



**CARACTERIZACION BIOLÓGICA Y PRODUCTIVA DE
CINCO LINEAS DE TILAPIA DEL GENERO *Oreochromis spp*
(PISCES: CICHLIDAE), QUE SE CULTIVAN EN MEXICO.**

Por

RAFAEL LEÓN SÁNCHEZ

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de

DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y

/ AGROPECUARIAS

CUCB



BIBLIOTECA

2001

CARACTERIZACION BIOLOGICA Y PRODUCTIVA DE CINCO
LINEAS DE TILAPIA DEL GENERO *Oreochromis spp* (PISCES:
CICHLIDAE), QUE SE CULTIVAN EN MEXICO.

Por
RAFAEL LEÓN SÁNCHEZ

CUCBA

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS



BIBLIOTECA CENTRAL

Aprobada por:



Dr. José Luis Arredondo Figueroa
Presidente del Comité Particular del estudiante

14.02.2001
Fecha



Dr. Alejandro Otto Willerer
Asesor del Comité Particular del estudiante

10.02.2001
Fecha




Dra. Galina Zaitseva Petrovna
Asesor del Comité Particular del estudiante

09.02.2001
Fecha



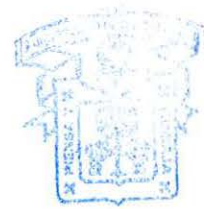
Dra. Anne Santerre Lucas
Asesor del Comité Particular del estudiante

08 febrero 2001
Fecha



Dr. Carlos Alvarez Moya
Asesor del Comité Particular del estudiante

08 / 02 / 2001
Fecha



DEDICATORIAS

BIBLIOTECA CENTRAL

A mis padres, David León Manilla y Alicia Francisca Sánchez López, quienes me brindaron la oportunidad de ser alguien en la vida, su ejemplo y recuerdo me dan la energía para seguir adelante.

A la mujer que amo y amare siempre ... mi esposa Mary, cuyo amor, cariño, comprensión y compañía espero tener por toda la eternidad.

A mis hijas, Janet Jacqueline, Brenda Priscila y Sandra Elizabeth, a las que espero poder proporcionarles lo necesario para su formación y se valgan por si mismas en esta vida.

A mis hermanos, en especial a Lupita, Geña, Toño, Conchi, Jorge y Francis. Por su cariño y apoyo, esperando que siempre nos mantengamos unidos.

A mis sobrinos que tanto quiero, pero cuyos nombres no cabrían en este espacio.

A mis amigos, Roa, Thor, José, Felipe, Gonzalo y Víctor, de quienes aprendo a diario y me han dado muestra de una sincera estimación.

A mis maestros, que aún sin título de maestros, me han enseñado algo.

A aquellos que no enseñándome lo que conocen, me dieron la oportunidad de esforzarme y salir adelante por mi propio esfuerzo y dedicación.

A mis alumnos, ya que ellos me motivan a una constante superación.

A mi querida Universidad de Guadalajara.

A todos los que de una manera u otra han contribuido a tratar de ser mejor.

Para los que el estudio y el trabajo no significa estarse matando, sino por el contrario estar viviendo, cumpliendo con la vida.

Para los que aún adultos conservan la esencia de su niñez, pudiendo contemplar la belleza de la naturaleza y tratan de vivir en armonía con ella.

Para aquellos pocos que aún pueden contemplar las estrellas y las flores.

Para aquellos idealistas cuyo sentimentalismo florece a diario.

Para todos aquellos que cumplen con la vida no tratando de luchar contra ella, sino más bien tratando de estar en armonía, dedico esta y todas mis actividades.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Dr. José Luis Arredondo Figueroa, por su gran apoyo y consejos en la realización de este trabajo y en mi formación en acuicultura, zootecnia a la que dedico mi actividad profesional.

A mis asesores, en especial a la Dra. Anne Santerre, al Dr. Alejandro Meyer Willerer y al Dr. Carlos Alvarez Moya, por su gran apoyo y atinadas correcciones, que sin duda alguna me permitieron realizar un mejor trabajo y favorecen mi formación.

A la Dra. Galina Zaitzeva Petrovna, por toda su ayuda y apoyo en mi tesis; en nuestro proyecto del Conacyt y en mi Doctorado.

Al Dr. Juan Villalvazo Naranjo, mi jefe y amigo en el Departamento de Ingeniería de Proyectos, por su gran apoyo para continuar mi formación profesional y servir a nuestra Universidad de Guadalajara.

Al Ing. Rogelio Trollo San Román, Profesor Investigador del Centro Universitario de Ciencias de la Salud, por su orientación en el análisis estadístico de este trabajo.

A mis compañeros de trabajo Fisc. Víctor Rangel Cobian y Ing. José Gpe. Robledo, por su apoyo constante en área de computación.

A los Maestros en Ciencias. Jesús Roa; Ricardo Campos y Antonio Gómez Reyna, por su amistad y apoyo para terminar el presente trabajo.

