l y como óptimo 5 mg/l.

Como se sabe, las concentraciones del oxígeno disuelto en el agua cambian continuamente sobre un periodo de 24 horas, en donde las concentraciones son generalmente bajas cerca del amanecer, se incrementan durante la tarde hasta un máximo y declinan de nuevo por la noche. Esta dinámica del oxígeno disuelto se presentó tanto en los estanques de alevinaje como en los de engorda, y aunque en los estanques de alevinaje la concentración del oxígeno disuelto fué baja por la mañana, ésta se elevó hasta valores más allá del 100% de saturación (tabla 1), lo cual nos indica que el proceso de

fotosíntesis se llevó a cabo normalmente y por lo tanto, el contenido de oxígeno en estos recintos fué el adecuado para no poner en peligro la vida de los peces y además garantizar su buen crecimiento.

Con excepción del mes de noviembre, las concentraciones del oxígeno en la etapa de engorda fueron las adecuadas para la supervivencia y desarrollo de los híbridos, y aunque al igual que en los estanques anteriores los procesos respiratorios disminuyeron la cantidad de este gas por la noche, su nivel matutino nunca decayó por debajo de los 4 mg/l.

Por otra parte, la cantidad de oxígeno de la entrada de agua, a pesar de tener un origen subterráneo, fue adecuada para la piscicultura, puesto que la concentración de oxígeno disuelto siempre se encontró cerca de los 7 mg/l y además el porcentaje de saturación estuvo muy cercano al 100%, lo cual quiere decir que el agua se encontró en equilibrio con la atmósfera (Boyl, 1979 y Wetzel, 1981).

BIOXIDO DE CARBONO

Altas concentraciones de dióxido de carbono pueden ser toleradas por los peces, sin embargo estos evitan niveles tan altos como los 5 mg/l (Hogland, 1961).

Es muy poco el conocimiento de los niveles letales del bióxido de carbono sobre la tilapia. La importancia de su efecto sobre la productividad de los estanques la ha considerado Huet (1980), pero pocos trabajos experimentales se han reportado.

Fish (1956), determinó que en *O. esculentus*, con una presión parcial de 50 mm de Hg de CO₂ la hemoglobina de su sangre no fué oxigenada y causó daños irreparables. Por ejemplo, el pez fué incapaz de captar el oxígeno aún después de eliminar el CO₂ del sistema por

aeración.

Dusart (1963), reporta que *O. macrochil* es capaz de vivir en ciénegas y tolerar niveles de 76.2 mg/l de CO_2 . Si *O. macrochil* puede ser tomada como una tilapia representativa, se puede esperar que éstas sean particularmente tolerantes a altas concentraciones de CO_2 , sin embargo Doudoroff y Shumway (1970), hacen notar que la mayoría de los peces expuestos a concentraciones entre 50-100 mg/l de CO_2 les causa inmediatamente un "stress", que puede ser fatal si se prolonga ya que el dióxido de carbono actuó como un sedante respiratorio, pero si el oxígeno y el pH son altos entonces es difícil que limite el crecimiento de los peces.

A causa de la relación entre el bióxido de carbono, la respiración y la fotosíntesis, las concentraciones del mismo usualmente aumentan durante la noche y decrecen a lo largo del día. Lo anterior se observó en ambas etapas del cultivo, así tenemos que el CO_2 de los estanques de alevinaje tuvo una concentración de 5-7 mg/l por la mañana y de 0.0-3 mg/l por la tarde, en donde según Parks *et al* (1975) establece que los niveles de CO_2 libre fluctúan regularmente entre los 0.0 mg/l por la tarde y los 5 ó 10 mg/l al amanecer, sin efectos nocivos sobre los peces.

Para el caso del estanque de engorda, las concentraciones del CO_2 fueron más altas que para la etapa de la piscifactoría, esto se debió al origen subterráneo del agua que alimentaba al estanque. Así tenemos que los altos valores encontrados durante diciembre y enero se debió a que en estos meses se le introdujo agua al estanque con el fin de cambiarla, a excepción de los meses anteriores, el nivel del CO_2 se mantuvo dentro de un intervalo permisible para que los peces no tuvieran problemas con este gas. En base a lo anterior, Haskell y Davies (1958), reportan que la mayoría de las especies pueden sobrevivir en aguas que contengan hasta 60 mg/l de CO_2 con tal

de que las concentraciones de oxígeno sean altas.

Como se dijo anteriormente, el agua que alimentaba al estanque era de manantial, lo cual explica su alto contenido de CO_2 y de bicarbonatos, a este respecto Wetzel (1981), dice que aguas con un alto contenido de bicarbonatos y carbonatos pueden estar sobresaturadas con CO_2 y por lo tanto no se encuentran en equilibrio con el CO_2 atmosférico, aunque puede estarlo con otros gases como puede ser el oxígeno. Lo anterior puede explicar los grados de saturación del oxígeno y los niveles de sobresaturación de CO_2 que presentó el agua.

POTENCIAL DE HIDROGENO

El pH es el resultado de la interacción de numerosas sustancias presentes en el agua y también de numerosos fenómenos biológicos que se desarrollan en ella, lo que es esencial, es su estabilidad o inestabilidad. Este punto tiene una gran importancia, pues la mayoría de los organismos acuáticos están adaptados a un valor medio de pH y soportan muy mal las variaciones bruscas (Boyd, 1982).

La mayoría de los autores (Boyd, 1979; Ellis, 1937 y Swingle, 1969), concuerdan que para una buena piscicultura, el agua debe ser neutra o ligeramente básica. (6.5-9.0).

Prácticamente no se han llevado a cabo trabajos experimentales cualitativos para determinar los límites del pH en la tilapia. Los valores que generalmente se citan de este factor se aplican a mejorar el valor de la productividad de los estanques antes que a un pez en particular (Balarin, 1979).

Aguilera (1986) y SEPESCA (1982), reportan un intervalo de pH para el género *Oreochromis* de 7 a 8 mientras que Fryer e Iles (1972),

indican que es muy probable que la mayoría de las especies cultivadas de tilapia toleren los mismos límites de pH.

El pH de los estanques de alevinaje estuvo dentro de los límites fijados para el género, además de que tuvo un comportamiento normal, ya que los valores menores se encontraron por la mañana y los mayores por la tarde. El comportamiento anterior reflejó una buena fotosíntesis ya que al eliminarse el CO_2 del agua, se produce un incremento del pH.

Al igual que en los recintos anteriores, el estanque de engorda tuvo valores bajos por la mañana y altos por la tarde, los cuales cayeron dentro de los límites adecuados para el género.

A pesar de que la entrada de agua presentó una elevada cantidad de CO_2 el pH de la misma se mantuvo cerca de la neutralidad, esto se debió a que el agua también presentó una alta alcalinidad, la cual como se sabe tiene un efecto amortiguador.

ALCALINIDAD Y DUREZA TOTALES

Dada la gran relación entre la alcalinidad y la dureza, ambas se discutiran conjuntamente. Lo anterior se debe a que los iones calcio, magnesio, bicarbonato y carbonato en el agua son por lo general, derivados equivalentes de los mismos depósitos geológicos y por ende los valores de la alcalinidad total y dureza total son frecuentemente similares en magnitud, sin embargo en algunas aguas la alcalinidad total puede exceder a la dureza total y viceversa.

Tanto la alcalinidad como la dureza total de los estanques no tienen un efecto directo limitante sobre los peces, sino una relación indirecta en la productividad de los estanques (Huet, 1980).

De acuerdo a Moyle (1946), la gran productividad de las aguas con una alcalinidad alta no resulta directamente de esta sino más bien de que el fósforo y otros nutrientes se incrementan junto con la alcalinidad total.

Las tilapias generalmente tienen una alta tolerancia a la alcalinidad, por esto es poco probable que la misma las afecte. Esto es debido a que son originarias de lagos sódicos. Así tenemos que *O. grahami* toleró una concentración de 1000 mg/l de CaCO_3 y *O. alcalicus* soportó 2000 mg/l de CaCO_3 (Balarin, 1979).

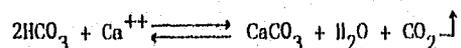
Job (1969), demostró que *O. mossambicus* respiró mejor en un medio isotónico que en un hipertónico.

La literatura no proporciona un intervalo de tolerancia para las especies con que se trabajaron, pero SEPESCA (1982) y Aguilera (1986) lo fijan entre los 14 y 175 mg/l.

En base a las concentraciones de alcalinidad y dureza en el agua de la piscifactoría, esta se puede clasificar, según Nisbet (1970), como un agua de alcalinidad y dureza medias, las cuales son aguas muy productivas para la piscicultura.

Debido a su origen, el agua de la Unidad de Producción presentó una alta alcalinidad y dureza, siendo el agua que surtía al estanque la que presentó las concentraciones mayores de ambos parámetros.

Lo anterior pudo deberse, como lo explican Boyd (1979) y Wetzel (1980), a una descalcificación del agua del estanque ya que el agua subterránea al salir a la superficie puede liberar a la atmósfera gran cantidad de CO_2 , provocándose una precipitación del CaCO_3 , de acorde a la ecuación siguiente:



La fotosíntesis también provoca una precipitación del CaCO_3 hacia los sedimentos provocando que queden en solución los carbonatos de magnesio, los cuales son más solubles.

En apoyo a lo anterior, se puede observar en las tablas 2 y 3 que los valores de la dureza por calcio y de los iones calcio fueron más altos en el agua de entrada que en el estanque, sucediendo el caso contrario con la dureza por magnesio e iones magnesio.

Por otra parte el agua de "El Axocoche" se puede clasificar como un agua con una alcalinidad muy intensa y muy dura e incrustante, siendo por lo tanto poco productiva.

NUTRIMENTOS

La fertilización de los estanques es importante por dos razones: la primera es que aumenta la cantidad de alimento disponible para los peces en forma de fitoplancton y zooplancton; y la segunda es que una productividad primaria alta elimina el CO_2 del agua y por lo tanto se incrementa la concentración de oxígeno en el estanque (SEPESCA, 1980, Boyd, 1982 y Huet, 1980).

Las concentraciones de nitritos y ortofosfatos encontradas en el estanque de engorda después de cinco días de realizarse la fertilización puede considerarse baja (tabla 2), ya que según Nisbet (1970), esta quedaría clasificada como poco productiva.

Las bajas concentraciones de ortofosfatos y nitratos encontradas se pudo deber a que la fertilización sólo se efectuó dos veces (enero y marzo), en los seis meses que duro el cultivo, en lugar de realizarse cada mes, y además a la alta alcalinidad y dureza que presentó el agua.

Tomando en consideración lo antes expuesto, Boyd (1979), menciona que grandes aplicaciones de fertilizante entre grandes periodos de tiempo son de derroche, ya que la mayoría del fósforo es absorbido por los sedimentos, y el nitrógeno es perdido a través de la desnitrificación. Además Boyd (1982) y Wetzel (1981), comentan que el fósforo forma con facilidad minerales insolubles, principalmente de calcio, por lo que en aguas con una alta concentración de calcio y elevado pH, el fosfato puede precipitar directamente del agua hacia los sedimentos en forma de fosfato cálcico, quedando por lo tanto atrapado en estos últimos. Lo anterior podría explicar la gran cantidad de maleza sumergida que tenía el fondo del estanque.

RESULTADOS DE LOS FACTORES BIOLÓGICOS

CRECIMIENTO EN PESO Y LONGITUD

Para el análisis de estos factores entre los híbridos de ambos sexos y además detectar casos extraordinarios en su crecimiento, se hizo uso de la técnica exploratoria de caja y bigote con muesca, en donde los diagramas muestran casos extraordinarios, tanto en longitud como en peso, en los organismos hembras. (Figs. 14, 15, 16 y 17). Asimismo, en la tabla 4 se presentan las medianas de la longitud, peso y altura de las dos fases de cultivo.

Para los estanques de alevinaje, el análisis de varianza reveló que en cuanto a la longitud, sólo fueron idénticos los estanques 1 (machos), y 6 (hembras), mientras que para el peso lo fueron los reservorios 5 (machos) y 6 (hembras) (tablas 5 y 6).

Por lo que se refiere al estanque de engorda, el ANDEVA demostró que únicamente hubo diferencias significativas entre los híbridos machos y hembras, tanto en longitud como en peso, correspondiéndoles a estos últimos la mayor longitud y peso finales, (tablas, 7 y 8 y Figs. 18, 19, 20 y 21).

Por último queda decir que la mayor talla y peso que alcanzaron los peces fué de 16.6 cm y 71.5 g.

MODELO DE VON BERTALANFFY

En las tablas 9, 10, 11 y 12, se muestran los valores teóricos y observados de la longitud y peso que presentaron tanto los organismos machos como hembras, así como su porcentaje de crecimiento obtenido por el modelo de von Bertalanffy. Mientras que en las figuras 18, 19, 20 y 21 se representan gráficamente.

Las ecuaciones obtenidas son:

Hembras del corral 1

$$L_t = 16,4[1 - e^{-0,1549(t-0,1610)}]$$

$$W_t = 73,1[1 - e^{-0,1549(t-0,1610)}]^{2,9398}$$

Hembras del corral 2

$$L_t = 18,9[1 - e^{-0,1144(t-0,0228)}]$$

$$W_t = 104,7[1 - e^{-0,1144(t-0,0228)}]^{2,8704}$$

Machos del corral 3

$$L_t = 20,4[1 - e^{-0,1192(t-0,1762)}]$$

$$W_t = 134,2[1 - e^{-0,1192(t-0,1762)}]^{2,9236}$$

Machos del corral 4

$$L_t = 25,3[1 - e^{-0,0821(t-0,0462)}]$$

$$W_t = 245,9[1 - e^{-0,0821(t-0,0462)}]^{2,8839}$$

Las ecuaciones demuestran que fueron los peces machos los que obtuvieron las longitudes y pesos infinitos mayores, pero las menores tasas de crecimiento,

Por otra parte, podemos observar que el mayor porcentaje en crecimiento se dió en la longitud y el menor en el peso.

RELACION PESO-LONGITUD

En virtud de que no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la longitud y peso entre hembras-hembras y machos-machos, se procedió a obtener una ecuación única peso-longitud para las hembras y otra para los machos. Las ecuaciones obtenidas son:

$$W = 0,0209 L^{2,9115} \text{ (Hembras)}$$

$$W = 0,0211 L^{2,9021} \text{ (Machos)}$$

y sus gráficas pertenecen a las figuras 22 y 23.

Una vez obtenidas las pendientes de regresión se les aplicó una prueba de t al 95%, para conocer si eran significativamente diferentes a 3 (Yamane, 1987). El resultado de la prueba mostró que el exponente b fué significativamente diferente a 3.

FACTOR	tc	t Tablas	%R ²
2.9115	9.22	1.645	98.64
2.9021	14.62	1.645	99.04

FACTOR DE CONDICION MULTIPLE (KM)

Este se realizó de 3 formas:

- 1) Comparando el estado físico de los peces de los estanques 1 y 2, con una ecuación que involucró sólo a los juveniles antes de ser sexados.

- 2) Se determinó la robustez de los organismos sexados con las regresiones que solamente tomaron en cuenta a los híbridos machos y hembras separadamente.
- 3) Se contrastó la "gordura" de los peces, con una ecuación general (KM total), que involucró tanto a juveniles como a los machos y hembras conjuntamente.

Las ecuaciones obtenidas son:

Juveniles

$$W = 0,0457 L^{2.2718} A^{0.6034}$$

Machos

$$W = 0,0661 L^{2.0579} A^{0.8024}$$

Hembras

$$W = 0,0730 L^{2.0437} A^{0.7710}$$

Juveniles, machos y hembras

$$W = 0,0441 L^{2.2880} A^{0.6662}$$

Analizando el comportamiento del KM y KM total de los juveniles, (Figuras, 24, 25, 26 y 27), se puede notar que al inicio del cultivo hubo una gran dispersión de los valores en ambos estanques, para posteriormente disminuir con el tiempo.

En lo referente a los estanques de los peces ya sexados, tanto

el KM como el KM total, tuvieron un comportamiento muy semejante a través del tiempo, variando solamente en magnitud, ya que la robustez obtenida con el KM total fué mayor a 1 en todos los reservorios (Figs. 28, 29, 30, 31 y 32, 33, 34, 35 y tabla 13).

Para los estanques de engorda, las gráficas del KM y KM total presentan el tipo de alimento que se les suministró durante esta fase. Así se tiene, que la dispersión de los valores del KM y KM total en los cuatro grupos de peces fué pequeña para esta etapa, sobresaliendo ligeramente el del alimento de la marca Malta para descender con la sema de maíz (Figs. 36, 37, 38, 39 y 40, 41, 42, 43 y tabla 13).

Por último, los resultados promedio del KM de los machos para esta última fase estuvieron por arriba de 1, mientras que al comparar a los mismos organismos con el KM total, este se encontró por debajo de 1.

FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA

Como el objetivo de este estudio no es el de comparar la efectividad de los alimentos de una forma individual, su discusión se hará conjuntamente.

En la tabla 14, están contenidos los resultados promedio del Factor de Conversión Alimenticia (FCA), y se puede notar que fué en la etapa de la piscifactoría donde se obtuvieron las mejores conversiones, siendo los peces machos los que presentaron los mejores ángulos de conversión.

Para la etapa de engorda, todos los alimentos fueron más o menos iguales en cuanto a rendimiento, con excepción de la sema de maíz la cuál presentó los valores del FCA más bajos. Asimismo fueron los peces machos los que obtuvieron los mejores Factores de Conversión.

PROPORCION DE SEXOS

La proporción machos:hembras que se encontró en el presente estudio fué la siguiente:
Para los estanques al aire libre fué de 511 machos y 411 hembras, mientras que para los del aire libre fué de 500 machos y 450 hembras. Se obtuvo por consiguiente, una proporción de sexos 1:1.

SANIDAD PISCICOLA

Los ectoparásitos encontrados en los híbridos fueron de dos tipos:
Protozoarios y tremátodos monogénicos.

Los primeros pertenecieron a los géneros *Trichodina* y *Scyphidia* y el último al género *Tetraonchus*.

Los protozoarios se hallaron principalmente en las aletas caudal y anal y el tremátodo en las branquias.

En la disección de los organismos, no se hallaron endoparásitos ni huellas de lesiones o de enfermedad en los órganos vitales.

Por otra parte, tanto en la piscifactoría como en "El Axocoche", no se tuvieron registros de una mortandad masiva por enfermedad, sino solamente casos aislados de exoftalmia y ascitis en la piscifactoría, principalmente en *O. urolepis honnorum*.

DISCUSION DE LOS FACTORES BIOLOGICOS

CRECIMIENTO EN LONGITUD Y PESO

El tamaño de los peces puede ser considerado simplemente como un aumento en su longitud. Sin embargo, se trata en realidad de un concepto mucho más complejo en relación directa con muchos factores (temperatura, oxígeno disuelto, tipo y cantidad de alimento, sexo, densidad de carga, etc.), comprendiendo desde la simple inhibición de agua hasta los complicados resultados de los procesos químicos de la nutrición. El crecimiento es el resultado directo de fuerzas de naturaleza química, osmótica etc., por las cuales la materia es introducida en el organismo y transportada a través de sus diferentes partes (Everhart, 1960).

Cuando uno compara la talla (Peso o longitud), de un organismo contra el tiempo, lo que en realidad se examina es la velocidad con que varía la talla o lo que es lo mismo la tasa de crecimiento. Esto es importante, ya que el crecimiento es un parámetro fundamental para evaluar, analizar y proponer las estrategias de producción de un sistema acuícola.

Como se comentó en la discusión de resultados, no hubo una clara diferencia en el crecimiento en peso y longitud entre machos y hembras en la piscifactoría. Este comportamiento se podría atribuir a factores de tipo genético más que a ambientales, ya que en lo que respecta a estos últimos no se encontraron diferencias entre los estanques en cuanto a temperatura, oxígeno disuelto, pH y CO₂, además el alimento fué el mismo para todos los reservorios. A este respecto Royce (1972), establece que el crecimiento de cualquier animal está acompañado e influenciado por muchos factores, incluyendo eventos endógenos (determinados por las características propias del pez, las cuales son adquiridas a través de su juego cromosómico como factor

hereditario, mostrando de esta manera su patrón básico de desarrollo que abarca desde la etapa del embrión hasta la madurez y senilidad), y los exógenos en su ambiente (temperatura, fotoperiodo, salinidad, oxígeno disuelto, etc.), los cuales limitan la tasa de crecimiento y reproducción así como la sobrevivencia.

En adición a lo anterior, hay que comentar que los datos de crecimiento en peso de la piscifactoría, concuerdan con los obtenidos por Rosas et al (1984), para el mismo tipo de híbrido, en donde reportan que en cuatro meses los peces alcanzaron un peso de 14-20 g.

En la etapa de engorda las diferencias en longitud y peso entre machos y hembras fué muy evidente. A este respecto, Trewavas (1983), hace mención a que en un medio natural y de cultivo el crecimiento de los machos es más rápido que el de las hembras y que la diferencia es pequeña si los sexos están separados, pero es mucho más marcada cuando se encuentran juntos, siendo esto demostrado por Hickling (1959), con *O. urolepis hornorum* y por Vaas y Hofstede (1952), con *O. mossambica* en donde explican que el retardo en el crecimiento de las hembras puede deberse a una de las causas siguientes:

- 1) por una diferencia innata ligada al sexo o
- 2) a un mayor gasto en la producción de huevos que en la de esperma, posiblemente reforzado por una madurez precoz y no como se cree, a un incremento en la densidad de la población debida a un aumento en el número de crías.

Aunque numerosos autores (Aguilera y Noriega, 1986; Balarin, 1979 y Huet 1980, etc.), reportan que la tilapia posee una remarcable capacidad homeostática para digerir y utilizar alimentos de composición ampliamente diferentes, y que es capaz de alcanzar un peso de entre 150-300 g en aproximadamente seis meses, los resultados obtenidos en este estudio revelan un pobre crecimiento del

híbrido en la fase de engorda, ya que durante los seis meses que duró el cultivo, no llegó a los 100 g, aunque teóricamente serían los organismos machos del corral 3 los únicos en alcanzar los 250 g.

En el reporte técnico de la cosecha anterior al presente estudio, se reportó un peso final promedio de los peces de 120 g, mientras que los peces cosechados al finalizar este seguimiento tuvieron un peso medio de 50-70 g, sacandose algunos individuos de 95 g. El bajo crecimiento obtenido en la Unidad de Producción parece deberse no a uno sino a varios factores, destacandose por ejemplo el tipo y calidad del alimento suministrado, ya que este fué del tipo balanceado para pollos, cerdos y vacas lecheras, proporcionándoseles semo de maíz durante el último mes de engorda lo que se tradujo en una baja de peso.

La cantidad de proteína reportada en los alimentos balanceados, osciló entre el 12-19%, y la de lípidos fué de 2-3%, mientras que Aguilera y Noriega (1986), reportan que para un cultivo intensivo, los valores de proteína deben de ser de un 25-30% y el de lípidos no debe superar el 8%. A este respecto Havler (1975), Phillips (1969) y Viola y Arieli (1983), indican que el valor nutricional de una dieta no se debe sólo a la cantidad de proteínas que entran en su formulación, sino también a la calidad de sus ingredientes (tipo de aminoácidos, lípidos y carbohidratos), que deberán estar relacionados con las necesidades particulares del organismo para digerirla y absorberla, lo cual también dependerá de la premezcla vitamínica y mineral del alimento. Así por ejemplo el alimento para pollos contiene poca vitamina C, mucho calcio y además posee cocciestato, el cuál puede provocar daños hepáticos al pez.

Otro factor que pudo haber influido en el bajo crecimiento de los híbridos fué probablemente el de una mala fertilización de los estanques, la cuál es importante debido a los hábitos micrófagos

omnivoros del híbrido de tilapia, siendo por lo tanto capaces de utilizar al fitoplancton y zooplancton como una fuente alterna de proteínas, para de esta manera cubrir sus necesidades nutricionales.

La temperatura pudo ser la otra causa que pudo afectar al crecimiento, ya que la engorda de los peces se realizó en los meses más fríos, pudiendose quizá alterar la tasa metabólica estandard de los organismos y por lo tanto su crecimiento (Lagler et al, 1984).

Por último la comparación de las curvas de crecimiento entre, ambos sexos, según el método exploratorio de caja y bigote, demostró que fueron las hembras las que presentaron los mayores casos extremos en longitud y peso, por lo que la población de machos resultó ser más homogénea que la de las hembras. Debido al comportamiento anterior, se utilizó como medida de tendencia central a la mediana, ya que esta es mas resistente a los casos extremos (Salgado-Ugarte, 1991).

MODELO DE VON BERTALANFFY

El estudio del crecimiento individual es esencial para la aplicación de los modelos analíticos. Estudiar el crecimiento, consiste en estimar la relación que existe entre la talla de los peces y su edad, ya que los aumentos de tamaño son generalmente medidos en intervalos sucesivos de tiempo. Al considerar de esta forma al peso o longitud en relación con el tiempo, se nos presenta una gráfica conocida como la curva de crecimiento.

Uno de los modelos que se utilizan más frecuentemente para evaluar el crecimiento es el de von Bertalanffy, ya que una de sus ventajas es que se pueden hacer interpolaciones y extrapolaciones con gran confiabilidad (Gulland, 1971 y Pereiro, 1982).

Como se mencionó anteriormente, fueron los peces machos los que alcanzaron los mayores valores asintóticos de longitud y peso, pero los que obtuvieron las menores tasas de crecimiento, lo cual es un indicio de que su crecimiento fué más lento que el de las hembras y por lo tanto alcanzarían su longitud y peso máximos a una edad mucho mayor.

Lo anterior puede confirmarse al contrastar los porcentajes del crecimiento en longitud y peso para ambos sexos. A este respecto Lagler et al (1984), menciona que las diferencias de tamaño entre sexos que afectan las tasas de crecimiento para una misma especie, pueden deberse a la acción de factores genéticos, a menudo correlacionados con patrones de conducta heredados.

Con base a los valores obtenidos de Woo podemos decir que el híbrido de tilapia jamás alcanzaría el peso comercial de 250g, con excepción hecha de los machos del corral 4 los cuales lo lograrían alcanzar, pero en un período de tiempo tan largo, que no serían rentables comercialmente.

Por otra parte, los bajos valores de la tasa de crecimiento (k), nos indican que el crecimiento de los organismos en peso y longitud fué lento, esto es debido a que es la constante k la que regula la rapidez con la que el pez se acerca a su talla y peso asintóticos.

En apoyo a lo anterior Pauly (1979), argumenta que la constante k debería ser considerada más como un factor de "stress" que como un coeficiente del catabolismo. La palabra "stress" se refiere a la suma total de los factores adversos, los cuales "construyen" el valor de k , como por ejemplo; una temperatura desfavorable, salinidad, densidad de población, disponibilidad de alimento, etc. De la definición de "stress" y de k se podría derivar que ningún pez vive libre de "stress", pero que la capacidad de su crecimiento y sus tamaños son altos cuando k es baja. Con base a la definición anterior, podemos considerar que los peces se mantuvieron bajo "stress".

RELACION PESO-LONGITUD

El peso puede considerarse como una función de la longitud. La relación entre ambas sigue aproximadamente la ley del cubo, pudiendo representarse por la fórmula $W = aL^3$. Este tipo de relación también es un indicador de la isometricidad y alometricidad de los organismos; así tenemos que mientras más se aproxime el exponente de la relación W/L^3 a 3 más isométrico será el crecimiento. Por desgracia en los peces, lo mismo que en los demás animales, las proporciones del cuerpo varían constantemente de tal forma que la simple ley del cubo no puede aplicarse durante todo el ciclo vital. Por este inconveniente resulta más satisfactorio la siguiente expresión:

$$W = aL^b$$

donde b es el exponente de la regresión peso-longitud.

Analizando las ecuaciones de la relación peso-longitud, se puede apreciar que los exponentes de las hembras y los machos son muy semejantes, lo que indica, que su crecimiento fué muy parecido, siendo este del tipo alométrico negativo, lo cual nos denota que los peces crecieron más en longitud que en peso. Esto se puede comprobar al comparar los porcentajes del crecimiento en peso y longitud obtenidos del modelo de von Bertalanffy, los cuales nos muestran que los híbridos crecieron más rápido en longitud que en peso.

Un antecedente sobre la relación peso-longitud en los híbridos, la proporcionan Rosas *et al* (1984), estos autores reportan valores para la pendiente de 0.74 y 0.42, las cuales no coinciden con las obtenidas en el presente trabajo ya que son demasiado pequeñas, esto se pudo deber a la poca representatividad de sus datos por haberse efectuado su estudio en un tiempo muy corto (4 meses) y por lo tanto no abarcaron la mayor parte de la curva de crecimiento.

FACTOR DE CONDICION MULTIPLE

A diferencia de los vertebrados terrestres, los peces no presentan una fase de engorda determinada, ya que no existe una etapa como tal en la que dejen de crecer y comiencen a engordar, es decir, no se considera a la engorda como una estancia o proceso específico del desarrollo animal, sino que en estos organismos el crecimiento es proporcional e indeterminado y la gordura o robustez está en razón de la relación longitud-peso-altura, cuyo valor está dado por el Factor de Condición Múltiple.

Al evaluar los resultados del KM y KM total, se puede apreciar una alta dispersión de los resultados al inicio del cultivo. En este sentido Medina-García (com. pers.), indica que esto pudo deberse a que había peces que se alimentaron más que otros, y por lo tanto hubo organismos más pesados que otros.

Con respecto a la relación inversa encontrada entre el KM y KM total de los machos y hembras, esta se debió a que los valores teóricos del peso calculados con la ecuación general fueron superiores a los observados, probablemente a causa de la influencia que el peso de las gónadas de las hembras pudo tener sobre la ecuación general, tal y como lo indican Everhart y Rounsfall (1960), Kuri-Nivon (1980), Medina-García (1980) y Nikolsky (1963), los cuales establecen que el estado de madurez gonadal, el dimorfismo sexual y los cambios estacionales pueden afectar al Factor de Condición, por lo que la comparación sólo ofrece garantías si los peces son de la misma longitud, edad y sexo, tomados siempre que sea posible en las mismas fechas.

El análisis de caja y bigote para el peso confirma lo anterior ya que fueron las hembras las únicas que presentaron valores extremos para este parámetro. Por último podemos decir que tanto los híbridos machos como hembras presentaron un buen estado de gordura.

FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA

El pez requiere de energía para su crecimiento, actividad y reproducción, ésta energía es obtenida a través de la oxidación del alimento.

En un sistema de producción es importante evaluar los alimentos, ya que los incrementos o decrementos de biomasa dependen en gran medida de las fluctuaciones poblacionales que se producen por efecto y calidad de estos. Un indicador que nos permite conocer la eficacia del alimento es el llamado Factor de Conversión Alimenticia, el cuál se define como la cantidad de alimento necesario para lograr un incremento de 1 Kg en la población.

Los valores del Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.), nos muestran que hubo un buen aprovechamiento del alimento y por lo tanto una alta eficiencia del mismo en la etapa de la piscifactoría, tanto de los híbridos machos como de las hembras, no sucediendo lo mismo durante la fase de engorda en donde el rendimiento del pienso disminuyó notablemente, principalmente en las hembras. A este respecto Aguilera y Noriega (1986), Balarin (1979) y Viola y Arieli (1983), señalan que el coeficiente de conversión alimenticia que se obtiene con diferentes alimentos varía mucho, dependiendo de su calidad, formulación, tamaño y edad del pez, estado fisiológico, condiciones ambientales y disponibilidad de alimentos naturales en el estanque, mencionando además factores para la tilapia, con alimentos balanceados de 2:1 a 4:1.

Por lo que respecta a la calidad de los alimentos empleados, fué la marca Albamex C.B.T. la que mostró la mejor calidad, y la semilla de maíz la más baja.

En lo que se refiere a la comparación de los diferentes factores

de conversión con otros cultivos de tilapia, ésta carece de utilidad porque al igual que en el crecimiento, la eficiencia de los alimentos en un sistema donde participan una gran cantidad de variables como lo es en una granja acuícola, el rendimiento va a depender de una multitud de factores, aparte de los descritos anteriormente, que van en aumento en la medida que los sistemas incrementan su complejidad en cuanto a intensidad de cultivo, tipo de especie, capacidad de carga, condiciones físicas y químicas del agua, etc.

PROPORCION DE SEXOS

En 1960 Hickling produjo en Málaga los primeros híbridos todos machos, cruzando lo que él consideró eran dos tipos diferentes de *O. mossambicus*, demostrándose posteriormente que en realidad eran dos especies distintas. A partir de entonces, se han efectuado varias cruza interespecíficas con tilapia, teniendo por resultado un alto porcentaje de machos (Balarín, 1979).

Como se mencionó en la discusión de resultados, la proporción machos-hembras encontrada fué aproximadamente de 1:1, cifra que no concuerda con lo reportado bibliográficamente y con las especificaciones de la Compañía Natural Systems, que son de un mínimo de 90% de híbridos machos.

Son dos las teorías que podrían explicar los resultados encontrados:

- 1) Que una o las dos líneas de tilapia que se trajeron a México estaban contaminadas, ya que como lo demuestra el modelo genético de Chen (1966 y 1969), se puede obtener una relación de sexos 1:1 en la hibridación, sólo si una o las dos especies no son genéticamente puras.
- 2) Como lo propone Avtalion y Hammerman (1978), que la proporción

macho-hembra encontrada sea producto de una influencia autosomática, teoría que tuvo éxito al explicar todos los resultados de Chen, incluyendo aquellos no predichos por su teoría.

De las dos explicaciones anteriores, la más aceptada es la primera, debido a que la variedad roja de *O. mossambicus*, hasta donde se conoce su origen, fué lograda en Taiwan a partir de un mutante blanco de *O. mossambicus* con *O. niloticus* o sea que viene siendo un híbrido F1 (SEPESCA, 1988). Sin embargo, cualquiera que haya sido la causa por la que la hibridación no dió los resultados esperados, lo importante es que el objetivo principal de la hibridación y del Programa de la Delegación de Pesca no se cumplió satisfactoriamente, por lo que se debería de poner en práctica el cultivo de *O. uolepis hornorum* y de *O. mossambicus*, ya que por lo observado en la piscifactoría, las especies anteriores podrían tener un mejor crecimiento que los híbridos, lo que a su vez se traduciría en un mayor beneficio económico para las Unidades de Producción.

SANIDAD PISCICOLA

Los peces son susceptibles a muchos de los mismos tipos de enfermedades que afectan a los animales terrestres. Sin embargo, los peces son acuáticos y poiquiloterms y su salud y supervivencia están dominadas por la calidad de su ambiente. Los cambios dinámicos en el medio acuático pueden ser mucho más severos que los confrontados por los animales terrestres. Por consiguiente los acuacultores no solamente deben saber como identificar y tratar una enfermedad, sino que deben tener conocimiento de las interacciones ambientales que tienen lugar antes, durante y después que el proceso de la enfermedad ha comenzado, ya que no sólo los parásitos son el origen de enfermedades, sino también pueden serlo los factores abióticos.

Los ectoparásitos encontrados en los híbridos concuerdan con

los reportados por Zeiss et al (1982), además el análisis de los resultados parecen indicar que aunque se encontraron parásitos que bajo ciertas condiciones pueden ser la causa de epizootias, esto no ocurrió, tal vez debido a que la alimentación y el agua sólo hicieron posible el desarrollo de un estado portador por parte del pez. De lo cual Anderson (1974), menciona que este se da cuando existe un equilibrio o balance entre el pez y el parásito, que generalmente puede existir sin haber síntomas de la enfermedad.

En adición a lo anterior, hay que tener en cuenta que no sólo los parásitos son fuente de enfermedades, por lo que para comprender a la enfermedad es necesario entender tanto los factores biológicos como los abióticos que afectan a las poblaciones en cultivo. Tales condiciones pueden estar representadas por; sobrepoblación, variaciones bruscas de la temperatura, pobre oxigenación, contaminación, mala nutrición, manipuleo y redeo intensivo, etc. (Michel, 1989).

Finalmente se puede señalar que el éxito de cualquier programa acuacultural, dependerá del manejo correcto de las poblaciones en cultivo, y este a su vez del adecuado conocimiento de la biología de los peces y del medio en que vivan, ya que si se descuida cualquiera de estos dos aspectos, se pueden tener altas mortalidades con el consiguiente perjuicio económico (Taylor, 1981).

ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO

El objetivo de la presente sección, es el de analizar los siguientes aspectos:

1ª La rentabilidad (logro económico), de la Unidad de Producción, respondiendo a tres preguntas básicas:

- a) ¿Cuanto costó producir 1 Kg de pescado?
- b) ¿Cual fué la ganancia neta obtenida por la venta del Pescado?
- c) ¿A que volumen de producción, el ingreso igualó a los gastos de operación (punto de equilibrio)?

2ª Los logros sociales por los que fueron creadas las Unidades de Producción Acuícola, y que fueron prioritarios dentro del Programa Nacional de Acuicultura:

- a) ¿Cuántos empleos se generaron?
- b) ¿De cuanto fué el volumen de alimento producido?
- c) ¿Que número de gente fué beneficiada?

Por lo tanto el objeto de estudio, es el conjunto de relaciones económicas que ocurren en el interior de la Unidad, y entre ésta y el exterior, ya que en determinadas ocasiones, el conocimiento empírico que se pueda poseer respecto a la rentabilidad de un determinado negocio, puede crear la apariencia de que el éxito es indudable, y engendrar el deseo sin más de invertir dinero y esfuerzo en ello, pero es preciso tener en cuenta que la economía de mercado es dura y no se compadece de aquellos que no se ajustan a sus leyes. Por ello es necesario realizar un pequeño esfuerzo adicional para sistematizar y completar nuestros conocimientos empíricos sobre las ventajas de tal o cual actividad económica (Muñuzuri y Nicolet, 1978).

En complemento a lo anterior, la evaluación de un proyecto desde

el punto de vista social tiene por objeto determinar si los beneficios esperados del mismo, justifican el empleo de los recursos necesarios, y en particular si se justifica el consumo de los recursos que son escasos (capital, personal técnico, mano de obra, etc.), con prioridad sobre otros proyectos. En todo caso desde la perspectiva social se procura maximizar el aprovechamiento del recurso escaso.

Resumiendo, en la evaluación de los proyectos tomando en cuenta los objetivos básicos del inversionista privado, se analizan los costos y beneficios directos del proyecto. Desde el punto de vista social, en adición a los costos y beneficios directos, se toma la magnitud del esfuerzo requerido para efectuar una evaluación más extensa, que incluya la relativa a sus consecuencias indirectas en la comunidad (número de empleos generados y de personas beneficiadas, volúmen de alimento producido para consumo popular etc.).