A la Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, en particular a los Biólogos y trabajadores de los centros acuícolas de Jala, Morelos, Las Pintas y Chametla, por apoyo en la realización de este trabajo y la donación de organismos que se utilizaron en este estudio.

A la Biol. María Soledad Delgadillo, por la amistad que me ha manifestado y su apoyo para este trabajo y mi formación profesional.

Agradezco a la Coordinación del Programa Nacional de Superación Académica y a todo el equipo de trabajo por el apoyo y colaboración recibida.

A todos los que de alguna forma me apoyaron en la realización de este trabajo, les manifiesto mi sincero agradecimiento.

Esta Tesis fue realizada en el Departamento de Ingeniería de Proyectos de la Universidad de Guadalajara y en el Centro Acuícola de Jala de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, bajo la dirección del Dr. José Luis Arredondo Figueroa y la asesoría de los Drs. Alejandro Otto Meyer Willerer, Dra. Galina Zaitseva Petrovna, Dra. Anne Santerre Lucas y el Dr. Carlos Alvarez Moya.

Este trabajo forma parte de los Proyectos “ Desarrollo Biotecnológico de un Banco Regional de Genoma de tilapia *Oreochromis spp* “ el cual fue aprobado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, con el número de Proyecto 4052 PB. y del Conacyt-Simorelos 96-01-017 titulado “ Vinculación de las Instituciones para la producción y aprovechamiento integral de los recursos alimenticios de la costa occidente del Pacifico “.

Avances del presente trabajo han sido presentados y publicados en diversos congresos y eventos científicos nacionales e internacionales como son: “Congreso Mundial de Acuicultura”, Seattle Washington, USA. (Febrero de 1997). “Cuarto Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar” Mérida Yucatán, (Noviembre de 1997); así como en las “Memorias la Planta Experimental de Producción Acuícola”, Universidad Autónoma Metropolitana, (Noviembre de 1998); y “Ciencia y Tecnología Jalisco 99,” Guadalajara, Jal. (Mayo de 1999).

INDICE

Contenido	Página
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
OBJETIVOS	22
MATERIAL Y METODOS	23
RESULTADOS	35
DISCUSION	48
CONCLUSIONES	60
LITERATURA CITADA.....	62

CUCBA



BIBLIOTECA CENT

RESUMEN

Desde su introducción a México en 1964, la tilapia ha representado una fuente de alimentos y empleos constituyendo una actividad económica importante en los cuerpos de aguas epicontinentales. Esto se refleja en la estadística pesquera, al registrarse una producción aproximada de 72,811 toneladas anuales, ocupando el primer lugar del país en las pesquerías de aguas dulces.

En las últimas décadas se han importado diversas líneas genéticas, algunas de ellas han demostrado ser eficientes desde el punto de vista productivo, sin embargo el manejo de estas líneas no ha tenido una base científica sostenible, por lo cual con el tiempo se han perdido las características fundamentales de estas líneas, notándose una baja en su tasa de crecimiento y por lo tanto en el rendimiento acuícola.

En la actualidad se cuenta con cinco líneas de tilapia de orígenes geográficos diferentes, mismas que fueron importadas de los Estados Unidos de América. Estas se pretenden introducir en los embalses de México, por lo que resulta necesario realizar estudios previos a su propagación para asegurar el éxito de su producción en forma sostenible, seleccionando la(s) línea(s) más idónea(s) para su cultivo en nuestro medio.

En el presente trabajo se evaluaron características biológicas y productivas de cinco líneas de tilapia, con objeto de determinar la(s) línea(s) más recomendable(s) para su cultivo en granjas.

El empleo de lectina algal representó una prueba práctica para la diferenciación de especies del género *Oreochromis*, mas no para las líneas de la misma especie.

En cuanto a las características productivas los resultados indican que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) en la mayoría de los parámetros productivos analizados, en las etapas evaluadas. Particularmente la especie *O. niloticus* línea Stirling, fue la que presentó los mejores resultados en las etapas de reproducción y crianza. Para la fase de engorda la *O. mossambicus* línea naranja y la *O. Rocky Mountain* presentaron los mejores índices productivos. En la evaluación global en la que se tomaron en consideración aspectos de interés económico, como precio de crías producidas, costo del alimento consumido, precio de los organismos por su color y utilidad por porcentaje de filete, no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las líneas Rocky Mountain y *O. mossambicus* naranja, así mismo entre esta última y las *O. niloticus* Egipcia y Stirling.

Con excepción de la conversión alimenticia, la especie *O. aureus* línea gris, fue la que más bajos índices productivos obtuvo en los estudios realizados.

Palabras clave: Lectina, *Codium giraffa*, *Oreochromis*, tilapia, identificación taxonómica.

ABSTRACT

From its introduction to Mexico in 1964, the tilapia has represented a source of food and labor constituting a very important economic activity in the epicontinental water bodies. This is reflected in the fishing statistics, registering a production of approximately 72,811 annual tons, occupying the first place of the country in the sweet water fisheries.