ANALISIS ECONOMICO

En virtud de que en la Unidad de Producción se sacaban dos cosechas de pescado al año, una por cada dos estanques, el presente trabajo considera un ciclo anual de producción. Además conviene puntualizar, que para los fines de este análisis se toman como base los resultados obtenidos del crecimiento de los organismos del corral 4, por ser los peces que alcanzaron el mayor peso. Asimismo, se hace la suposición de que no hubo mortalidad durante todo el ciclo de cultivo.

El resumen de los resultados se presentan en la tabla 15.

1) CALCULO DE LA BIOMASA

La densidad de organismos en cada estanque era de 4 peces/m², con excepción del estanque 3 donde se colocaban 8 peces/m², por lo que la cantidad total de organismos fué de:

ESTANQUE	AREA m ²	PECES/m ²	TOTAL DE PECES/ESTANQUE
1	2449.0	4	9796
2	2850.0	4	11400
3	3230.0	8	25840
4	<u>1795.5</u>	4	<u>7182</u>
TOTAL	10324.5		54218

PESO PROMEDIO FINAL = 71.5 g

$$\bar{X} \text{ BIOMASA TOTAL ANUAL} = 54218 \times 71.5 \text{ g} = 3876.6 \text{ Kg}$$

2) ANALISIS DE COSTOS

2.1 Alimentación

PESO \bar{X}	BIOMASA \bar{X} KG	CANTIDAD DE ALIMENTO SUMINISTRADO kg (4%)	Kg DE ALIMENTO MES
22.4	1214.5		
33.3	1805.5	48.6	1458.0
41.0	2222.9	72.2	2166.0
52.7	2857.3	88.9	2667.0
59.9	3247.7	114.3	3429.0
69.6	3773	129.9	3897.0
71.5	<u>3876</u>	150.9	4527.0
TOTAL	3876 kg	604.8 Kg	18144.0 Kg

En virtud de que la engorda de los peces se realizó con alimentos que difirieron en precio, tipo y marca, se procedió a obtener un costo promedio de los mismos, con la finalidad de simplificar los calculos

ALBAMEX PARA POLLO.....	\$22,500 tm
COCHIGOR.....	\$27,500 tm
MALTA.....	\$26,000 tm
CEMA DE MAIZ.....	\$18,000 tm
	<u> </u>
	\bar{X} \$23,500 tm

COSTO TOTAL DEL ALIMENTO = \$23,500 tm X 18.144 tm = 426,384

2.2 Fertilización

La fertilización se debería llevar a cabo cada mes a razón de 15.2 Kg/ha. El costo del bulto de triple 17 fué de \$1,200 por lo que para un ciclo anual se necesitarían 188.3 Kg de fertilizante, por lo tanto se requeriría de 13 bultos con un costo de:

\$15,600

2.3 Encalado

El encalado se aplicaba en una proporción de 2 tm/ha/cosecha. Cada bulto de calhidra de 25 Kg costaba \$130, por lo que para cubrir el ciclo se necesitaban 4 tm, o sea 160 bultos los cuales tuvieron un costo total de:

\$20,800

2.4 Mano de obra

El salario de los dos personas encargadas de la Unidad fué de \$350 pesos diarios por persona, dando un costo anual de:

\$255,500

3) CALCULO DE LOS INGRESOS Y EGRESOS

3.1 Ingresos

El precio total de venta del híbrido fué de \$250.0 Kg,
por lo tanto el ingreso total bruto fué de:

$$\text{INGRESOS} = \$250.0 \times 3877 \text{ Kg} = \$969,250$$

3.2 Egresos

a) ALIMENTACION (VARIABLE).....	\$426,384
b) MANO DE OBRA (FIJO).....	\$255,500
c) FERTILIZACION (FIJO).....	\$ 15,600
d) ENCALADO (FIJO).....	<u>\$ 20,800</u>
TOTAL.....	\$718,284

$$\text{COSTOS FIJOS} = \$291,900$$

$$\text{COSTOS VARIABLES} = \$426,384$$

$$\text{COSTO VARIABLE DE LA TONELADA DE TILAPIA} = \frac{\$426,384}{3.877 \text{ tm}} = \$109,977.8$$

$$\text{COSTO UNITARIO DE 1 Kg DE TILAPIA} = \frac{\$718,284}{3,877 \text{ Kg}} = \$185.3 \text{ Kg}$$

$$\text{PUNTO DE EQUILIBRIO} = \frac{\$291,900}{\$250,000 - \$109,977.8 \text{ tm}} = 2.1 \text{ tm}$$

4) ESTIMACION DE LOS BENEFICIOS

$$\text{UTILIDAD TOTAL NETA} = \$969,250 - \$718,284 = \$250,966$$

DISCUSION DEL ANALISIS SOCIOECONOMICO

Con base a los resultados obtenidos del análisis socioeconómico, podemos inferir que la Unidad de Producción Piscícola no alcanzó el éxito económico y social esperado.

Lo anterior se puede constatar por el hecho de que el ingreso anual neto por la venta de pescado, fué de \$250,966 (Precios de 1984) (N\$11,967.7 Precios de 1994), lo que representó únicamente el 34.9% de los costos de producción, los cuales fueron del orden de los \$718,284 (N\$34,252.4). Además si se toma en cuenta que la ganancia obtenida se debía repartir entre los 245 socios que conformaban a la Unidad, a cada ejidatario le correspondía una utilidad neta de \$1024.4 (N\$48.85), la cuál se puede considerar un beneficio económico pequeño comparado, en ese entonces, con las tasas de inversión bancarias a plazo fijo las cuales eran cercanas al 100% de interes anual, por lo que resultaba más rentable invertir en la banca que en la piscicultura.

En lo referente al aspecto social, tampoco se cumplieron los dos objetivos primordiales del Programa Nacional de Acuicultura. Los que fueron:

- 1) La creación de empleos permanentes y bien remunerados con el fin de elevar el nivel de vida de los diversos sectores de la población que se dediquen a la acuicultura.
- 2) Incrementar el volúmen de pescado para el consumo popular en el medio rural, mediante la producción de proteína barata.

Lo anterior quedó demostrado al advertir que sólo se generaron dos empleos directos y de forma temporal y que la población

local únicamente consumió pescado a una ración de 800 g/hab./año, lo cual es insignificante comparado con lo que se menciona en SEPESCA (1981), que para poder contribuir a mejorar la alimentación de la población, ésta debe de consumir un mínimo de 80 g de proteína per cápita diaria.

Toda la problemática anterior pudo deberse al hecho de que no se alcanzó el volumen de producción anual de tilapia, estimado en 10.8 toneladas. Debido tal vez a que el tipo y calidad de alimento utilizado para la engorda de los peces no fué el adecuado para lograr obtener un buen desarrollo de los mismos y por lo tanto se tuvo un pobre crecimiento en el peso de los organismos, aunado a una mala fertilización de los estanques y a un programa de hibridación que no brindó los resultados deseados en cuanto a producir un alto porcentaje de híbridos machos.

En base a lo anterior, se puede decir que la problemática que ha afectado la rentabilidad de las Unidades acuícolas del sector social es el enfoque parcial con que se les ha visto, ya que la prisa que se tiene por obtener los máximos rendimientos piscícolas, en la mayoría de las veces ha ocasionado errores en la explotación del recurso; además de que a esta actividad se le ha reducido única y exclusivamente a la biología del recurso, sin pensar que para entenderla primero como una biotécnica, y segundo como una actividad socioeconómica se tiene que partir de un enfoque conceptual distinto al que se ha venido utilizando, es decir, que su estudio debe considerarse bajo un esquema multidisciplinario que integre la participación activa y directa de los niveles biológico-ambientales, político-institucionales y económico-sociales.

Sumado a lo antes expuesto, la desvinculación que ha existido entre la ciencia y la tecnología y las necesidades socioeconómicas y de producción ha provocado que los conocimientos y recomendaciones en

esta área se basen en publicaciones de experiencias realizadas generalmente en el extranjero y bajo condiciones muy diferentes a las nuestras, que lo único que han hecho es que los resultados obtenidos en nuestro país sean incongruentes o absurdos, trayendo como consecuencia que en una gran cantidad de granjas acuícolas exista un desbalance entre los estimados de producción, los costos de ésta y los beneficios obtenidos, por lo que los resultados de las evaluaciones económico-financieras resulten incongruentes con la relación beneficio-costo-tiempo con sus consiguientes perjuicios económicos y sociales.

El camino que tiene que recorrer la economía acuícola en México es largo sobre todo para que los proyectos de beneficio social se constituyan en proyectos de inversión redituable en tales términos y no en proyectos de subsidio permanente de los cuales se desconoce su rentabilidad, en virtud de lo cual es necesario que la investigación en acuicultura penetre lo suficiente en el campo económico.

CONCLUSIONES

Con base a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente:

- 1) El agua de la piscifactoría se puede clasificar como de alcalinidad y dureza medias, la cual es apta para la piscicultura, mientras que la de la Unidad de Producción, se puede catalogar como un agua dura e incrustante y de alcalinidad muy intensa, por lo que no es muy recomendable para la ictiocultura.
- 2) El oxígeno disuelto, bióxido de carbono y temperatura, tanto de la piscifactoría como de la Unidad de Producción, estuvieron dentro del intervalo adecuado para el buen desarrollo de los híbridos.
- 3) El mejor crecimiento en longitud y peso lo presentaron los peces machos, no influyendo en ello las variables ambientales; asimismo, fueron los que alcanzaron la mayor longitud y peso infinitos, así como el mejor Factor de Conversión Alimenticia.
- 4) El crecimiento de los híbridos en ambos sexos fué del tipo alométrico negativo.
- 5) Debido a la mala calidad de los alimentos en la etapa de engorda de los híbridos, asociada a una mala fertilización del agua de los estanques, pudo provocar que los peces no alcanzaran el peso comercial de 250 g. en 6 meses de cultivo.
- 6) El alimento que presentó el mejor Factor de Conversión Alimenticia fué el Albamex C.T.B., siendo la cema de maíz la que obtuvo el menor factor y por lo tanto la peor calidad.
- 7) La proporción de sexos hembra-macho fué de 1:1, debido probablemente a la impureza de la especie de *O. mossambicus*, por lo que el programa de hibridación no dio los resultados esperados.

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

- 8) Tanto los peces hembras como los machos presentaron un buen estado de gordura, ya que los valores promedio del Factor de Condición Múltiple estuvieron alrededor de 1.
- 9) Los peces no presentaron enfermedades a lo largo del ciclo de cultivo, por lo que al parecer los parásitos encontrados en ellos, pudieron ser más una amenaza potencial, que una causa primaria de pérdidas.
- 10) Debido al pobre crecimiento de los híbridos de tilapia, el volumen de pescado obtenido en la Unidad de Producción, no se tradujo en el éxito socioeconómico esperado, ya que sólo se produjo un poco más de la tercera parte de lo calculado que era de 10.8 toneladas, creandose sólo dos empleos temporales, el consumo de pescado fué de menos de 1 kg per cápita y era más redituable invertir en la banca que en la Unidad de Producción "El Axocoche".

BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, H. P., y Noriega, C. P., 1986.** La tilapia y su cultivo. FONDEPESCA Secretaría de Pesca. México. 59 pág.
- Amlacher, E., 1964.** Manual de enfermedades de los peces. Acribia., Zaragoza, España. 286 pág.
- Anderson, D. P., 1974.** Fish immunology. THF. Publications. Inc., N.J., USA. 239 pág.
- APHA, AWWA, WPCF., 1980.** Standar Methods for the examination of water and wastewater. 15ª Ed. American Public Health Association, Washington. 874 Pág
- Avtalion, R. R., and Hamerman, I. S., 1978.** Sex determination in *Sarotherodon (Tilapia)*. I. Introduction to a theory of autosomal influence. *Bagmigh 30*: 110-115
- Badenhuizen, T. R., 1967.** Temperature selected by *Tilapia mossambica* (Peters) in a test tank with a horizontal temperature gradient. *Hydrology 30*: 541-554.
- Balarin, D. J., 1979.** Tilapia; a guide to their biology and culture in Africa. University of Stirling, Scotland. 174 pág.
- Banco de México, 1994.** Indicadores Económicos. Dirección de Investigación Económica. México.
- Bard, J., Lemasson, J., y Lessent, P., 1975.** Manual de piscicultura destinado a la América tropical. Centre Technique Forestier Tropical. Paris. 164 pág
- Boyd, C. E., 1979.** Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Auburn, University of Alabama USA. 345 pág.
- _____ 1982. Water Quality Management For Pond Fish Culture. Elsevier Science Publishing Co. NY. USA. 318 pág
- Boyd, C. E. y Lichtkoppler, F. 1979.** Manejo de la calidad del agua en estanques piscícolas. Auburn, University. Alabama USA. 143 pág.
- Brett, J. R., 1946.** Rate of gain of heat tolerance in goldfish *Carassius auratus*, Univ. of Toronto. *Studies Biol. Ser. 52.* Publish. Ont. Fish. Res. Lab 64: 9-28.

- Chen, F. Y.**, 1966. The identity and origin of the Malayan and Zanzibar 'strains' of *Tilapia mossambica* Peters. Tropical Fish Culture Res. Inst. For. 1965: 36-37
- _____ 1967. Preliminary studies on the sex determining mechanism of *Tilapia mossambica* Peters and *Tilapia hornorum* Trewavas. Rep. Trop. Fish. Cult. Res. Inst. Malacca 1966: 43-47
- _____ 1969. Preliminary studies on the sex determining mechanism of *Tilapia mossambica* Peters and *T. hornorum* Trewavas. Verh. int. Ver. Limnol. 17: 719-724.
- Doudorff, P. and Shumway, D. L.**, 1970 Dissolved oxygen requirements of freshwater fishes. FAO Fisheries Biology Technical paper. 291 pág.
- Dusart, J.**, 1963. Contribution à l'étude de l'adaptation des *Tilapia* (Pisces, Cichlidae) à la vie en milieu mal oxygéné. Hidrobiologia 21: 328-345
- Ellis, M. M.**, 1937 Detection and measurement of stream pollution U.S. Bur. Fish. Bull. 22: 367-437
- Everhart, W. H. y Rousenfall, G. A.**, 1960 Ciencia de las pesquerías, sus métodos y aplicaciones. Ed Salvat, España pág. 469.
- Fish, G. R.**, 1956. Some aspects of the respiration of six species of fish from Uganda. Exper. Biol. 33: 186-195
- Fryer, C. e Illes, T.**, 1972. The Cichlids fishes of great lakes of Africa; their biology and evolution. Oliver and Boyd. London. 641 pág.
- García, E.**, 1981. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen. 3ª ed. Offset Larios S.A. México. 252 pág.
- García, B. J.**, 1980. Granjas Acuáticas. Inst. Nal. de Invest. Agrarias. España. 168 pág.
- García, P. L., Pagán-Font, A. F. y Cortés, M. R.**, 1981. Identificación del sexo en alevinos de *Sarotherodon*. evaluación de una nueva técnica. Rev. Lat. de Acua. 10: 18-22.
- Gulland, J. A.**, 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Acribia, España. 193 pág

- Haskel, D.C. y Davies, R. O., 1958.** Carbon dioxide as a limiting factor in trout transportation. Nueva York. Fish Game. J. 5: 175-183
- Havler, E. J., Coates, A. J. y Deyoe, W. Ch., 1973.** Nutrient requeriments of Trout Salmon and Catfish. National Academic of Science. Washington D.C. USA. 1: 1-57.
- Hickling, C. F., 1959.** Some marking experiments with the Tilapia fish Malayan. Agric. 42. 21-30.
- Hoffman, G. L., 1970.** Parasites of North America freshwater fishes, Univ. of Cal. Press. Berkely. USA. 486 pág.
- Hogland, L. B., 1961.** The relations of fish in concentration gradients. Inst. Fresw. Res. Drottningholm. 147 pág.
- Huet, M., 1980.** Tratado de piscicultura. Mundi prensa. España. 744 pág.
- Job, S. V., 1969.** The respiratory metabolism of *Tilapia mossambica* (Teleostei). The effect of size, temperature, salinity and partial pressure of oxygen. Mane Biology 3: 222-226.
- Kirk, R. G., 1972.** A review of recent developments in *Tilapia* culture with special reference to fish farming in heated effluents of power stations. Aquaculture 1(1): 45-60.
- Kuri-Nivon, E., 1980.** Determinación del Factor de Condición Múltiple (KM). Manuales Técnicos de Acuicultura. Depto. de Pesca 1(1): 11-21.
- _____ 1980. Determinación del Factor de Conversión del Alimento (FCA). Manuales Técnicos de Acuicultura. Depto de Pesca. 1(1): 22-34.
- Lagler, F. K., Bardach, E. J., Miller, R. R. y Passino, M. D., 1984.** Ictiología. AGT Editor. México. 489 pág.
- Mabaya, A., 1971.** Observation on the growth of *Tilapia mossambica* feed on artificial diets. Fish. Res. Bull. 5: 379-396.
- Marques, C. M. J., 1988.** Probabilidad y estadística para las Ciencias Químico-Biológicas. UNAM. México. 657 pág.
- Márques, R.J. y López, G. E., 1982** Administración de empresas agropecuarias. SEP/Trillas. México, D.F. 112 pág.

- Maruyama, T., 1958.** An observation on *Tilapia mossambica* in pond refering to diurnal movement with temperature change Bull. Freshwater. Fish. Res. Lab. Tokyo 8: 25-32.
- Medina-García, M. 1976.** El Factor de Condición Múltiple (KM) y su importancia en el manejo de poblaciones de la carpa de Israel (*Cyprinus carpio specularis*). Hembras en estado de madurez V (Nikolsky, 1963). Memorias del Simposium sobre pesquería en aguas continentales. Noviembre, Tuxtla Gutierrez Chis. México. 1: 207-217.
- _____ 1980. El Factor de Condición Múltiple (KM) y su importancia en el manejo de la carpa de Israel (*Cyprinus carpio specularis*). Hembras en estado de Madurez V (Nikolsky, 1963). Manuales Técnicos de Acuacultura. Depto de Pesca. México.1(1): 34 pág.
- Michel, C. 1989** Pathology of tilapias. Aquat. Living Resour. 2: 117-126.
- Noyle, J. B. 1946.** Some indices of lake productivity. Trans. Amer. Fish. Soc. 76: 322-334.
- Muñuzuri, R. y Nicolet, M., 1978.** Manual de organización económica para la producción pesquera. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. SEP. México, 102 pág.
- Nisbet, M. y Verneaux, J. 1970.** L' eauè criterè de qualité pour la vie piscicole de cette qualité. In: Arrignon, J., 1979. Ecología y piscicultura de aguas dulces Mundi-Prensa. 234-242.
- Nikolsky, G. V., 1963.** The ecology of fishes. Academic Press. Nueva York, USA. 352 pág.
- Pauly, D., 1979.** Gill size and temperature as governing factors in fish growth a generalization of von Bertalanffy's growth formula. Ber. Inst. f. Meeresk (Kiel). 63: 156 pág.
- Parks, R. W., Scarsbrook, E. and Boyd. C. E., 1975.** Phytoplankton and water quality in a fertilized fish pond Auburn, University, Alabama USA. 16 pág.
- Pereiro, A. J., 1982.** Modelos al uso en dinámica de poblaciones marinas sometidas a explotación. Inst. Esp. Oceanografía España.1: 255 pág.
- Phillips, A. M. Jr., 1969.** Nutrition, digestion and energy utilization. In: W.S. Hoar and D. J. Randall (eds.).

Fish physiology, vol. 1 Academic Press. N Y. 391-432.

Pretto, M. R., 1979. Pasos a seguir en la producción de híbridos de *Tilapia nilótica* (hembra) X *Tilapia hornorum* (machos). *Rev. Lat. de Acua.* 1: 29-32.

_____ 1981. El sexado de la tilapia por el método del tinte. *Rev. Lat. de Acua.* 7: 24-25.

Rabinovich, J. E., 1978. Ecología de poblaciones animales. OEA. monografía sobre biología 21: 110 pág.

Radway, A. K., 1966. A method of fitting growth curves of the von Bertalanffy type to observed data. *Fisheries Research Board of Canada* 23 (2): 163-179.

Remington, R. y Shork, A. M., 1977. Estadística biométrica y sanitaria. Prentice & Hall Int. España. 387 pág.

Rosas, C., Serrano, M. y Noedano, F., 1984. Crecimiento de híbridos de tilapia en jaulas flotantes en una Unidad de Producción. *Rev. Lat. de Acua.* 21: 29-37.

Rosas, C., Latournerie, J., Sanchez, A. y Espino, S., 1986. Respuestas metabólicas de *Sarotherodon mossambicus*, medidas experimentalmente en un gradiente térmico (Pisces:Cichlidae). *An. Inst. Ciencias del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autóm. México.* 13(1): 243-250.

Rosas, M., 1982 Biología acuática y piscicultura en México. SEP. México. 379 pág.

Royce, W. F., 1972. Introducción to the fishery Sciences. Academic Press Inc. 351 pág.

Salgado-Ugarte, I. M., 1990. El análisis exploratorio de datos en las poblaciones de peces. Fundamentos y aplicaciones. Material didáctico ENEP-Zaragoza México. 112 pág.

Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981 Síntesis Geográfica de Morelos, México. Coord. Gral de los Servicios Nacionales de Estadística Geografía e Informática.

SEPRUCA, 1981 Programa Nacional de Acuicultura. Departamento de Pesca, México. 45 pág.

SEPRUCA, 1982. Manual técnico para el cultivo de la tilapia. Secretaría de Pesca. México. 112 pág.

- SEPESCA**, 1988. Manual Técnico para el cultivo de la tilapia en los Centros Acuícola de la Secretaría de Pesca, México, D.F. 202 pág.
- Sipe, M.** 1981. Control de la reproducción de la tilapia. Dirección General de Publicaciones y Bibliotecas, Dir. Gral. de Acuicultura. Depto de Pesca. México. 50 pág.
- Soto, R., Espejel, Z. E. Y Martínez, F. H.** 1975. La formulación y evaluación técnico-económica de proyectos Industriales. Centro Nacional de Enseñanza Técnica Industrial. (CeNETI). México, D.F. 304 pág.
- Swingle, S. H.**, 1969. Methods for analysis for waters, organic matter and bottom soils in fisheries research. Auburn University. Alabama Univ. Ala. USA. 100 pag.
- Taylor, P. W.**, 1981. La salud de los peces. Int. Center for Acuaculture, Auburn Univ. Ala. USA. 100 pág
- Thys vanden Audenaerde**, 1968. An annotated bibliography of *Tilapia* (Pisces:Cichlidae). Docum. Zol. Mus, r. Afr. Centr. 14. 460 pág.
- Trewavas, E.** 1966. A preeliminary review of fishes of the genus *Tilapia* in the eastward-flowing rivers of Africa, with proposals of two new specific names. Revue Zool. Bot. afr. 74: 394-424.
- _____ 1973. On the Cichlids fishes of the genus *Pelmatochromis* with proposals of a new genus for *P. congicus*; on relationships between *Pelmatochromis* and *Tilapia* and recognition of *Sarotherodon* as a distinct genus. Bull. Br. Mus. Nat. Hist (Zool.) 25: 1-26.
- _____ 1982. Generic groupings of a Tilapiine used in aquaculture. Aquaculture 27. 79-81.
- _____ 1983. Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakalia*. Br. Mus. Nat. Hist. 583 pág.
- Uchida, R. M. y King, J. L.**, 1962. Tank culture of *Tilapia*. U.S. Fish. Wild Department of fisheries Hatchery Division. Washington, USA.
- Vass, K. F. y Hofstede. A.E.** 1952. Studies on *Tilapia mossambica* Peters in Indonesia In: Trewavas, E. Tilapiine fishes of genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakalia*. Br. Mus. Nat. Hist.

Viola, S. y Arieli, Y., 1983. Nutrition studies with Tilapia (Sarotherodon).1 Replacement of fishmeal by soybeanmeal in feeds for intensive tilapia culture. Bagmidah. 39:1 9-17.

Wetzel, G. 1981. Limnología. Omega ediciones, W. B., España. 678 pág.

Yamano, T., 1987. Estadística. Harla. México. 771 pág.

Zeiss, E., Vilchis, R., Valdes, M. y Hernández, M., 1982. Observaciones preliminares sobre ectoparásitos de tilapias (*Tilapia mossambica* y *Tilapia* sp), sometidas a cultivo intensivo en el estado de Morelos, México. Inv. Acuícola. Primer Informe de Trabajo. 43-49.

FIG. 1 MAPA DE LOCALIZACION DE LA PISCIFACTORIA
"FERNANDO OBREGON FERNANDEZ"

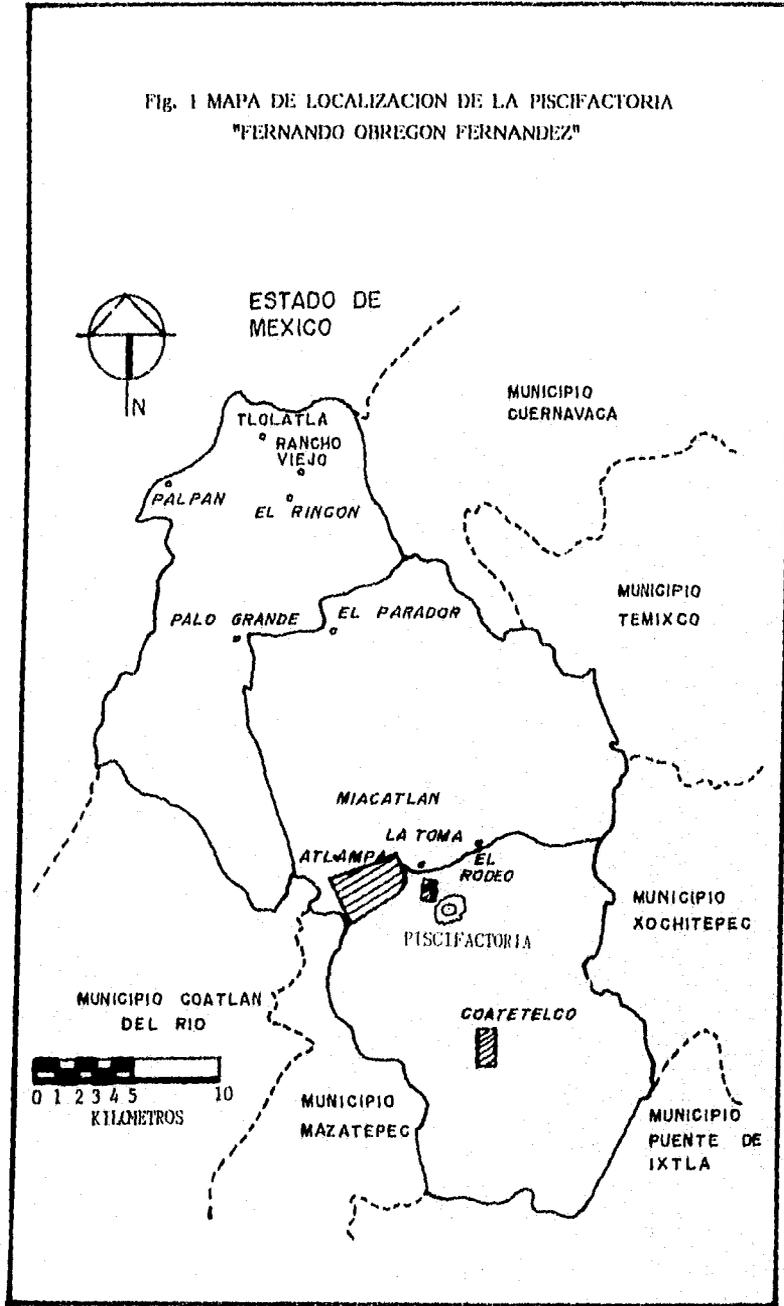


Fig. 2 MAPA DE LA PISCIFACTORIA "FERNANDO OBREGON F"

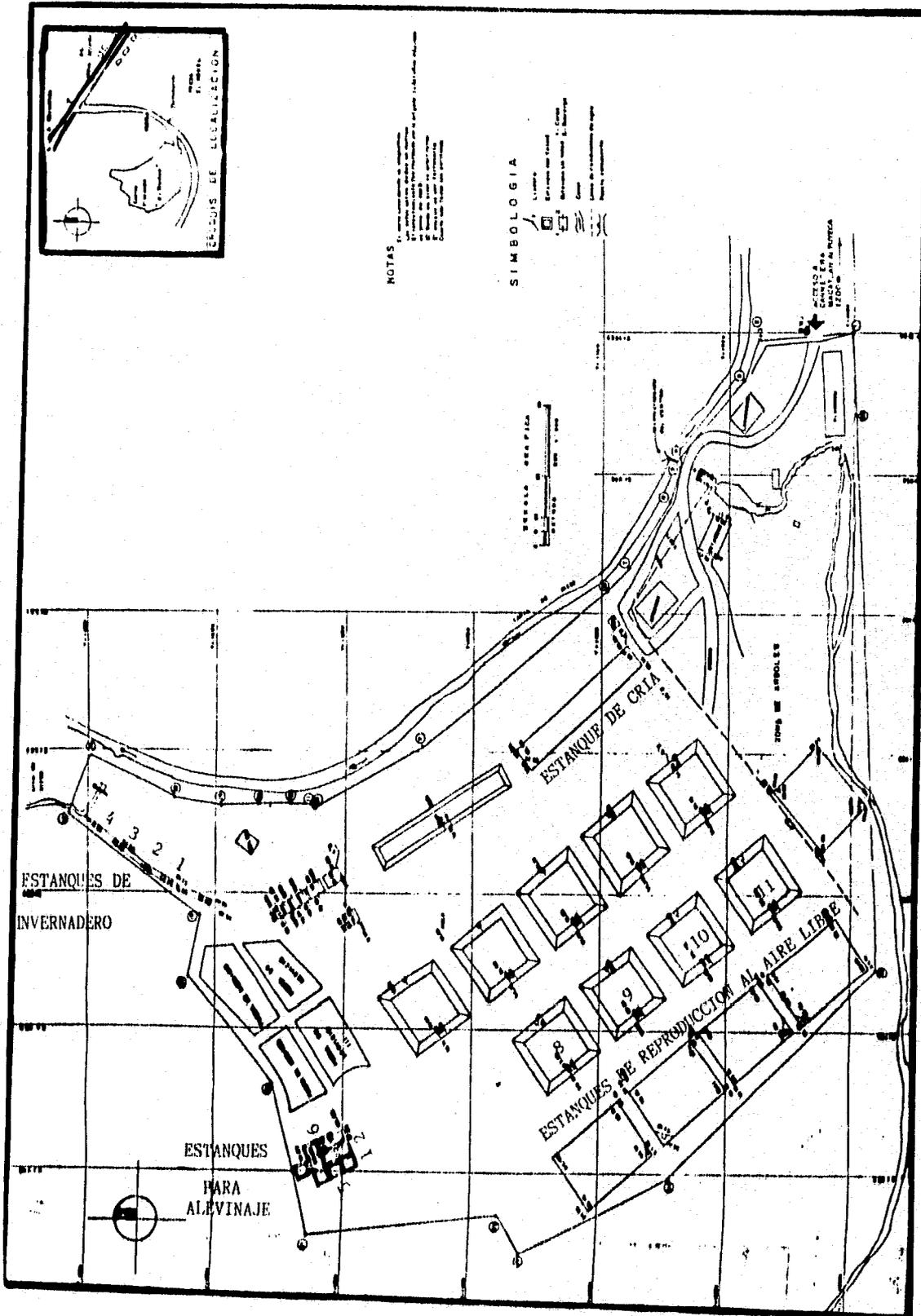


Fig. 3 MAPA DE LOCALIZACION DE LA UNIDAD DE PRODUCCION PISCICOLA "EL AXOCOCHÉ"

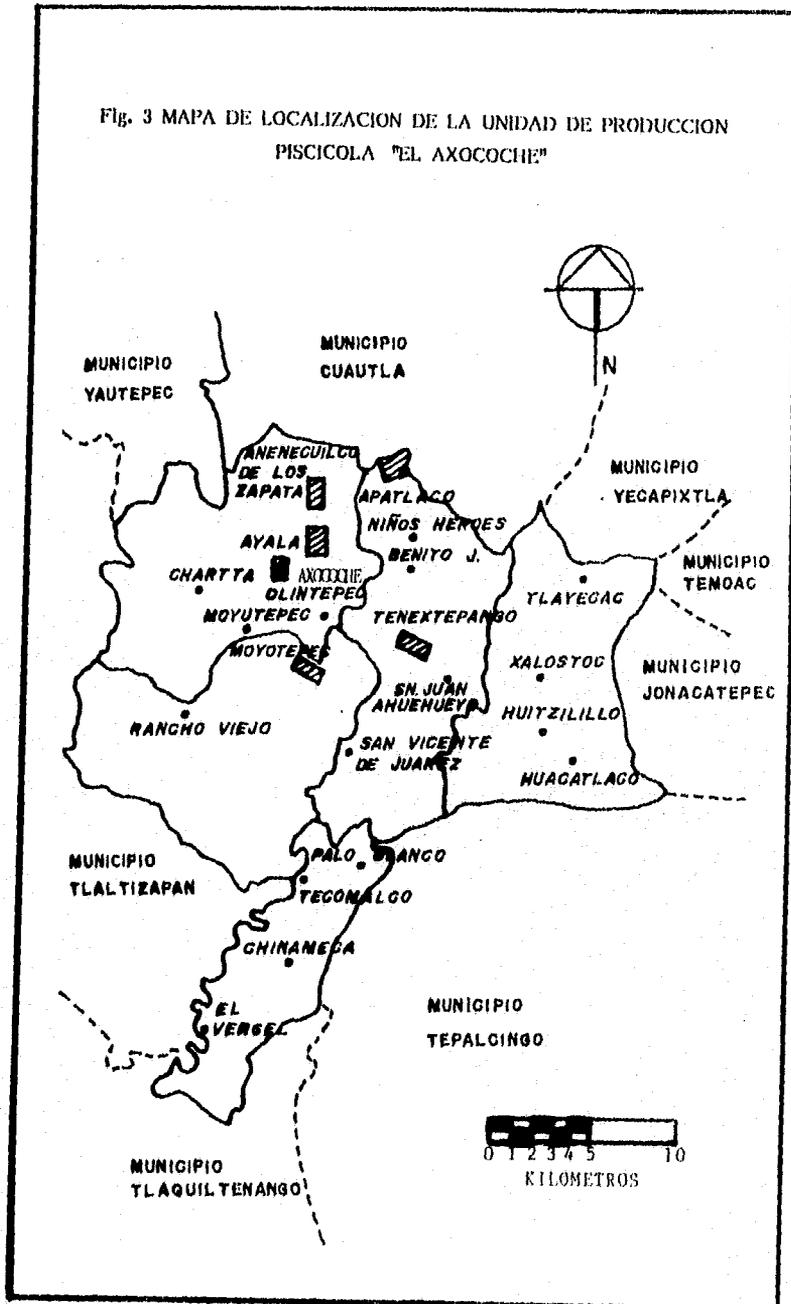


Fig. 4 MAPA DE LA UNIDAD DE PRODUCCION PISCICOLA "EL AXOCOCHÉ"

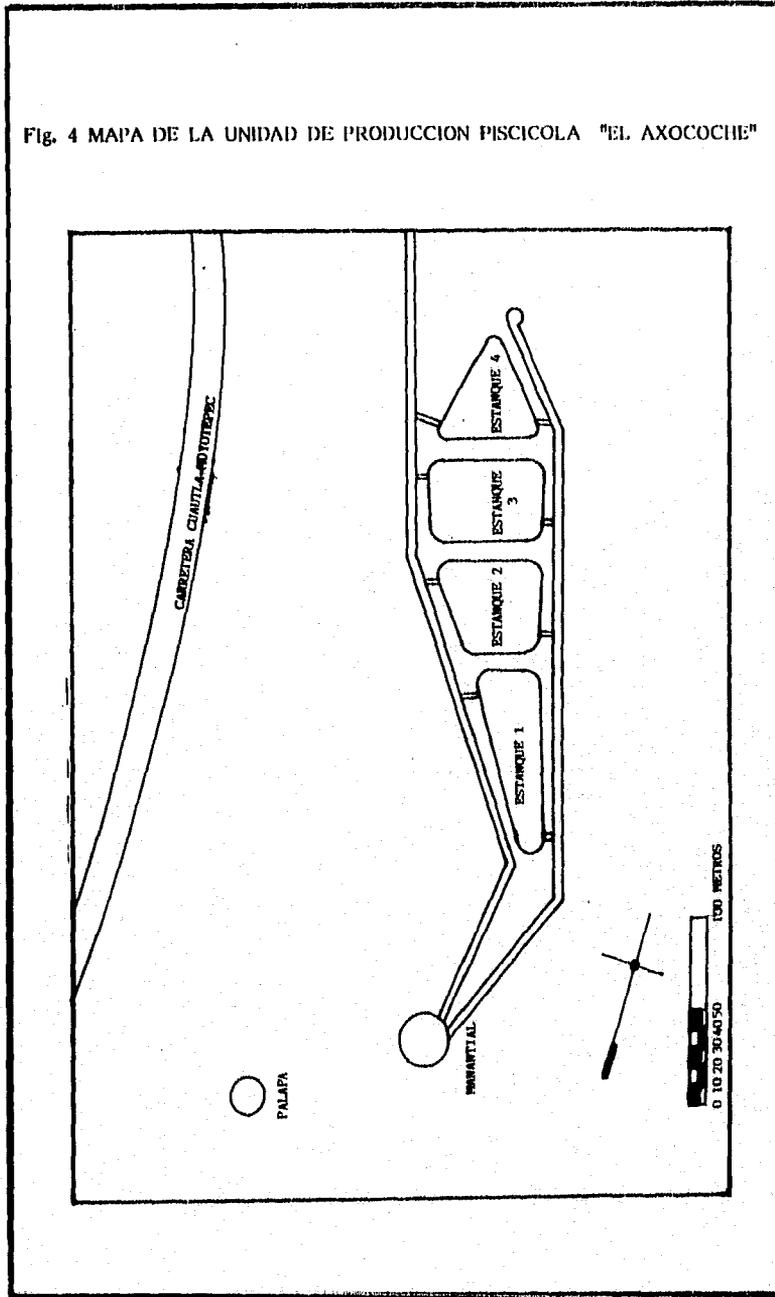


Fig. 5 UBICACION DE LOS PECES OBTENIDOS EN LOS ESTANQUES
AL AIRE LIBRE Y DEL INVERNADERO

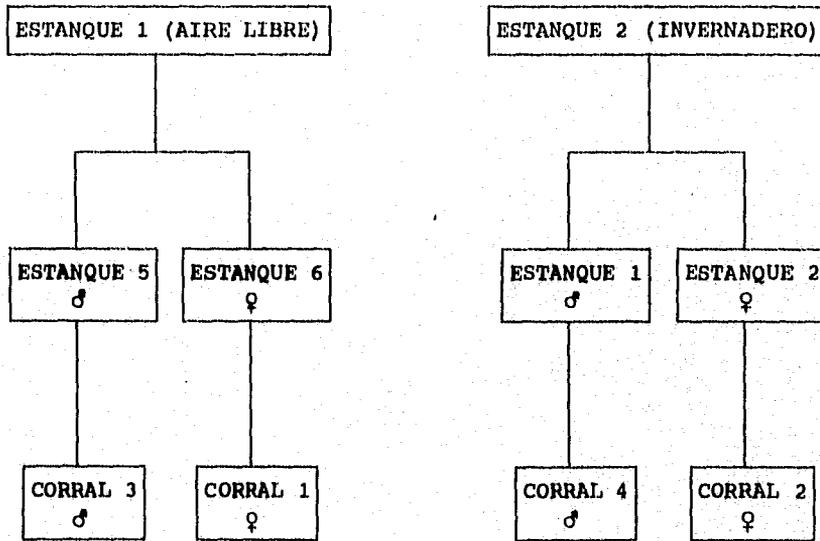


TABLA 1

**VALORES PROMEDIO DE LOS PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS
DEL AGUA DE LOS ESTANQUES DE ALEVINAJE**