In the last decades a variety of genetic strains had been imported, some of them had showed efficiency from a productive point of view, however the handling of these strains had not a sustainable scientific study, and this is the reason that with time the fundamental characteristics of these strains have been lost showing a low aquacultural yield.

Actually we have five strains of different geographical origin tilapias imported from the United States of America. We pretended introduce these strains in the ponds of our country, so we need to realize prior studies to their propagation to assure the success of the production in a stable way, choosing the more suitable strains to grow in our environment.

In this study we evaluated several biological and productivity characteristics of five strains of tilapia with the aim to find the more suitable strains feasible to be grown in aquaculture farms.

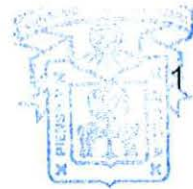
The use of algae lectin showed to be a handy test for the differentiation species of the genus *Oreochromis*, but not for the strains of the same species.

Results of the productive characteristics show that there is a very significant difference ($P < 0.05$) in the majority of the productive parameters tested, during the evaluated growth stages. Specially *O. niloticus* strain Stirling, showed the best results in the reproduction and nursery stages. For the growing stage, the *O. mossambicus* orange strain and *O. Rocky mountain* strain showed the best production index.

In the global evaluation considering the aspects of economic interest such as the price of produced fry, cost of food consumption, price of the fish according to the color and utility by percent of filet, they did not show any statistical significant difference ($P > 0.05$) between the strains Rocky Mountain and orange mossambica and between this last one and those *O. niloticus* Egyptian and Stirling.

With the exception of the food conversion rate, the specie *O. aureus* gray strain is the one with the lowest production index found in the present study.

Key words: Lectin, *Codium giraffa*, *Oreochromis*, tilapia, taxonomic identification.



INTRODUCCION

La población de los países subdesarrollados representa el 80% del crecimiento de la población actual del mundo, de tal manera, que el mayor aumento de población se presenta en los países que tienen los menores recursos para manejar el incremento poblacional y las necesidades vitales de éstos. Garantizar la seguridad alimentaria y mejorar el nivel de vida de la población es cada vez más difícil. Dichas situaciones hacen la necesidad cada vez más fuerte de producir aceleradamente alimentos (Tacon y Cruz, 2000).

Bajo esta perspectiva, el futuro de la seguridad alimentaria se vuelve cada vez más complicado. La FAO ha estimado que las proyecciones demográficas prevén un aumento de los actuales 5,800 millones de habitantes hasta unos 8,300 en el año 2025. Particularmente en México, hoy existen casi 98 millones de habitantes, lo que ubica a nuestro país en el lugar número 11 a nivel mundial. Se estima que aunque se reduzca la tasa de crecimiento poblacional anual de 1.6 a 0.2 por ciento, en el año 2050 se tendrá una población de 132 millones de habitantes. Lo anterior nos obliga a prepararnos para alimentar y satisfacer las necesidades vitales de nuestra población (Simoes, 2000., Vargas, 2001).

El hombre ha estado tomando alimentos del medio acuífero desde antes de los albores de la historia registrada. La pesca, consistente en la captura de las existencias naturales de fuentes acuáticas, tiene el impedimento de la inhospitalidad del medio ambiente y de que en la mayoría de los casos el pescador no puede ver ni escuchar a su presa. Por estos impedimentos el hombre encontró más fácil domesticar animales terrestres, ya que los podía manejar con mayor facilidad y por consiguiente estas actividades se desarrollaron vigorosamente en contraposición a los cultivos de organismos acuáticos (Balfour y Pruginin, 1985).

En los últimos 25 años, el hombre ha desarrollado nuevas técnicas que le permiten localizar y capturar más peces. La eficiencia de estas técnicas es tan buena, que la captura de algunas especies ha sido casi total, por lo que en un gran número de embalses, la actividad pesquera resulta insuficiente para el sustento de grupos sociales que se dedican a esta actividad. Este efecto se ha visto acentuado por la degradación de los sistemas acuáticos, en lo que la contaminación y acumulación de materia orgánica, juegan un papel muy importante (Rosenthal, 1994).

Los recursos acuáticos del mundo son enormes, ya que representan aproximadamente el 71% de la superficie del planeta. Sin embargo en la actualidad hay grandes extensiones de los océanos y lagos que son improductivas y pueden ser llamadas desiertos biológicos (Arana, 2000). Así, a pesar de la enorme área y volumen de agua disponible para la producción pesquera, existe un límite definido para la captura sostenible de que se dispone, por lo que el monto actual está llegando al máximo rendimiento sostenible para las especies que actualmente se pescan en grandes cantidades (Vinatea, 2000).