FECHA	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT		MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT
HORA	MAÑANA						TARDE				
T °C	24.5	24.7	25.1	24.1	23.9		31.2	31.4	31.8	31.5	30.4
pH	7.3	7.3	7.1	7.7	7.5		8.5	8.3	8.4	8.4	8.2
* OXIGENO DISUELTO	4.2	2.7	2.6	3.0	2.2		12.2	8.1	8.4	9.0	7.5
% SAT. OXIGENO	55.8	38.8	35.4	40.0	28.5		186.4	134.0	130.0	134.0	112.2
* CO2	6.2	6.3	7.3	5.4	6.9		0.0	1.4	0.4	0.9	3.1
* ALCALINIDAD F	0.0	0.0	0.0	0.0	-		-	-	-	-	-
* ALCALINIDAD M	94.0	110.1	107.9	92.4	-		-	-	-	-	-
* DUREZA TOTAL	80.0	80.0	68.5	72.0	-		-	-	-	-	-
* DUREZA CALCIO	50.0	46.2	44.8	45.0	-		-	-	-	-	-
* DUREZA MAGNESIO	30.0	33.8	23.7	27.0	-		-	-	-	-	-
* BICARBONATOS	114.7	134.3	131.6	112.7	-		-	-	-	-	-
* CARBONATOS	0.0	0.0	0.0	0.0	-		-	-	-	-	-
* Ca++	20.0	18.5	17.9	18.0	-		-	-	-	-	-
* Mg++	7.3	8.2	5.8	6.6	-		-	-	-	-	-
OBSERVACIONES :											
* <i>mg/l</i> COMO CaCO3											

FIG. 6(A) PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA DEL AGUA EN LOS ESTANQUES DE ALEVINAJE DE LA PISCIFACTORIA

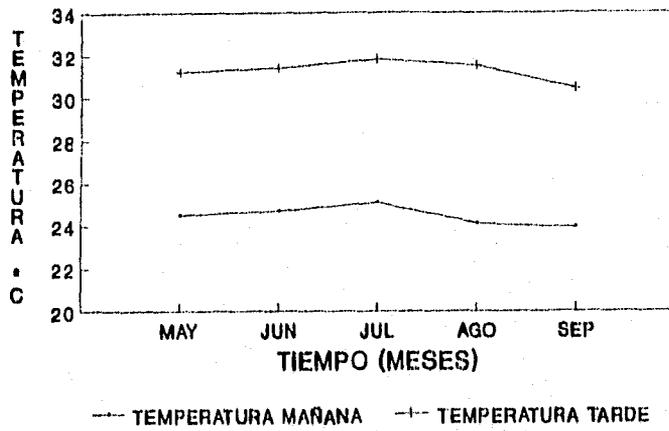


FIG. 6(B) PROMEDIO MENSUAL DEL OXIGENO DISUELTO EN LOS ESTANQUES DE ALEVINAJE DE LA PISCIFACTORIA

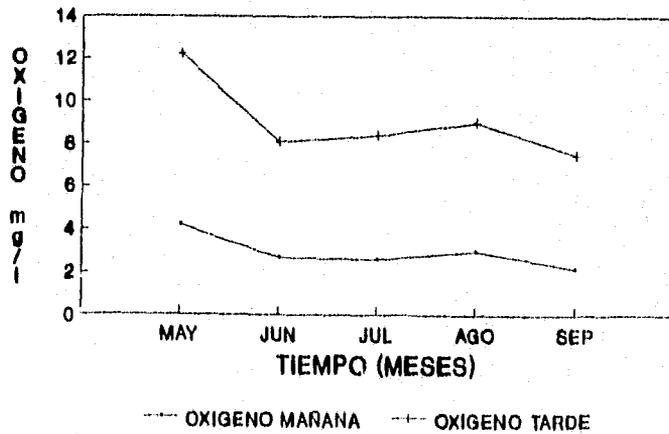


FIG. 7(A) PROMEDIO MENSUAL DEL BIOXIDO DE CARBONO EN LOS ESTANQUES DE ALEVINAJE DE LA PISCIFACTORIA

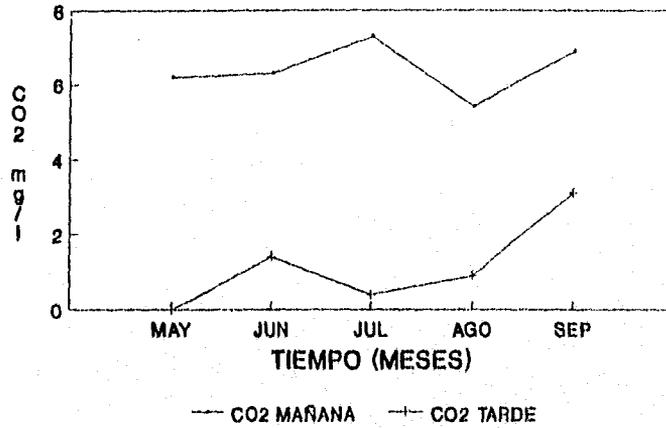


FIG. 7(B) PROMEDIO MENSUAL DEL pH EN LOS ESTANQUES DE ALEVINAJE DE LA PISCIFACTORIA

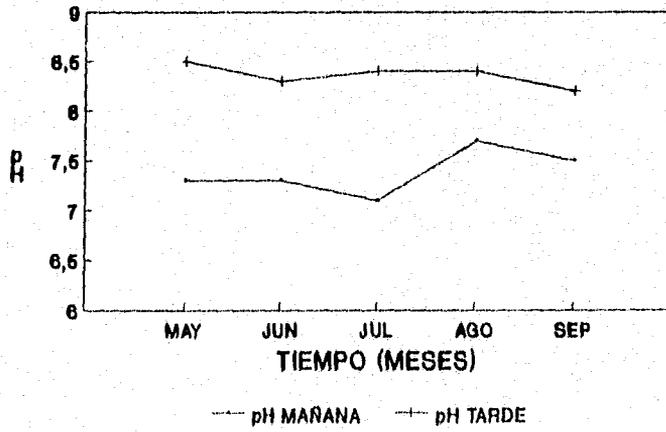


FIG.(8) PROMEDIO MENSUAL DE LA DUREZA Y ALCALINIDAD TOTALES EN LOS ESTANQUES DE ALEVINAJE DE LA PISCIFACTORIA

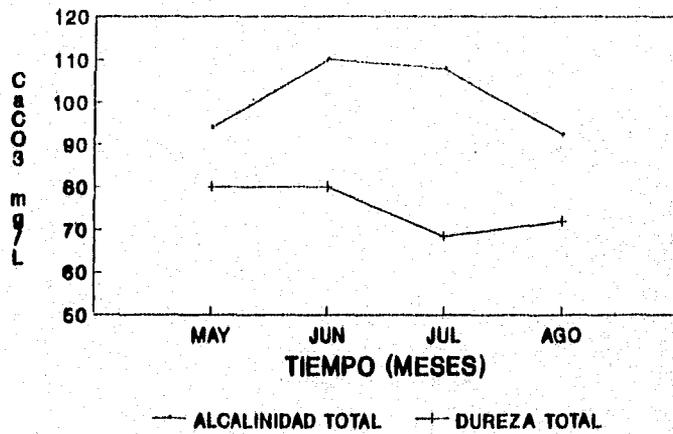


TABLA 2

**VALORES PROMEDIO MENSUALES DE LOS PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS
DEL AGUA DEL ESTANQUE DE ENGORDA**

FECHA	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR		NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
HORA	MANANA						TARDE				
T °C	21.5	17.0	19.9	20.1	22.8		24.0	23.8	25.1	27.0	27.1
pH	7.4	7.0	7.0	7.9	7.7		7.8	7.2	7.0	8.0	8.2
* OXIGENO DISUELTO	1.6	4.2	3.5	3.3	4.6		3.0	6.1	8.2	6.0	9.8
% SAT. OXIGENO	24.8	50.7	44.8	42.3	62.3		41.3	82.6	115.0	87.4	142.8
* CO2	12.9	21.9	22.9	5.4	10.4		4.9	18.4	12.9	2.4	0.5
* ALCALINIDAD F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		-	-	-	-	-
* ALCALINIDAD M	232.5	337.5	357.5	340.0	365.2		-	-	-	-	-
* DUREZA TOTAL	524.5	542.0	486.5	560.0	582.6		-	-	-	-	-
* DUREZA CALCIO	280.3	254.8	232.2	301.6	296.3		-	-	-	-	-
* DUREZA MAGNESIO	244.2	287.2	254.2	258.4	286.3		-	-	-	-	-
* BICARBONATOS	356.9	411.9	436.1	419.8	445.5		-	-	-	-	-
* CARBONATOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		-	-	-	-	-
* Ca ⁺⁺	104.1	136.8	92.9	120.6	118.5		-	-	-	-	-
* Mg ⁺⁺	64.1	63.8	61.9	62.9	69.7		-	-	-	-	-
* NO2-N	-	-	0.0	-	0.0		-	-	-	-	-
* NO3-N	-	-	0.42	-	0.52		-	-	-	-	-
* PO4-P	-	-	0.04	-	0.06		-	-	-	-	-
OBSERVACIONES :											
* mg/l	COMO CaCO3										

TABLA 3

VALORES PROMEDIO MENSUALES DE LOS PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS DE LA ENTRADA DE AGUA DEL ESTANQUE DE ENGORDA

FECHA	ENE	FEB	MAR	ENE	FEB	MAR
HORA	MANANA			TARDE		
T °C	22.0	22.0	23.0	25.1	23.9	24.9
pH	7.0	7.2	7.0	7.0	7.1	7.0
* OXIGENO DISUELTO	7.2	7.0	7.0	6.7	6.7	6.8
% SAT. OXIGENO	95.8	93.2	97.5	93.9	92.0	95.3
* CO2	33.9	21.9	26.9	33.0	22.9	26.4
* ALCALINIDAD F	0.0	0.0	0.0	-	-	-
* ALCALINIDAD M	407.6	390.0	402.6	-	-	-
* DUREZA TOTAL	726.7	665.4	664.7	-	-	-
* DUREZA CALCIO	486.6	443.4	444.4	-	-	-
* DUREZA MAGNESIO	240.2	223.2	220.3	-	-	-
* BICARBONATOS	497.1	475.8	491.0	-	-	-
* CARBONATOS	0.0	0.0	0.0	-	-	-
* Ca ⁺⁺	194.6	177.1	177.8	-	-	-
* Mg ⁺⁺	58.4	54.2	53.5	-	-	-
* NO ₂ -N	0.0	-	0.0	-	-	-
* NO ₃ -N	0.34	-	0.36	-	-	-
* PO ₄ -P	0.02	-	0.02	-	-	-
OBSERVACIONES :						
* mg/l	COMO CaCO ₃					

FIG. 9 (A) PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA DEL AGUA EN EL ESTANQUE DE ENGORDA DE VILLA DE AYALA

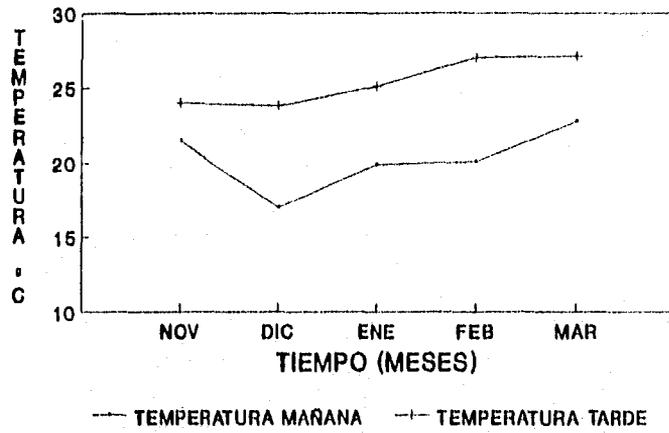


FIG. 9 (B) PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA EN LA ENTRADA DE AGUA DEL ESTANQUE DE ENGORDA DE VILLA DE AYALA