Esta situación representa un gran desafío para la humanidad de cómo enfrentar estos requerimientos de alimentos en un mundo donde los recursos naturales son cada vez más limitados, por lo que los sistemas de producción actuales demandan una mayor eficiencia y rentabilidad, sin efectos adversos en la degradación del medio ambiente, lo que implica la utilización racional de los recursos existentes a través de tecnologías que permitan cultivos de altas producciones (Pruginin *et al.*, 1988).

Como una alternativa que de respuesta a estos planteamientos que atañen nuestro futuro, surge la acuicultura, entendida como el cultivo de organismos acuáticos en sistemas controlados. La acuicultura representa una alternativa productiva con una amplia gama de especies para ser cultivadas que den respuesta a la demanda creciente de alimentos, por lo que hoy en día se ha

convertido en una actividad prioritaria para el país debido a que la cantidad de proteína obtenida de la agricultura y ganadería es cada vez más insuficiente para satisfacer a la gran población en constante crecimiento (Vinatea, 2000).

Así mismo, la acuicultura es considerada como un complemento de la actividad pesquera, no obstante se debe considerar que la acuicultura ostenta una tasa de crecimiento de aproximadamente 8% al año, con una producción aproximada de 30.3 millones de toneladas anuales, por lo que se espera que alrededor del 2025 la producción de esta actividad supere a la de la pesca, la cual se obtienen aproximadamente 90 millones de toneladas anuales y no puede crecer más debido al límite impuesto por el concepto de la "capacidad máxima sustentable de captura" (Vinatea, 2000). En México se reporta un producción pesquera nacional de 1'286,107 toneladas y apenas 36,013 toneladas derivadas de sistemas controlados (acuicultura) (Semarnap,1999).

La acuicultura es una zootecnia cuya biotecnología está en pleno desarrollo en la mayoría de los países, siendo uno de los cultivos que permite alta intensificación y por otra parte su producto tiene gran valor nutricional, por lo que su comercialización se puede promover tanto en nuestro país, como en el exterior. El cultivo de especies acuícolas tiene actualmente gran rentabilidad en países desarrollados como Estados Unidos, Japón y Francia. En México existen ya muestras que denotan los grandes beneficios que proporciona el cultivo de éstas especies (Guelorget *et al.*, 2000).

Particularmente, el género *Oreochromis* representa varias especies que debido a sus características biológicas es una alternativa para la producción de proteína animal a gran escala, sin embargo previo a la difusión y propagación de sus diferentes especies, estas deben ser evaluadas rigurosamente para asegurar cuales líneas son las más idóneas para su cultivo en nuestro país (Arredondo *et al.*, 1994).

Las expectativas planteadas en el momento de su introducción, hace 36 años, han sido sobrepasadas, ya que tan sólo en ese período la tilapia ha adquirido un lugar preponderante en el gusto del consumidor y ahora es posible encontrarla en los principales mercados del país a un costo accesible, compitiendo con otros tipos de carne (Morales, 1991).

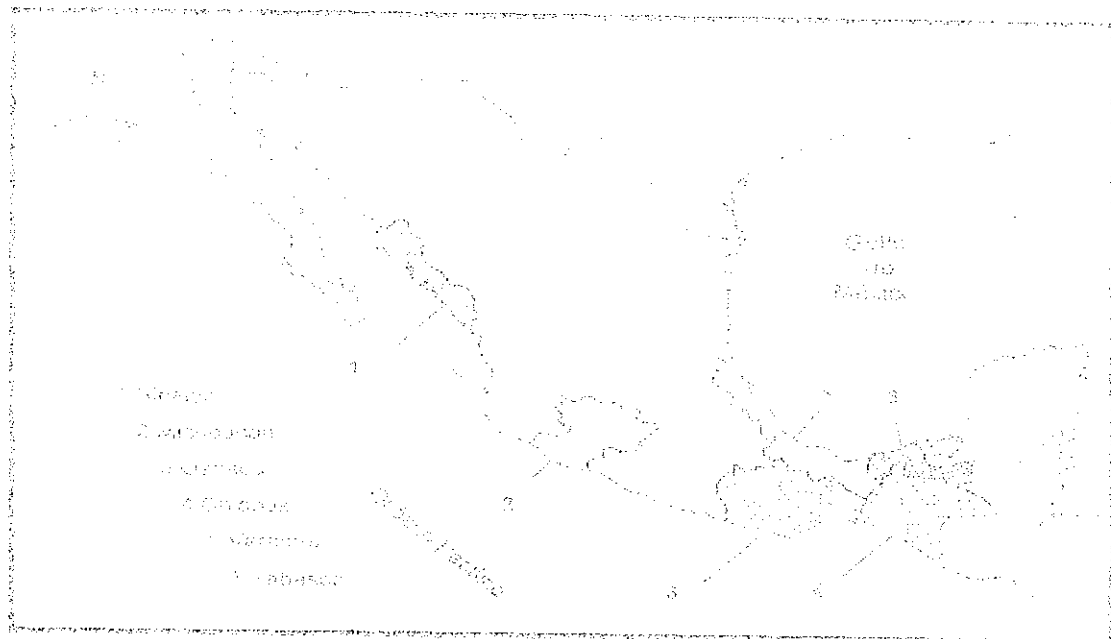
El número de unidades de producción que manejan esta especie se ha incrementado significativamente en los últimos años. En 1990, Olmos y Tejeda reportaron la existencia de 322 unidades distribuidas en toda la República, siendo operadas tanto por la iniciativa privada como por el sector social. Esto ha sido factible gracias a la gran demanda que se mantiene en algunas zonas, donde existe un hábito de consumo de tilapia. Además en México se dominan las técnicas para su cultivo, permitiendo desarrollar en forma óptima el proceso productivo (Morales, 1974).

Entre los principales datos biotecnológicos de ésta especie tenemos: Es un pez de agua dulce, cuyo cultivo ha dado pauta para el surgimiento de la piscicultura industrial, ya que presenta características adecuadas para su manejo en condiciones controladas, tiene buena conversión alimenticia y un rápido crecimiento.

El cultivo de tilapia, al igual que el camarón y el salmón, se está convirtiendo rápidamente en un proveedor de alimento fresco y congelado de alta calidad. Su carne es consistente y de gran valor nutricional por su fácil digestibilidad. (Redmayne, 2000).

Distribución.- La tilapia es la especie acuícola con mayor distribución a nivel mundial, ya que se encuentra en África, Asia, Europa, Australia y América. En México se le localiza principalmente en Michoacán, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Colima, Guerrero, Nayarit y Morelos (Morales, 1991) (figura 1).

Figura 1. Estados de la República Mexicana con mayor captura y producción de Tilapia.



Taxonomía:

Phylum:	Vertebrata
Subphylum:	Craneata
Superclase:	Gnathostomata
Serie:	Pisces
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Perciformes
Suborden:	Percoidei
Familia:	Cichlidae
Género:	<i>Oreochromis</i>
	<i>Tilapia</i>
Especie	<i>O. mossambicus</i> (Peters, 1852)
	<i>O. aureus</i> (Steindachner, 1864)
	<i>O. niloticus</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>O. urolepis hornorum</i> (Trewavas, 1966)
	<i>T. rendalli</i> (Boulenger, 1897)
	<i>T. zillii</i> (Gervais, 1848)
Líneas:	<p><i>O. niloticus</i>: Stirling, Egiptia, Israelí, Ghana, Senegal. <i>O. aureus</i>: gris, blanca (Rocky Mountain), roja, azul. <i>O. mossambicus</i>: gris, negra, roja, naranja.</p>

(Arredondo y Lozano, 1996; Trewavas, 1983; Morales, 1991).

Ciclo de vida: Las tilapias tienen un ciclo de vida bien definido en las etapas de huevo, alevín, cría, juvenil y adulto: Se reproducen entre 6 y 8 veces al año y

Ciclo de vida: Las tilapias tienen un ciclo de vida bien definido en las etapas de huevo, alevín, cría, juvenil y adulto: Se reproducen entre 6 y 8 veces al año y requieren para ello de temperaturas mayores a los 24°C. Su talla comercial varía de 250 a 500 g, la que alcanzan en un lapso de 6 a 12 meses, dependiendo de factores como temperatura, alimentación, densidad de siembra, calidad genética y manejo (Allison *et al.*, 1976; Chen y Prowse, 1964; Hickling, 1963).

Características de las especies de la familia Cichlidae: Los representantes de esta familia presentan coloración atractiva, sobre todo las especies nativas de Africa, América Central y la región tropical de Sudamérica. El cuerpo es comprimido y generalmente discoidal, raramente alargado. Se presenta en los machos un mayor crecimiento con respecto a la hembras. La boca es protráctil, generalmente ancha y a menudo con labios gruesos. Presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos. Pueden o no presentar freno en el maxilar inferior en la parte media debajo del labio. Las membranas branquiales están unidas por 5 ó 6 radios branquióstegos y se presentan branquiespinas en número variable según la especie. La parte anterior de las aletas dorsal y anal siempre es corta y consta de varias espinas y la parte terminal posee radios suaves los que en los machos están fuertemente pigmentados. La aleta caudal está redondeada, trunca o raramente escotada. La línea lateral está interrumpida presentándola en dos partes, la porción superior se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal, mientras que en la porción inferior aparecen varias por debajo de donde termina la línea lateral superior y se continúa hasta el final de la aleta caudal. Presentan escamas de tipo cicloideo; el número de vértebras puede ser de 8 a 40 (Arredondo y Guzmán, 1986) (figura 2).