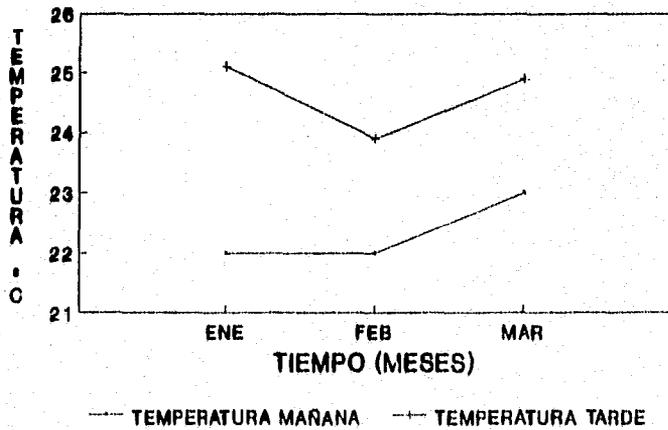


FIG. 10 (A) PROMEDIO MENSUAL DEL OXIGENO DISUELTO EN EL ESTANQUE DE ENGORDA DE VILLA DE AYALA

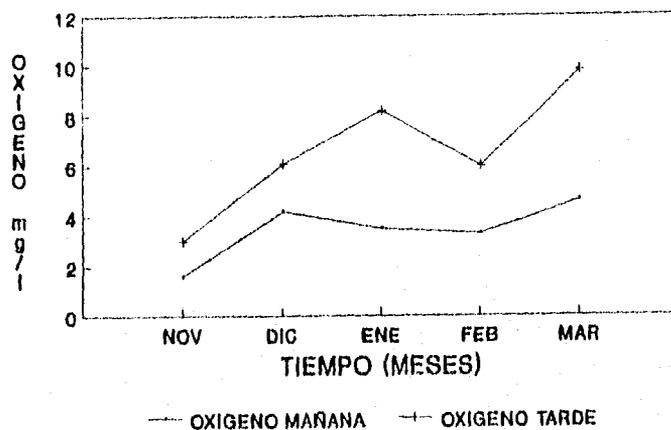


FIG. 10 (B) PROMEDIO MENSUAL DEL OXIGENO DISUELTO EN LA ENTRADA DE AGUA DEL ESTANQUE DE ENGORDA DE VILLA DE AYALA

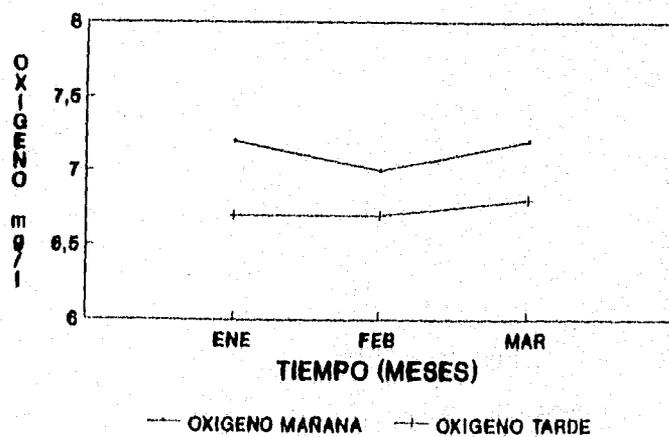


FIG. 11 (A) PROMEDIO MENSUAL DEL BIOXIDO DE CARBONO EN EL ESTANQUE DE ENGORDA DE VILLA DE AYALA

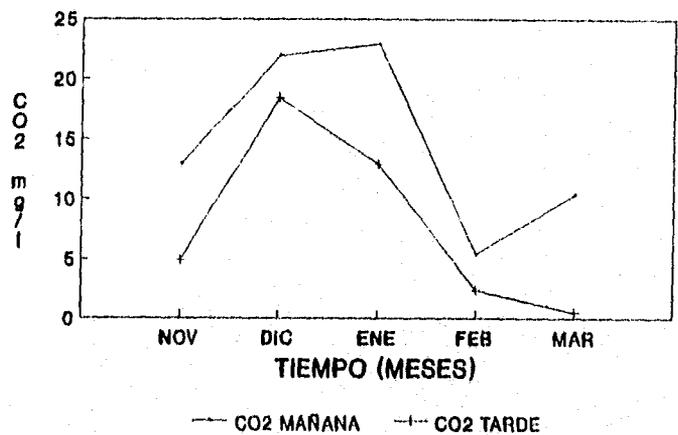


FIG. 11 (B) PROMEDIO MENSUAL DEL BIOXIDO DE CARBONO EN LA ENTRADA DE AGUA DEL ESTANQUE DE ENGORDA DE VILLA DE AYALA

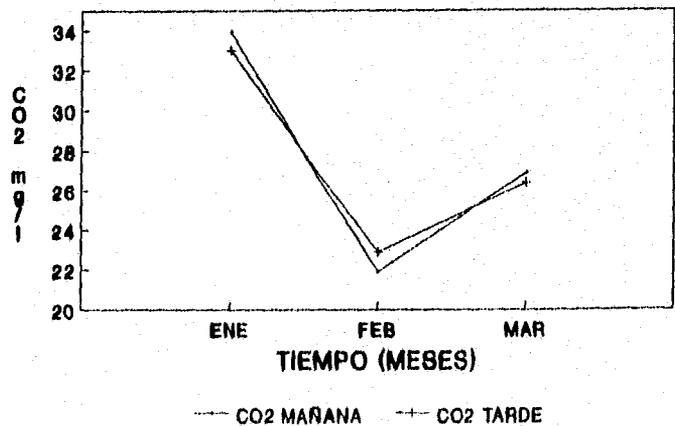


FIG. 12 (A) PROMEDIO MENSUAL DEL pH EN EL ESTANQUE DE ENGORDA DE VILLA DE AYALA

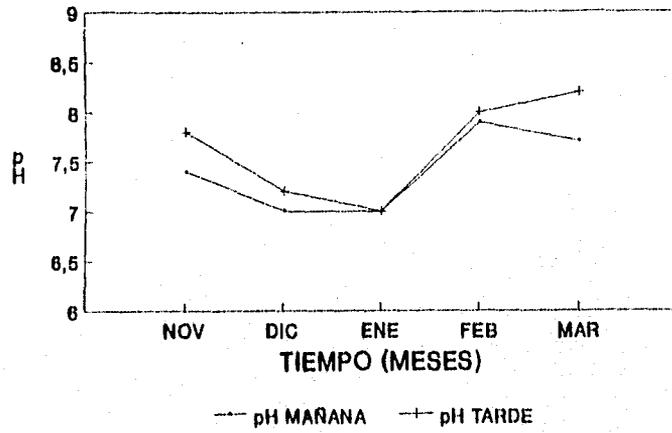


FIG. 12 (B) PROMEDIO MENSUAL DEL pH EN LA ENTRADA DE AGUA DEL ESTANQUE DE ENGORDA DE VILLA DE AYALA

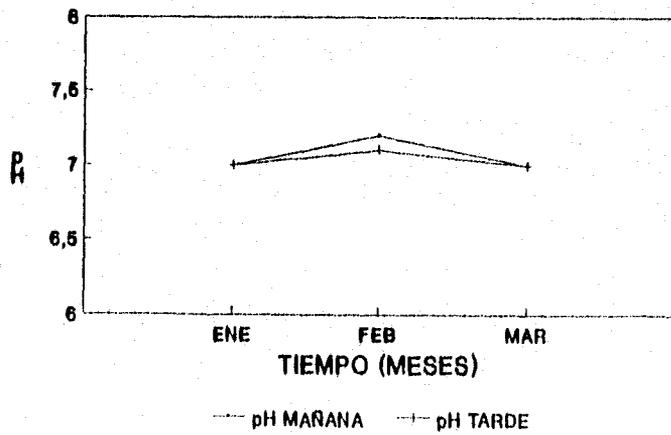


FIG. 13 (A) PROMEDIO MENSUAL DE LA ALCALINIDAD Y DUREZA TOTALES DEL ESTANQUE DE ENGORDA DE VILLA DE AYALA

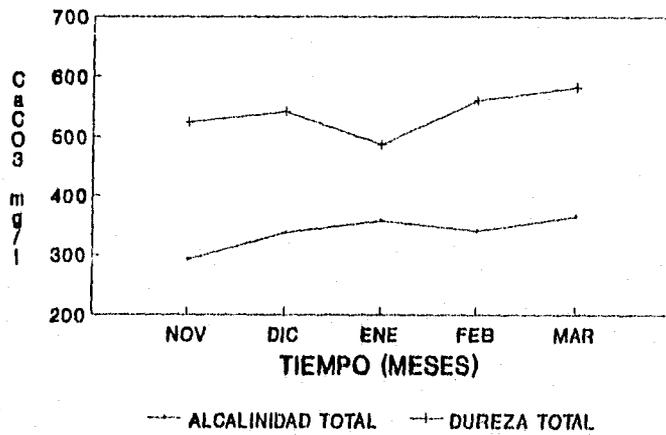
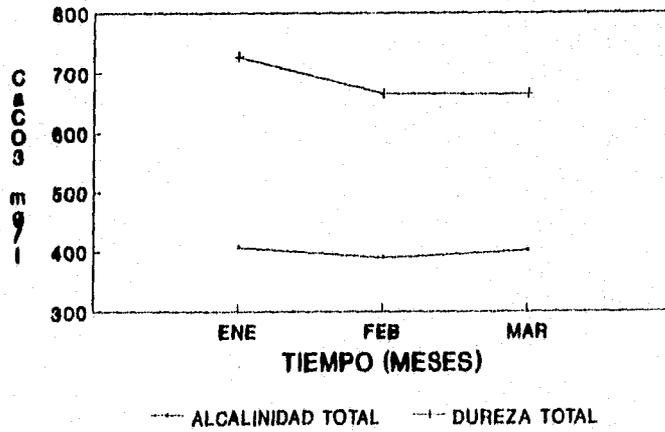


FIG. 13(B) PROMEDIO MENSUAL DE LA DUREZA Y ALCALINIDAD TOTALES EN LA ENTRADA DE AGUA DEL ESTANQUE DE ENGORDA DE V. DE A.



T A B L A 4

MEDIANA INICIAL Y FINAL DE LA LONGITUD TOTAL
PESO Y ALTURA

ESTANQUE	LONG. INI.	LONG. FINAL	PESO INI.	PESO FINAL	ALT INI.	ALT FINAL
1 A.L.	1.8 cm	7.5 cm	0.1 g	6.8 g	0.4 cm	2.0 cm
2 INV.	1.8 cm	7.1 cm	0.1 g	6.0 g	0.4 cm	2.0 cm

ESTANQUE	LONG. INI.	LONG. FINAL	PESO INI.	PESO FINAL	ALT INI.	ALT FINAL
1 INV. (M)	7.9 cm	9.9 cm	9.2 g	17.4 g	2.3 cm	2.8 cm
2 INV. (H)	7.2 cm	9.4 cm	6.5 g	15.5 g	2.0 cm	2.6 cm
5 A.L. (M)	8.3 cm	10.6 cm	9.7 g	20.3 g	2.2 cm	2.8 cm
6 A.L. (H)	7.9 cm	10.0 cm	9.6 g	18.4 g	2.2 cm	2.8 cm

CORRAL	LONG. INI.	LONG. FINAL	PESO INI.	PESO FINAL	ALT INI.	ALT FINAL
1 A.L. (H)	10.7 cm	14.1 cm	21.7 cm	45.8 g	2.9 cm	3.9 cm
2 INV. (H)	10.1 cm	14.7 cm	17.5 cm	51.7 g	2.7 cm	4.1 cm
3 A.L. (M)	11.2 cm	15.9 cm	21.1 cm	63.0 g	3.1 cm	4.5 cm
4 INV. (M)	10.9 cm	16.6 cm	22.4 cm	71.5 g	3.3 cm	4.6 cm

A.L. = AIRE LIBRE	LONG. = LONGITUD	H = HEMBRAS
INV. = INVERNADERO	ALT. = ALTURA	M = MACHOS
	INI. = INICIAL	

TABLA 5

PRUEBA DE ANDEVA PARA LOS ESTANQUES 1, 2, 5 y 6

LONGITUD

FUENTE	S.C.	G.L.	M.C.	F	F _{0.05}
ESTANQUE	94.51	3	31.50	43.31	2.61
ERROR	434.17	597	0.73		
TOTAL	528.68	600			

F = 43.31 > 2.61 por lo tanto $H_0: E1 = E2 = E5 = E6$ se rechaza

PRUEBA DE SNK

	E1	E2	E5	E6
E1 1265.2	—			
E2 1185.9	79.3*	—		
E5 1359.8	85.8*	165.9*	—	
E6 1285.4	20.2	99.5*	66.4*	—

*Significativo al 0.05

TABLA 6

PRUEBA DE ANDEVA PARA LOS ESTANQUES 1, 2, 5 y 6

PESO

FUENTE	S.C	G.L.	M.C.	F	F _{0,05}
ESTANQUE	1099.63	3	366.54	32.18	2.61
ERROR	6799.91	597	11.39		
TOTAL	7899.54	600			

$F = 32.18 > 2.61$ por lo tanto $H_0: E1 = E2 = E5 = E6$ se rechaza

PRUEBA DE SNK

	E1	E2	E5	E6
E1 1636	—			
E2 1418.6	217.4*	—		
E5 1914.5	278.5*	495.9*	—	
E6 1828.2	192.2*	409.6*	86.3	—

*Significativo al 0.05

TABLA 7

PRUEBA DE ANDEVA PARA LOS CORRALES 1, 2, 3 y 4

LONGITUD

FUENTE	S.C.	G.L.	M.C.	F	F _{0.05}
CORRAL	631.11	3	210.37	70	2.61
ERROR	4557.69	1521	2.99		
TOTAL	5188.80	1524			

F = 70 > 2.61 por lo tanto Ho: C1 = C2 = C3 = C4 se rechaza

PRUEBA DE SNK

		C1	C2	C3	C4
C1	12.5	—			
C2	12.3	0.2	—		
C3	13.7	1.2*	1.4*	—	
C4	13.9	1.4*	1.6*	0.2	—

*SIGNIFICATIVO AL 0.05

TABLA 8

PRUEBA DE ANDEVA PARA LOS CORRALES 1, 2, 3 y 4

PESO

FUENTE	S.C.	G.L.	M.C.	F	F _{0,05}
CORRAL	48202.12	3	16067.4	63.63	2.61
ERROR	384028.86	1521	252.5		
TOTAL	432230.98	1524			

F = 63.63 > 2.61 por lo tanto Ho: C1 = C2 = C3 = C4 se rechaza

PRUEBA DE SNK

	C1	C2	C3	C4
C1 34.0	—			
C2 33.3	0.7	—		
C3 44.4	10.4*	11.1*	—	
C4 47.0	13.0*	13.7*	2.6	—

*Significativo al 0.05

FIGURA 14. COMPORTAMIENTO QUINCENAL PARA
LOS MACHOS DE TILAPIA

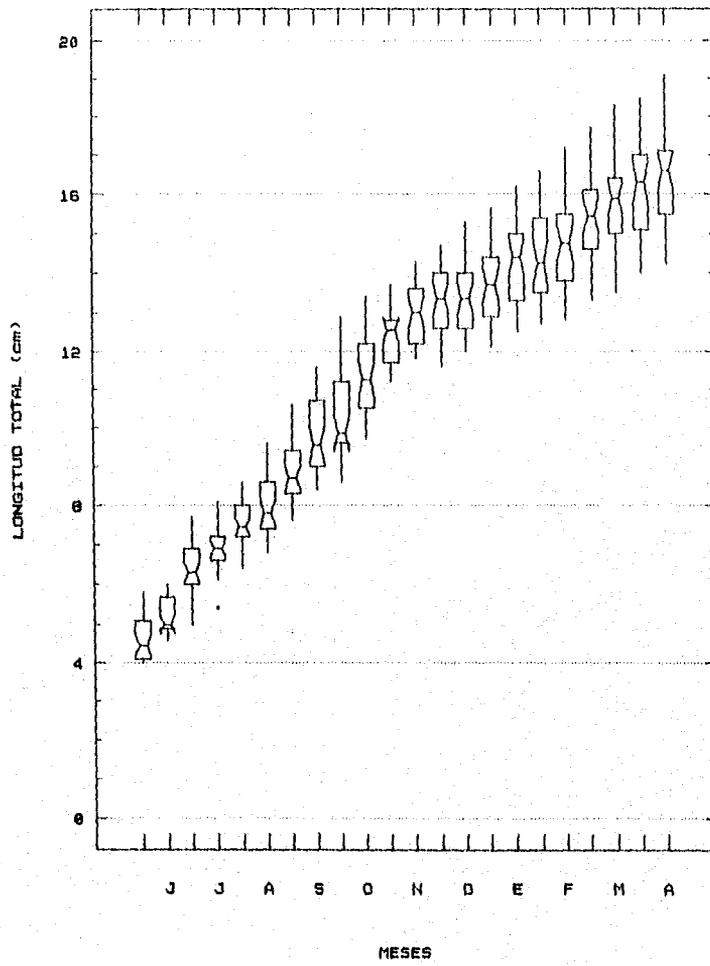


FIGURA 15. COMPORTAMIENTO QUINCENAL PARA LAS HEMBRAS DE TILAPIA

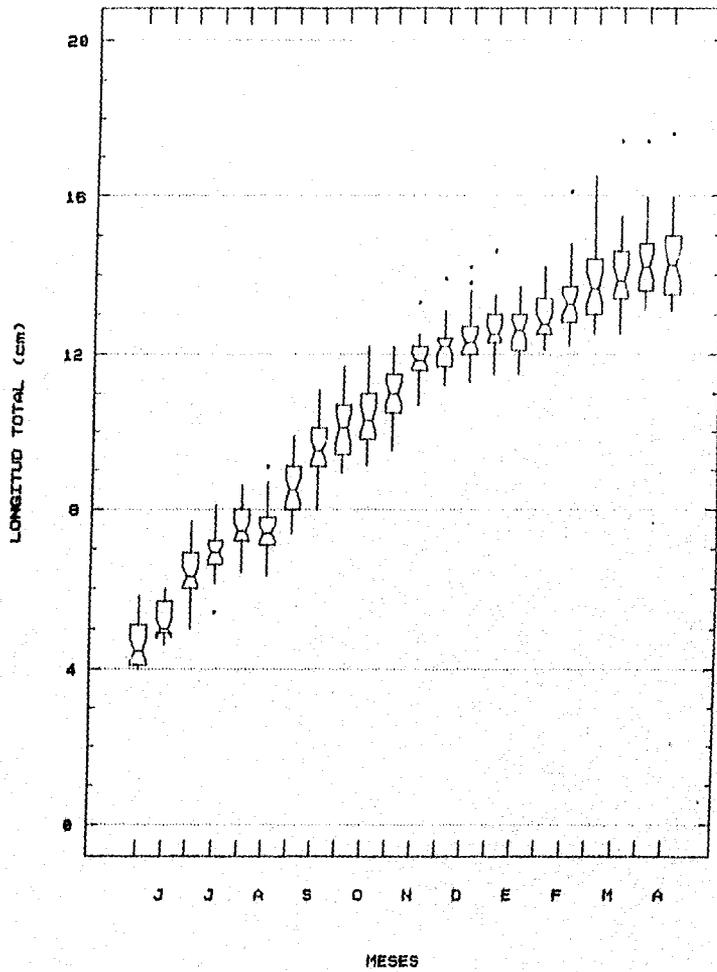


FIGURA 16. VARIACION QUINCENAL DEL PESO
PARA LOS MACHOS DE TILAPIA

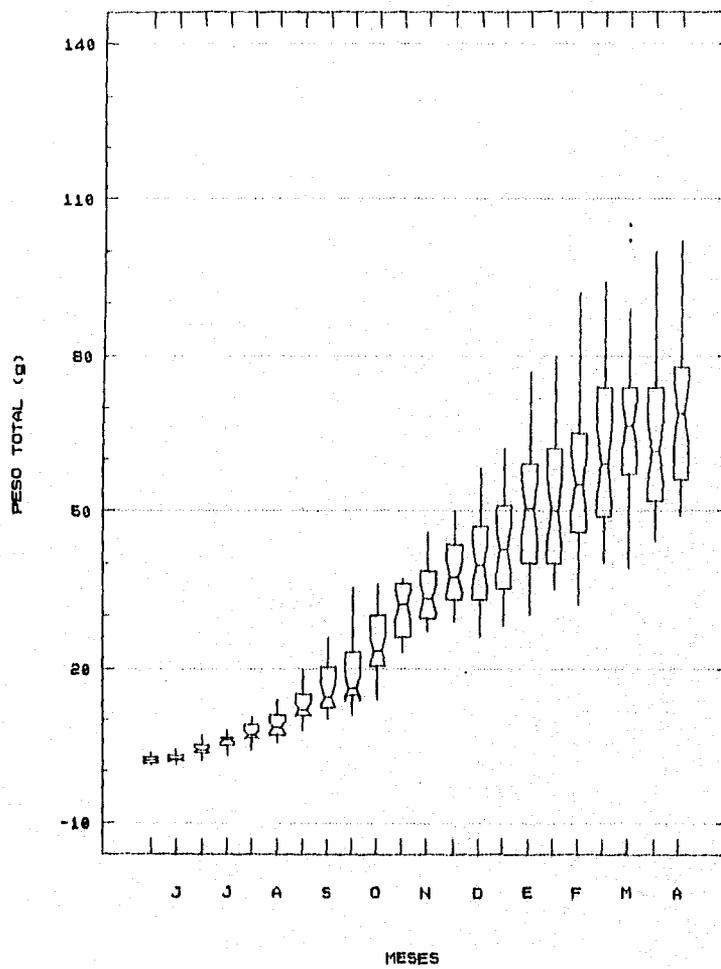


FIGURA 17. VARIACION QUINCENAL DEL PESO
PARA LAS HEMBRAS DE TILAPIA

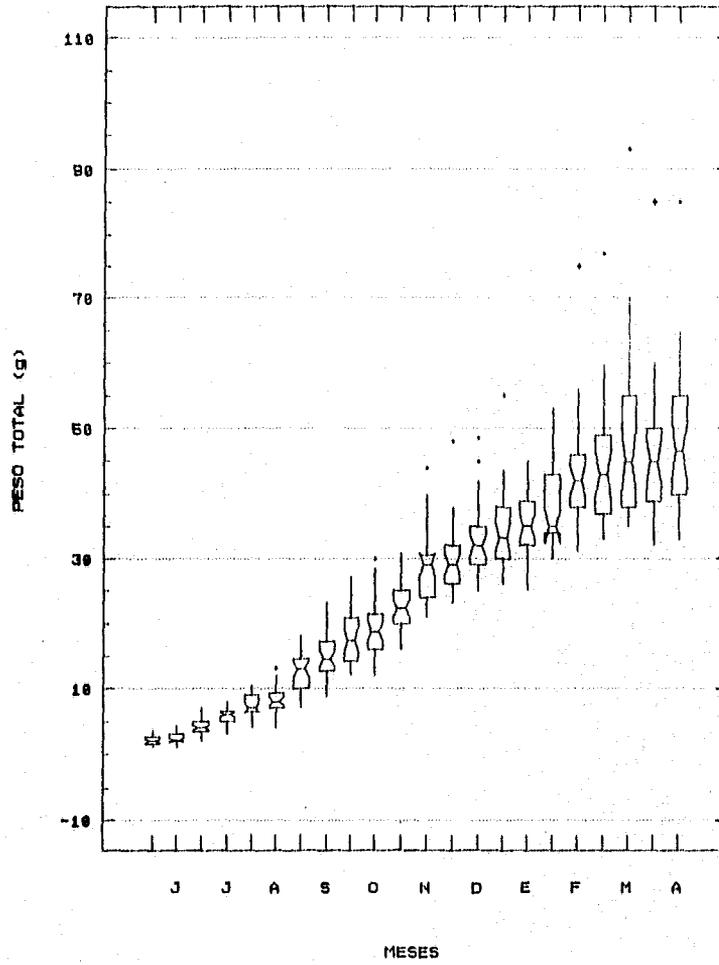


TABLA 9. DATOS DE LONGITUD PARA LOS ESTANQUES 1,5 (σ), 1, 6 (\varnothing) Y CORRALES 3 (σ) Y 1 (\varnothing).

Tiempo meses	MACHOS			HEMBRAS		
	Valor observado	Valor teórico	% de crecimiento	Valor observado	Valor teórico	% de crecimiento
1,0	1,8	1,9	9,4	1,8	2,0	12,2
1,5	2,7	3,0	14,6	2,7	3,1	18,7
2,0	3,6	4,0	19,5	3,6	4,1	24,8
2,5	4,6	4,9	24,2	4,6	5,0	30,4
3,0	5,6	5,8	28,6	5,6	5,8	35,6
3,5	6,5	6,7	32,7	6,5	6,6	40,4
4,0	7,5	7,5	36,6	7,5	7,4	44,8
4,5	7,7	8,2	40,3	7,7	8,0	48,9
5,0	8,3	8,9	43,7	7,9	8,7	52,7
5,5	9,4	9,6	47,0	8,6	9,2	56,3
6,0	10,3	10,2	50,1	9,8	9,8	59,5
6,5	10,7	10,8	53,0	10,0	10,3	62,5
7,0	11,2	11,3	55,7	10,7	10,7	65,3
7,5	12,3	11,9	58,2	11,3	11,2	67,9
8,0	12,9	12,4	60,7	11,9	11,5	70,3
8,5	13,3	12,8	62,9	12,2	11,9	72,5
9,0	13,6	13,3	65,1	12,3	12,2	74,6
9,5	13,8	13,7	67,1	12,7	12,6	76,5
10,0	14,0	14,1	69,0	13,0	12,8	78,2
10,5	14,3	14,4	70,8	13,1	13,1	79,0
11,0	14,6	14,8	72,5	13,3	13,4	81,3
11,5	15,0	15,1	74,1	13,7	13,6	82,7
12,0	15,5	15,4	75,6	14,0	13,8	84,0
12,5	15,8	15,7	77,0	14,1	14,0	85,2
13,0	15,9	15,9	78,3	14,1	14,2	86,3

TABLA 10. DATOS DE LONGITUD PARA LOS ESTANQUES 2, 1 (σ), 2, 2 (\varnothing) Y CORRALES 4 (σ) Y 2 (\varnothing).