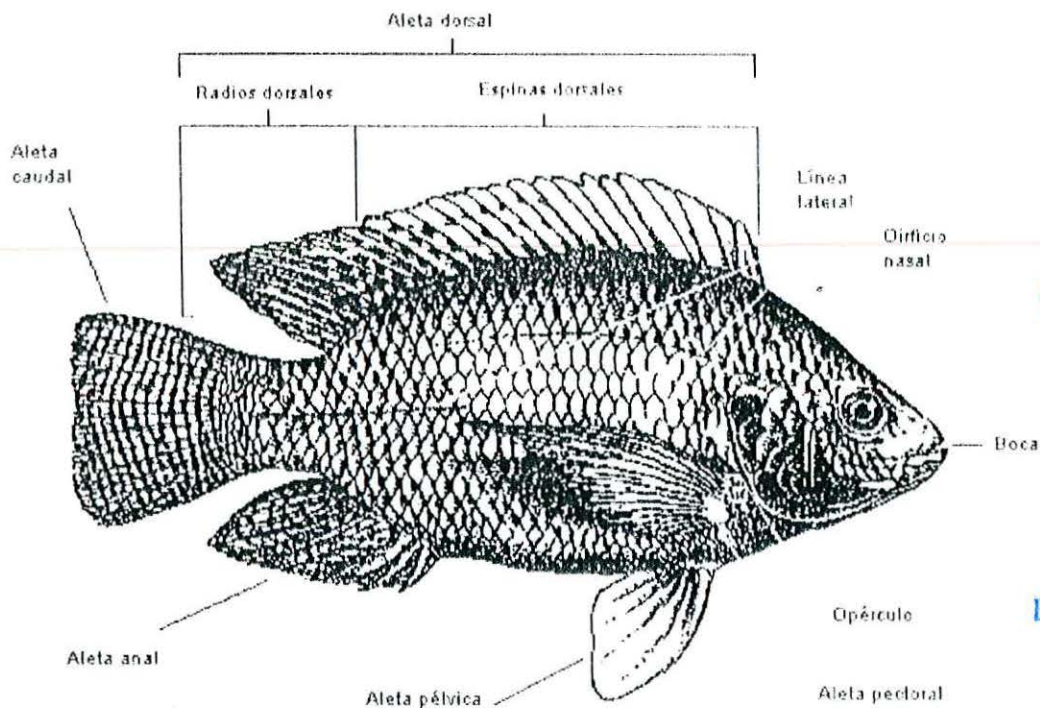


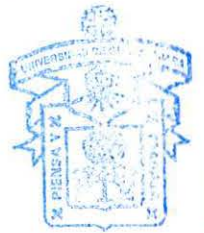
Figura 2. Anatomía externa de los géneros *Tilapia* y *Oreochromis*

Requerimientos óptimos: Temperatura de 28 a 30°C, oxígeno superior de 5 ppm, pH de 7-8, NH₃ menor de 0.1 ppm. En sistemas intensivos requiere alimentación balanceada con un 25-35% de proteína (Allanson y Noble, 1964; Badenhuizen, 1967; De Kimpe, 1971).

Métodos de cultivo.- Se puede cultivar en estanques rústicos; para cultivos extensivos y semi-intensivos, en jaulas, estanques circulares y "raceways" para cultivos intensivos e hiperintensivos (Morales, 1991).

La tilapia posee gran importancia en la producción de proteína de origen animal en las aguas tropicales y subtropicales de todo el mundo, principalmente en los países en desarrollo.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Por lo expuesto se considera a la tilapia como uno de los organismos más apropiados para la piscicultura en nuestro país, ya que presenta las siguientes ventajas para su cultivo:

- a) Biotecnología del cultivo desarrollada.
- b) Gran adaptabilidad a diversas condiciones ambientales.
- c) Fácil domesticación y manejo.
- d) Resistencia a enfermedades.
- e) Fácil aceptación de alimento artificial.
- f) Crecimiento rápido en condiciones controladas.
- g) Excelente conversión alimenticia.
- h) Carne de gran valor nutricional, consistente y buen sabor.
- i) Mercado abierto a nivel nacional e internacional.

Cuando en una zona determinada existe más de una especie de tilapia, las líneas puras corren el riesgo de mezclarse. Esto puede ocurrir cuando los alevines no seleccionados de diferentes especies pueden unirse a la población inadvertidamente y cruzarse con la línea pura cuando lleguen a la madurez sexual.

Esto constituye un problema cuando se trata de alevines híbridos, dado que estos son difíciles de distinguir de sus progenitores durante el periodo de desove.

Por lo anterior, resulta indispensable ejercer un control estricto para que los alevines provengan sólo de reproductores homocigóticos, evitando que otros alevines se introduzcan en el sistema de selección o cría. Esta práctica de manejo puede aplicarse únicamente si se utilizan tanques en condiciones controladas.

Este tipo de poblaciones puede dificultar el aspecto taxonómico en cuanto a su identificación. Las técnicas de identificación de tilapia han sido poco desarrolladas en comparación con otros aspectos, presentando ventajas

adicionales, ya que pueden ser utilizadas en cualquier estadio del ciclo de vida del pez.