Tiempo meses	valor observado	valor teórico	% de crecimiento	valor observado	valor teórico	% de crecimiento
1,0	1,8	1,9	7,5	1,8	2,0	10,6
1,5	2,7	2,8	11,3	2,7	2,9	15,5
2,0	3,6	3,8	14,8	3,6	3,8	20,2
2,5	4,4	4,6	18,3	4,4	4,7	24,7
3,0	5,0	5,5	21,5	5,0	5,4	28,9
3,5	6,2	6,2	24,7	6,2	6,2	32,8
4,0	6,8	7,0	27,7	6,8	6,9	36,6
4,5	7,1	7,8	30,6	7,1	7,6	40,1
5,0	7,9	8,5	33,4	7,2	8,2	43,4
5,5	8,6	9,1	36,1	8,2	8,8	46,6
6,0	9,8	9,8	38,7	9,2	9,3	49,5
6,5	9,9	10,4	41,1	9,4	9,9	52,3
7,0	10,9	11,0	43,5	10,1	10,4	55,0
7,5	12,3	11,6	45,8	11,1	10,8	57,5
8,0	12,7	12,1	48,0	11,8	11,3	59,8
8,5	13,1	12,7	50,1	12,1	11,7	62,1
9,0	13,5	13,2	52,1	12,4	12,1	64,2
9,5	13,7	13,7	54,0	12,7	12,5	66,2
10,0	14,3	14,1	55,9	12,9	12,8	68,1
10,5	14,5	14,6	57,6	13,3	13,2	69,8
11,0	15,0	15,0	59,3	13,6	13,5	71,5
11,5	15,6	15,4	61,0	14,1	13,8	73,1
12,0	15,9	15,8	62,5	14,4	14,1	74,6
12,5	16,2	16,2	64,0	14,5	14,3	76,0
13,0	16,6	16,6	65,5	14,7	14,6	77,3

TABLA 11. DATOS DE PESO PARA LOS ESTANQUES 2, 1 (♂), 2, 2 (♀)
Y CORRALES 4 (♂) Y 2 (♀).

Tiempo meses	MACHOS			HEMBRAS		
	Valor observado	Valor teórico	% de crecimiento	Valor observado	Valor teórico	% de crecimiento
1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
1,5	0,5	0,5	0,2	0,5	0,5	0,5
2,0	0,9	1,0	0,4	0,9	1,1	1,0
2,5	1,7	1,8	0,7	1,7	1,9	1,8
3,0	2,2	2,9	1,2	2,2	2,9	2,8
3,5	3,6	4,4	1,8	3,6	4,3	4,1
4,0	5,6	6,1	2,5	5,6	5,8	5,5
4,5	6,0	8,1	3,3	6,0	7,6	7,2
5,0	9,2	10,4	4,2	6,5	9,5	9,1
5,5	11,7	13,0	5,3	10,9	11,6	11,1
6,0	16,0	15,9	6,5	13,3	13,9	13,3
6,5	17,4	19,0	7,7	15,7	16,3	15,6
7,0	22,4	22,3	10,5	17,5	18,8	17,9
7,5	29,7	25,8	10,5	23,4	21,3	20,4
8,0	33,7	29,5	12,0	27,5	24,0	22,9
8,5	36,5	33,4	13,6	28,7	26,6	25,4
9,0	41,0	37,4	15,2	31,6	29,3	28,0
9,5	44,5	41,6	16,9	35,6	32,0	30,6
10,0	52,7	45,8	18,6	37,7	34,7	33,1
10,5	52,1	50,1	20,4	41,2	37,3	35,7
11,0	59,9	54,5	22,2	44,6	40,0	38,2
11,5	65,5	59,0	24,0	46,0	42,6	40,6
12,0	69,6	63,5	25,8	50,2	45,1	43,1
12,5	65,3	68,0	27,6	48,0	47,6	45,5
13,0	71,5	72,5	29,5	51,7	50,0	47,8

TABLA 12. DATOS DE PESO PARA LOS ESTANQUES 1, 5 (♂), 1, 6 (♀)
Y CORRALES 3 (♂) Y 1 (♀).

Tiempo meses	MACHOS			HEMBRAS		
	Valor observado	Valor teórico	% de crecimiento	Valor observado	Valor teórico	% de crecimiento
1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
1,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,7
2,0	0,9	1,1	0,8	0,9	1,2	1,7
2,5	1,7	2,1	1,6	1,7	2,2	3,0
3,0	2,5	3,4	2,6	2,5	3,5	4,8
3,5	4,1	5,1	3,8	4,1	5,1	7,0
4,0	6,3	7,1	5,3	6,3	6,9	9,5
4,5	6,8	9,4	7,0	6,8	8,9	12,2
5,0	9,7	12,0	8,9	9,5	11,1	15,2
5,5	14,3	14,7	11,0	13,5	13,5	18,4
6,0	18,5	17,7	13,2	16,0	15,9	21,8
6,5	20,3	20,9	15,6	18,4	18,4	25,2
7,0	24,1	24,2	18,0	21,7	20,9	28,6
7,5	29,5	27,6	20,6	24,5	23,4	32,1
8,0	35,0	31,1	23,2	28,7	25,9	35,1
8,5	37,9	34,6	25,8	30,5	28,4	38,9
9,0	41,0	38,2	28,5	31,6	30,8	42,2
9,5	43,5	41,8	31,1	34,8	33,2	45,4
10,0	48,2	45,5	33,8	37,2	35,5	48,6
10,5	52,5	48,9	36,4	40,4	37,7	51,6
11,0	53,3	52,4	39,0	42,2	39,8	54,5
11,5	57,8	55,8	41,6	43,8	41,9	57,3
12,0	64,2	59,2	44,1	47,5	43,8	59,9
12,5	60,3	62,5	46,5	43,6	45,7	62,5
13,0	65,0	65,7	48,9	45,8	47,4	64,9

FIG 18. CRECIMIENTO EN LONGITUD
(OBSERVADA Y TEORICA) DE LOS ESTANQUES
1,5(♂), 1,6(♀) Y CORRALES 3(♂) Y 1(♀)

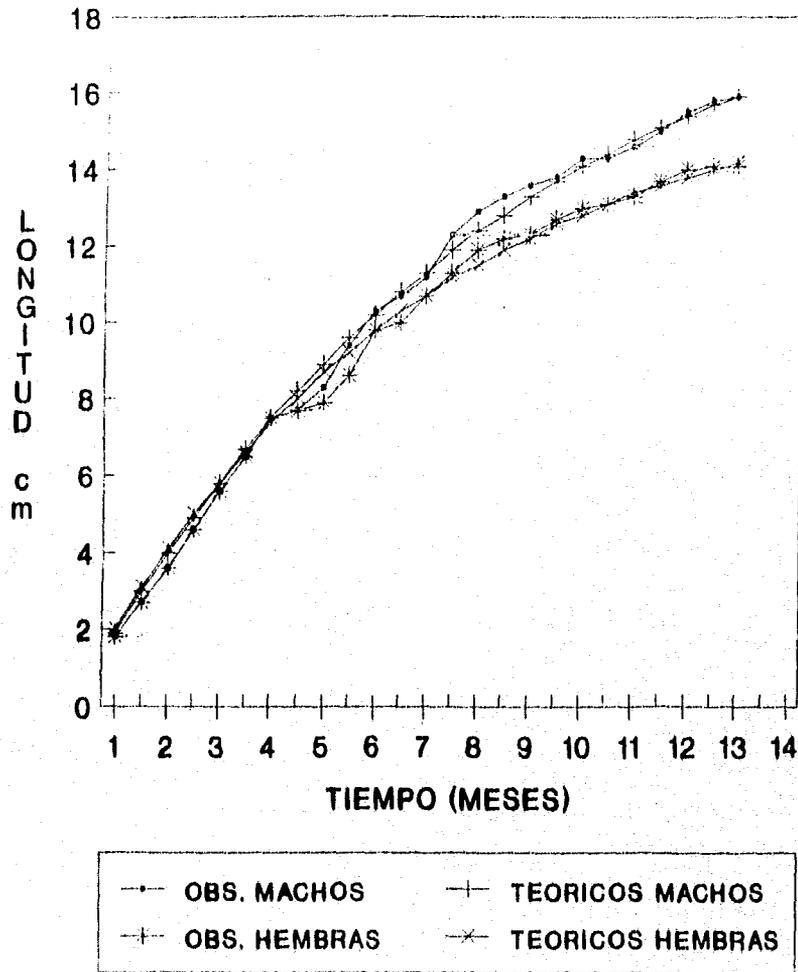


FIG 19. CRECIMIENTO EN LONGITUD
(OBSERVADA Y TEORICA) DE LOS ESTANQUES
2,1(♂), 2,2(♀) Y CORRALES 4(♂) Y 2(♀)

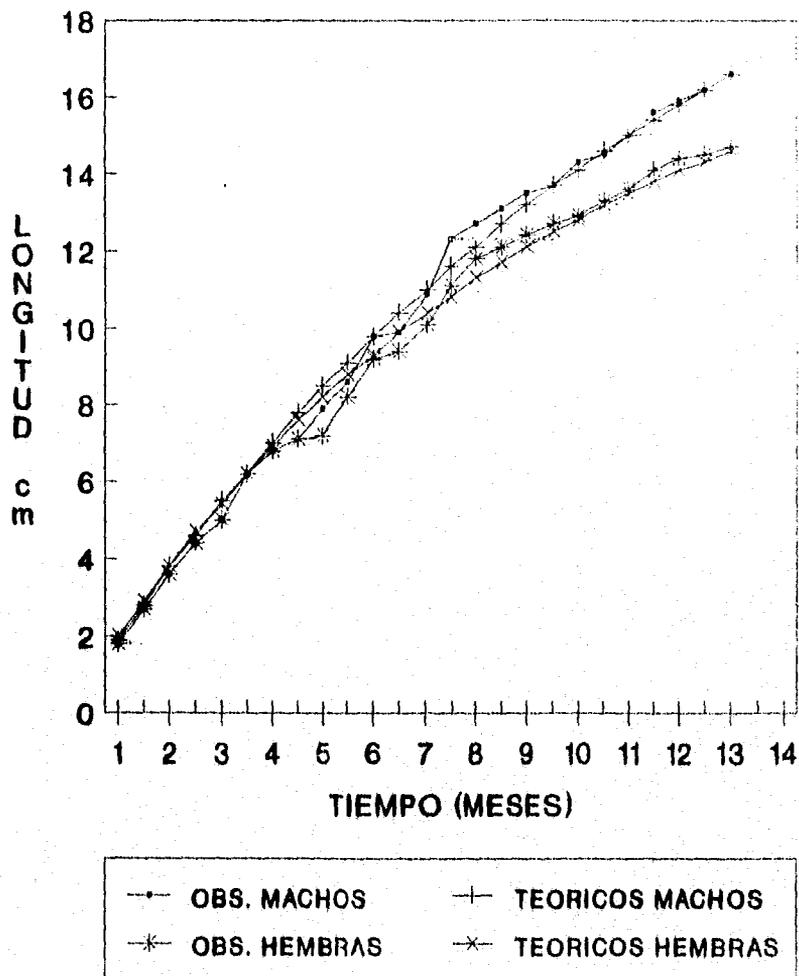


FIG 20. CRECIMIENTO EN PESO
(OBSERVADO Y TEORICO) DE LOS ESTANQUES
2,1(♂), 2,2(♀) Y CORRALES 4(♂) Y 2(♀)

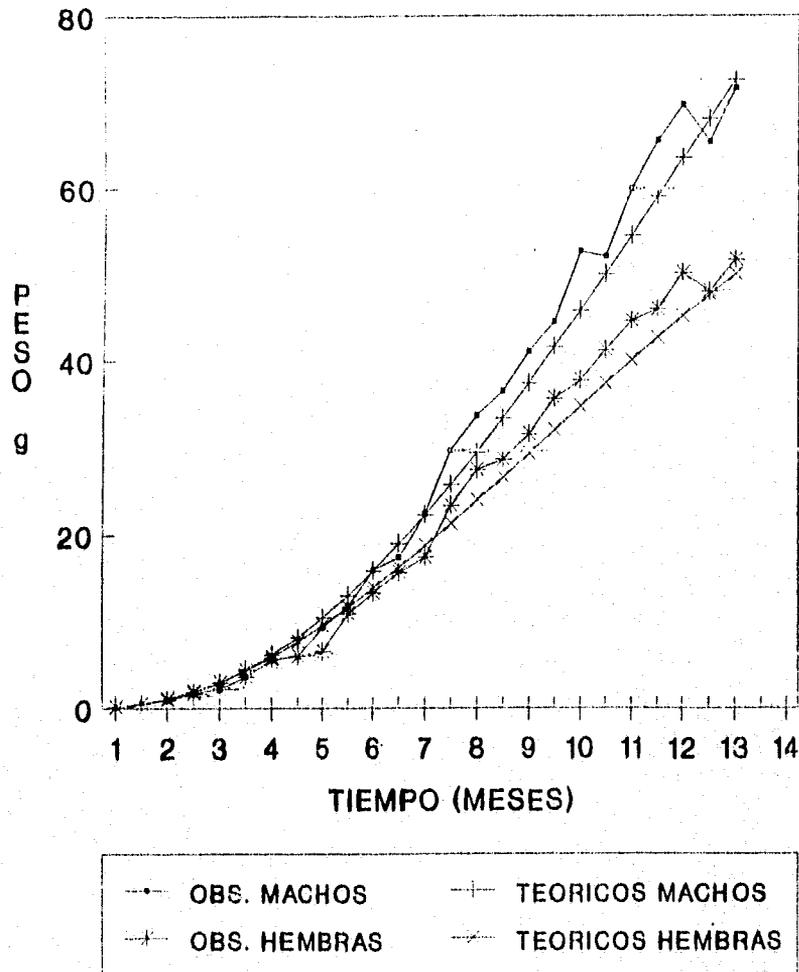


FIG 21. CRECIMIENTO EN PESO
(OBSERVADO Y TEORICO) DE LOS ESTANQUES
1,5(♂), 1,6(♀) Y CORRALES 3(♂) Y 1(♀)

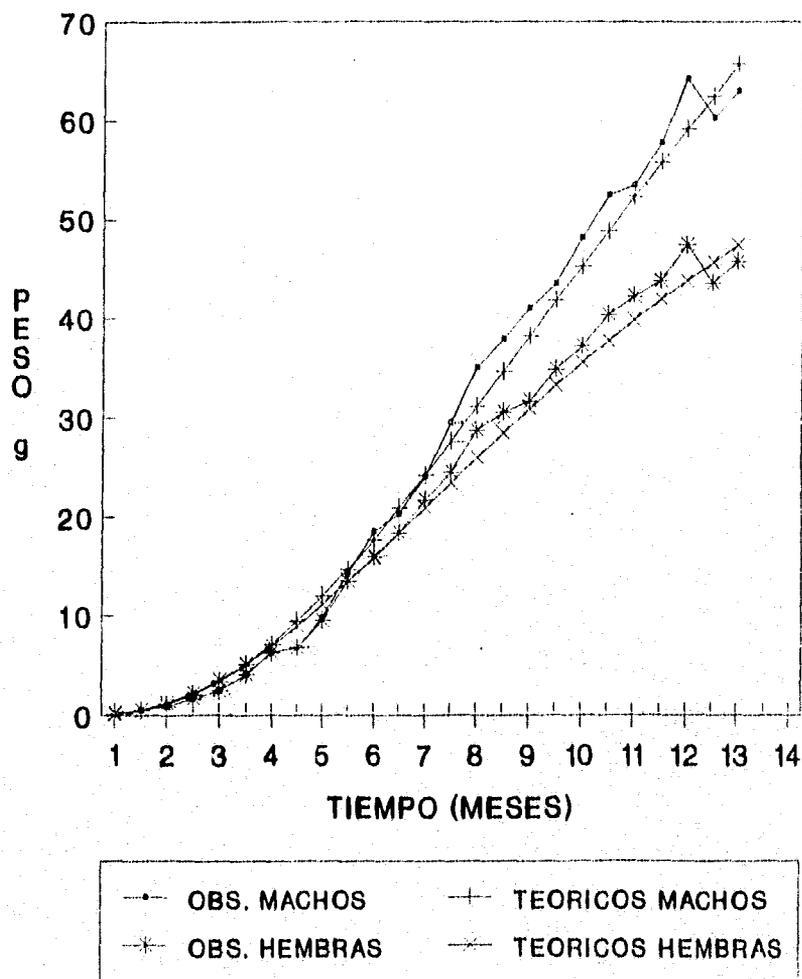


FIGURA 22. RELACION PESO-LONGITUD PARA
LAS HEMBRAS DE TILAPIA

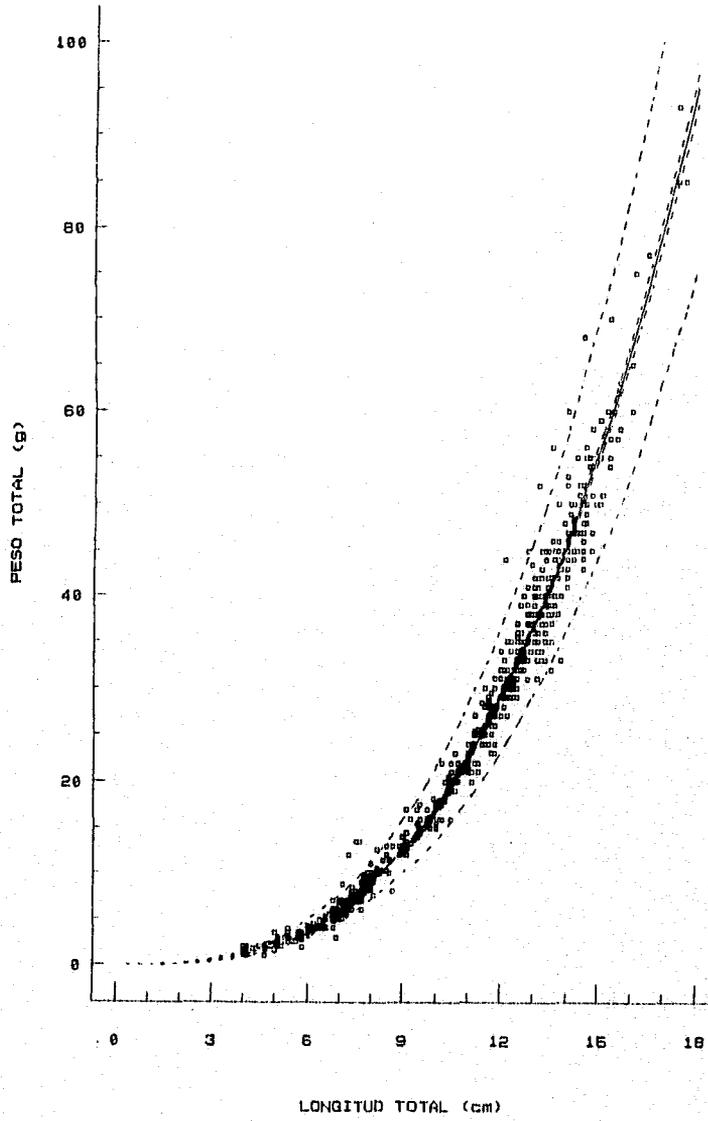


FIGURA 23. RELACION PESO-LONGITUD PARA
LOS MACHOS DE LA TILAPIA

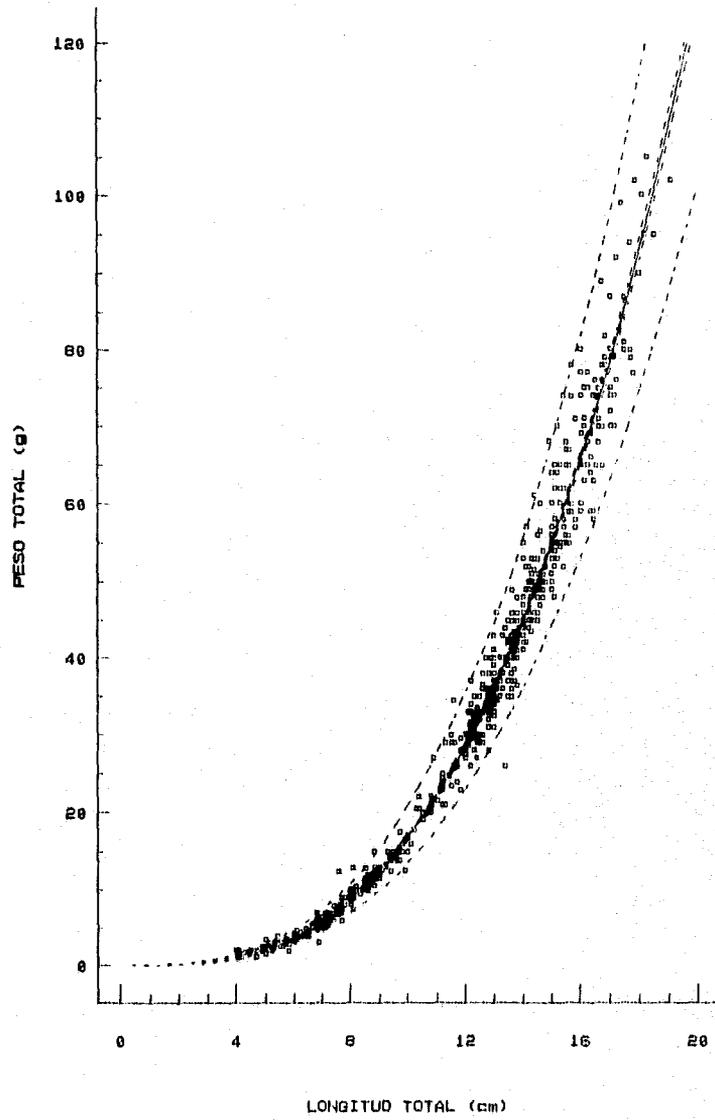


TABLA 13

VALORES PROMEDIO DEL KM Y KM TOTAL

ESTANQUE	KM	KM TOTAL
1 AIRE LIBRE	1.0017 ± 0.0528	0.9808 ± 0.0461
2 INVERNADERO	1.0143 ± 0.0743	0.9887 ± 0.0798

ESTANQUE	KM	KM TOTAL
1 INV. (M)	1.0126 ± 0.0169	1.0484 ± 0.0095
2 INV. (H)	0.9717 ± 0.0873	1.0596 ± 0.0833
5 A.L. (M)	0.9945 ± 0.0235	1.0172 ± 0.0139
6 A.L. (H)	1.0368 ± 0.0284	1.1175 ± 0.0129

CORRAL	KM	KM TOTAL
1 A.L. (H)	1.0018 ± 0.0289	1.0179 ± 0.0325
2 INV. (H)	0.9944 ± 0.0303	1.0096 ± 0.0326
3 A.L. (M)	1.0045 ± 0.0329	0.9891 ± 0.0327
4 INV. (M)	1.0002 ± 0.0357	0.9851 ± 0.0343

A.L. = AIRE LIBRE
 INV. = INVERNADERO

H = HEMBRAS
 M = MACHOS

FIG. 24 KM DE LOS JUVENILES DEL ESTANQUE 1. EL RODEO

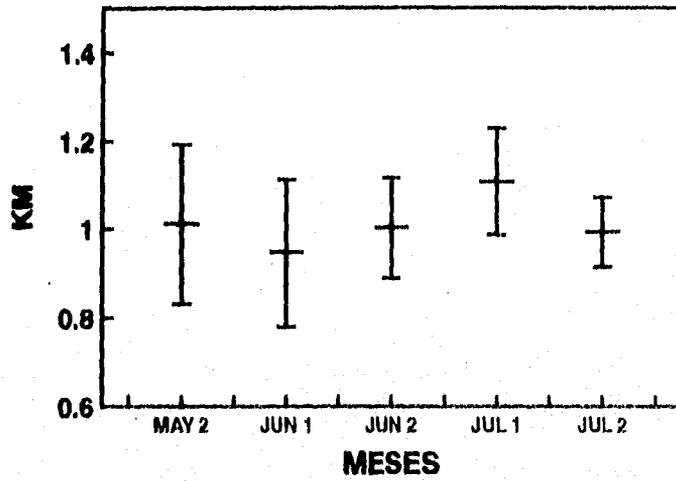
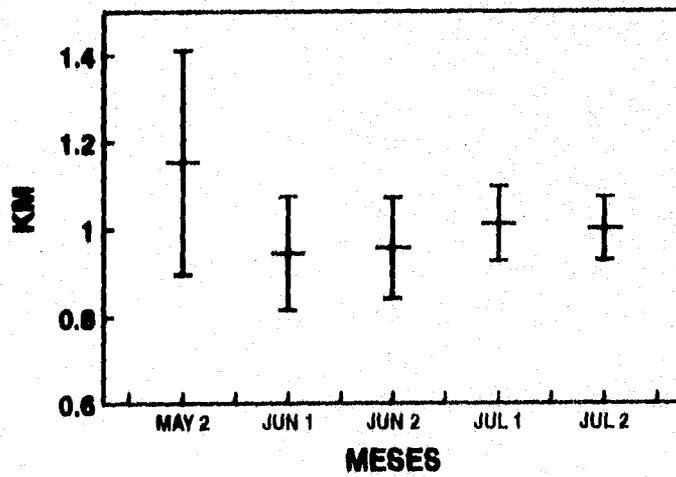
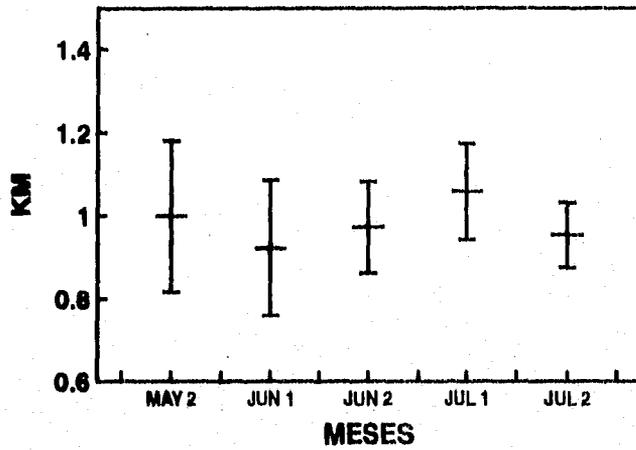


FIG. 25 KM DE LOS JUVENILES DEL ESTANQUE 2. EL RODEO



**FIG. 26 KM TOTAL DE LOS JUVENILES
DEL ESTANQUE 1. EL RODEO**



**FIG. 27 KM TOTAL DE LOS JUVENILES
DEL ESTANQUE 2. EL RODEO**

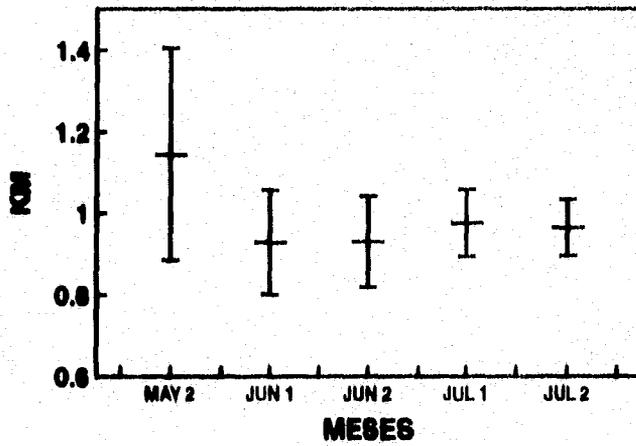


FIG. 28 KM DE LOS MACHOS DEL ESTANQUE 1. EL RODEO

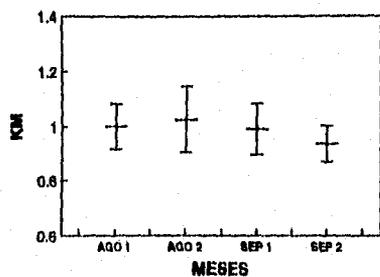


FIG. 29 KM DE LAS HEMBRAS DEL ESTANQUE 2. EL RODEO

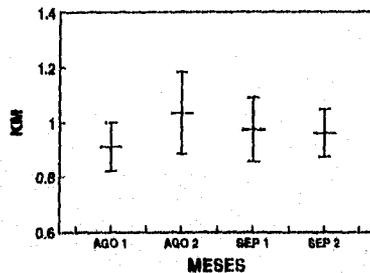


FIG. 30 KM DE LOS MACHOS DEL ESTANQUE 5. EL RODEO

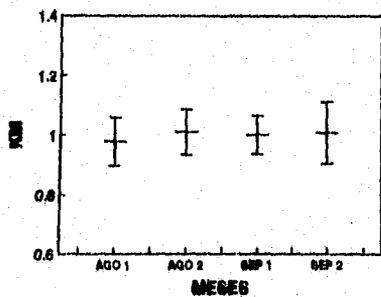
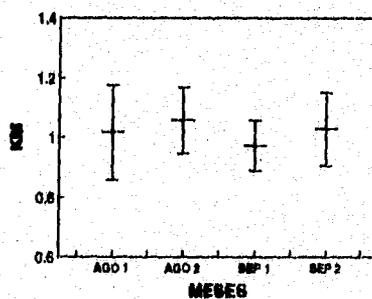
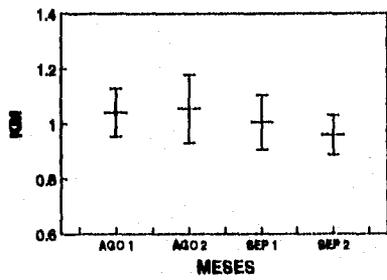


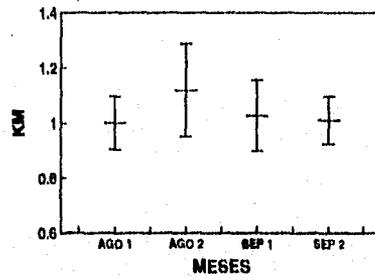
FIG. 31 KM DE LAS HEMBRAS DEL ESTANQUE 6. EL RODEO



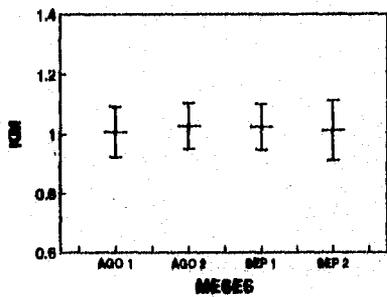
**FIG. 32 KM TOTAL DE LOS MACHOS
DEL ESTANQUE 1. EL RODEO**



**FIG. 33 KM TOTAL DE LAS HEMBRAS
DEL ESTANQUE 2. EL RODEO**



**FIG. 34 KM TOTAL DE LOS MACHOS
DEL ESTANQUE 6. EL RODEO**



**FIG. 35 KM TOTAL DE LAS HEMBRAS
DEL ESTANQUE 6. EL RODEO**

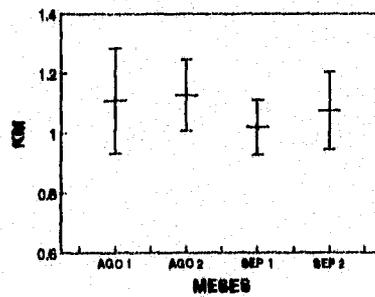


FIG. 36 KM DE LAS HEMBRAS DEL CORRAL 1. VILLA DE AYALA

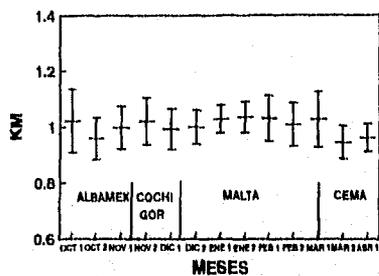


FIG. 37 KM DE LAS HEMBRAS DEL CORRAL 2. VILLA DE AYALA

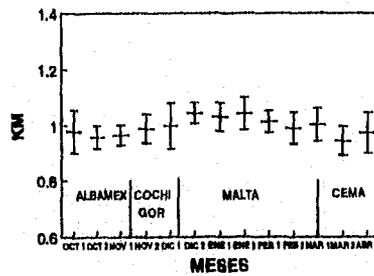


FIG. 38 KM DE LOS MACHOS DEL CORRAL 3. VILLA DE AYALA

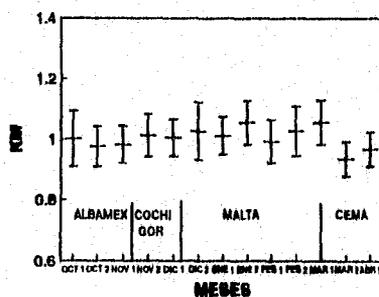


FIG. 39 KM DE LOS MACHOS DEL CORRAL 4. VILLA DE AYALA

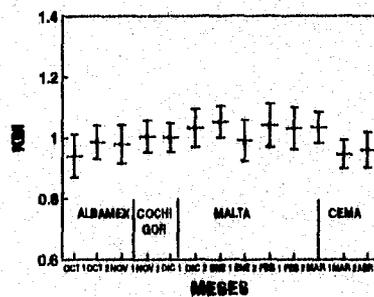


FIG. 40 KM TOTAL DE LAS HEMBRAS DEL CORRAL 1. VILLA DE AYALA

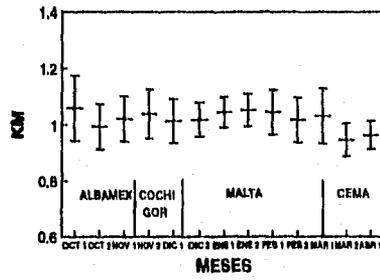


FIG. 41 KM TOTAL DE LAS HEMBRAS DEL CORRAL 2. VILLA DE AYALA

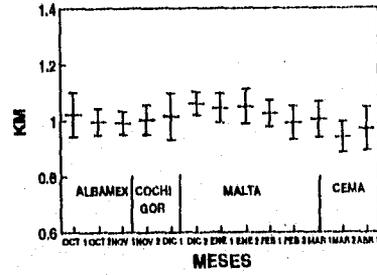


FIG. 42 KM TOTAL DE LOS MACHOS DEL CORRAL 3. VILLA DE AYALA

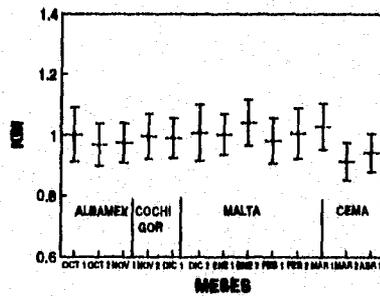
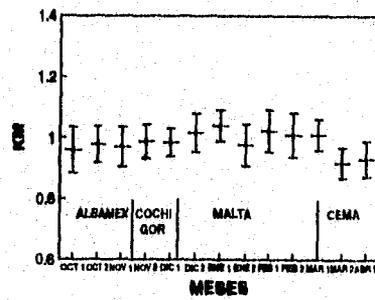


FIG. 43 KM TOTAL DE LOS MACHOS DEL CORRAL 4. VILLA DE AYALA



T A B L A 14

VALORES PROMEDIO DEL FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA

ETAPA	TIPO DE ALIMENTO	ESTANQUE	F.C.A.
CRIIA	ALBAMEX C.T.B.	1	1.0
	ALBAMEX C.T.B.	2	1.2
ALEVINAJE	ALBAMEX C.T.B.	1 ♂	1.5
	ALBAMEX C.T.B.	2 ♀	2.0
	ALBAMEX C.T.B.	5 ♂	1.8
	ALBAMEX C.T.B.	6 ♀	2.4
ETAPA	TIPO DE ALIMENTO	CORRAL	F.C.A.
ENGORDA	ALBAMEX PARA POLLO	1 ♀	5.1
	ALBAMEX PARA POLLO	2 ♀	7.1
	ALBAMEX PARA POLLO	3 ♂	1.4
	ALBAMEX PARA POLLO	4 ♂	2.5
	COCHIGOR	1 ♀	12.4
	COCHIGOR	2 ♀	16.0
	COCHIGOR	3 ♂	4.0
	COCHIGOR	4 ♂	5.1
	MALTA	1 ♀	11.2
	MALTA	2 ♀	18.6
	MALTA	3 ♂	4.6
	MALTA	4 ♂	5.6
	SEMA	1 ♀	-
	SEMA	2 ♀	-
	SEMA	3 ♂	-
	SEMA	4 ♂	-

Al final del cultivo no se pudo calcular el F.C.A. ya que la biomasa final fué menor a la inicial con la semilla y por lo tanto los valores obtenidos fueron negativos.

T A B L A 15

Costos de producción anual de la Unidad Piscícola de "El Axocoche", para el año de 1984, tomando como base un peso promedio de cosecha de 71.5g y un volumen de pescado de 3877 Kg

A. COSTOS DE CAPITAL*	COSTO ANUAL	% DE COSTOS	% EN RELACION A LOS INGRESOS BRUTOS
B. COSTOS DE PRODUCCION			
a) Alimentación (variable)	\$426,384	59.3	44.0
b) Mano de obra (fijo)	\$255,500	36.6	26.4
c) Fertilización (fijo)	\$ 15,600	2.2	1.6
d) Encalado (fijo)	<u>\$ 20,800</u>	<u>2.9</u>	<u>2.1</u>
TOTAL	\$ 718,284	100.0	76.0

PUNTO DE EQUILIBRIO.....	2.1 tm
COSTO DE PRODUCCION.....	\$185.3 Kg
PRECIO DE VENTA.....	\$250.0
INGRESOS BRUTOS.....	\$969,250
UTILIDAD NETA.....	\$250,966
A) RELACION A COSTOS DE PRODUCCION.....	34.9 %
B) RELACION A INGRESOS BRUTOS.....	26.9 %

BENEFICIOS SOCIALES DE LA UNIDAD DE PRODUCCION PISCICOLA

A) NUMERO DE EJIDATARIOS BENEFICIADOS.....	245
B) NUMERO DE EMPLEOS GENERADOS.....	2
C) VOLUMEN DE ALIMENTO PRODUCIDO.....	3877.0 Kg
D) POBLACION BENEFICIADA.....	4705 HAB.
E) INGRESO/EJIDATARIO/AÑO.....	\$1020.00
F) Kg DE PESCADO/HAB./AÑO.....	0.824 Kg

* Estos no se tomaron en cuenta para el análisis, debido a que el terreno era ejidal y la construcción de los estanques los realizó la Delegación de Pesca