Estudios en las tilapias han demostrado que existen proteínas (hemoglobinas y parvalbuminas) que se separan electroforéticamente en bandas características y diferentes entre las poblaciones estudiadas, como características diagnósticas diferenciales (Uribe-Alcocer *et al.*, 1989). Por ello, es necesario conocer tanto los patrones de algunas proteínas estructurales selectas presentes en las poblaciones de tilapias sujetas a explotación en nuestro país, como otros caracteres relevantes en su identificación. Esta información es útil además, en el manejo de las poblaciones y es relevante para la conservación de los recursos genéticos.

La importancia de la clasificación de los seres vivos va más allá de la simple agrupación de los organismos jerárquicamente o definición de especies. La necesidad de reconocer a plantas y animales individualmente y a nivel de población es imprescindible cuando se trata de especies de las cuales el ser humano puede obtener beneficios inmediatos.

Las pruebas que ayudan a definir a los organismos a nivel de especie han evolucionado, desde la sistemática fenotípica hasta el uso actual de herramientas técnicas que han permitido evidenciar otras características que puedan ayudar al taxónomo a resolver con mayor precisión su objeto de estudio. Los avances en embriología y bioquímica, así como en técnicas de microscopía óptica y electrónica posibilitan estudiar en detalle la estructura interna de las formas de vida más pequeñas. Estas pruebas comprenden aspectos morfológicos en el ámbito de ultraestructura, genéticos, isoenzimáticos y recientemente se ha explorado sobre las características de los sitios antigénicos presentes en la superficie celular de eritrocitos. Con el descubrimiento de las lectinas y su aplicación en estas pruebas, se ha abierto una posibilidad más para el esclarecimiento de las identidades específicas de los animales (Ingram, 1985).

Varios autores han descrito métodos para la identificación de especies de tilapia. Avtalion *et al.*, (1975), usaron suero sanguíneo; Chen y Tsuyuki (1970), utilizaron todos los tejidos, Herzberg (1978), usó músculo superficial y Kornfield *et al.*, (1979), también lo aplicaron a todos los tejidos.

Desde 1888 se descubrió que los extractos de la semilla de *Ricinus communis* Linnaeus y, un poco más tarde, el extracto de la semilla de *Abrus precatorius* Linnaeus (Leguminosae), provocaban la agrupación de eritrocitos humanos. A las moléculas responsables de la aglutinación se les dio los nombres de ricina y abrina, respectivamente. En 1908, Landsteiner y Raubitschek probaron que la intensidad de la aglutinación provocada por aglutininas de diferentes fuentes, variaba de acuerdo al origen de las células rojas probadas. Tabla 1 (en: Sharon y Lish, 1972).

Tabla 1. Títulos de aglutinación de eritrocitos de varias especies animales originados por extractos de angiospermas.

Fuente de Eritrocitos	Fuente de lectina			
	Frijol	Chícharo	Lenteja	Arveja
Humanos	800	40	20	20
Caballo	16000	128	64	128
Conejo	8000	1000	2000	200
Oveja	1600	4	-	-
Pichón	32 000	Débil	Débil	400
Carpa	800	400	200	10
Rana	400	80	-	8

Fuente: Sharon y Lish, 1972.

- = no reportada

El interés sobre las sustancias aglutinantes de células sanguíneas creció y la investigación se centró en las provenientes de plantas fanerógamas, particularmente las pertenecientes a la familia Leguminosae.

La primera lectina que se aisló fue de la leguminosa *Canavalia ensiformis* (Linnaeus) y se le denominó concanavalina "A" (Sharon y Lish, 1972). Summer y Howell en 1936 (citado en Sharon y Lish, 1972), descubrieron que la concanavalina "A" purificada precipitaba glucógeno en una solución de almidón y que la actividad hemaglutinante se inhibía al agregar azúcar de caña. Esto sugirió que la actividad de la concanavalina "A" podría ser una consecuencia de la reacción entre la proteína con los carbohidratos presentes en la superficie de los eritrocitos.

Las lectinas de origen vegetal han sido estudiadas debido principalmente a sus propiedades químicas y bioquímicas, que las hacen sustancias útiles como pruebas para el estudio de las funciones biológicas en animales.

Una característica que comparten todas las lectinas es la capacidad de unir específicamente azúcares situados sobre la superficie de la membrana y pared celular, incluyendo las de linfocitos y eritrocitos, haciéndolas moléculas importantes en la caracterización de la superficie de todas las células de mamíferos (Alvarez *et al.*, 1999).

Las lectinas han sido utilizadas también como modelo para estudiar las interacciones de tipo antígeno-anticuerpo en la respuesta inmunológica. El mecanismo por el cual actúan es a través de la unión de moléculas de carbohidratos de las glicoproteínas o glicolípidos de la superficie celular, a los sitios activos de la molécula de la aglutinina. Dicha característica ha favorecido el uso de estas moléculas en variadas aplicaciones. El potencial de utilización de estas moléculas es aún desconocido, sin embargo, cada vez más investigadores en el mundo se interesan en encontrar aplicaciones que permitan hacer más fácil el trabajo en todos los campos del conocimiento, donde las lectinas pueden ser herramientas importantes (Sharon y Lish., 1972).

La mayor concentración de lectinas se presenta en las semillas, sin embargo, se pueden encontrar diferentes proporciones de lectinas en otras estructuras de la planta tales como tallos, hojas y raíces. Algunas de las principales propiedades y usos que se les han dado a las lectinas se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. **Propiedades y usos de las lectinas**

Propiedad	Aplicación
Especificidad por grupos Sanguíneos humanos	Tipificación de grupos sanguíneos; estudios estructurales de sustancias útiles en la tipificación; identificación de nuevos grupos sanguíneos.
Nutrición en animales	Estudios del valor nutrimental de los alimentos para animales.
Inducción de mitosis en linfocitos	Estudios de la constitución cromosómica de las células y detección de anomalías cromosómicas.
Aglutinación de células malignas	Investigación de la arquitectónica de las superficies celulares y de su cambio debido a la transformación.
Precipitación de polisacáridos y glucoproteínas	Aislamiento, purificación y estudios estructurales de polímeros que contienen carbohidratos; modelo de reacciones antígeno-anticuerpo.
Unión de azúcares	Estudios de sitios de unión específica sobre proteínas.

Fuente: Sharon y Lish.,(1981).

Las lectinas de las macroalgas marinas han recibido escasa atención, no obstante, actualmente se sabe que se les encuentra en una gran cantidad de representantes de las divisiones Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta y que tienen propiedades hemaglutinantes características semejantes a las de las aglutininas reportadas en angiospermas (Hori *et al.*, 1988).

La identificación de aglutininas algales y su uso suponen una herramienta potencial en el estudio de la superficie celular, sobre todo aquellas lectinas cuyos azúcares inhibidores sean conocidos, pudiendo ser utilizadas en la diferenciación de especies de peces, de acuerdo con la respuesta diferencial de aglutinación de los tipos sanguíneos propios de cada subespecie o línea. Esta posibilidad de servir como marcadores genéticos, capaces de mostrar la variabilidad de los determinantes antigénicos presentes en la superficie celular, hace que las lectinas puedan servir para la tipificación de las modificaciones en la membrana de los eritrocitos de varias especies animales (Muñoz *et al.*, 1987c).

Considerando las características expuestas de las lectinas, parece atractiva la idea de poder aplicarlas en la identificación de variabilidad debida a la aglutinación que pueda presentarse como consecuencia del manejo genético que se ha dado en peces sometidos a cultivo. Esta aplicación ayudaría a solucionar el problema del mejoramiento genético en las especies de tilapias introducidas a México.

Para mantener la calidad de las especies que se importan y ofrecer a los productores líneas de alto valor productivo, es necesario contar con un banco de genoma, que asegure la disposición de especies idóneas desde el punto de vista del productor. Para ello, se requiere de estudios especializados, en donde se tenga un control estricto de las poblaciones, asegurando con ello sus características de origen, variabilidad genética y calidad sanitaria (Arredondo *et al.*, 1994).

Las posibilidades de mejoramiento en tilapia son excelentes y es muy importante el impulso de estos estudios en países en vías de desarrollo, como México. Desafortunadamente en Latinoamérica son muy pocos los laboratorios y los conocimientos adquiridos sobre el tema, por lo que rara vez son llevados hacia los productores, punto de gran importancia que debe ser considerado en un programa de mejoramiento.

Arredondo *et al.* (1994), explican la problemática de las tilapias en nuestro país afirmando que la producción actual se deriva de 75 ejemplares que fueron traídos a México en diferentes etapas y además exponen, que el manejo que se ha dado a estas especies, no ha sido el correcto, ya que en su gran mayoría los peces han sido liberados en presas y cuerpos de agua epicontinentales sin un seguimiento adecuado de sus condiciones reproductivas, por lo que se tienen problemas de hibridación no controlada y aún más peligroso, un alto índice de endogamia. La actividad reproductora sin control, provoca una reducción crítica en el intercambio genético de las especies presentes en los cuerpos de agua y trae como consecuencia la probabilidad de producir peces con deformaciones y más propensos a enfermedades.

Tejeda (1987), concluye que en México se cuenta con un total de cinco líneas de diferentes orígenes, por lo tanto se estima conveniente evaluar las poblaciones introducidas en el país, con el fin de caracterizarlas.

La caracterización de las líneas de tilapia presentes en nuestro país, ha sido abordado por investigadores del Departamento de Hidrobiología en la Universidad Autónoma Metropolitana de Iztapalapa. Sin embargo se requieren estudios en el ámbito regional que permitan atender la demanda del sector acuícola en nuestro Estado.

ANTECEDENTES

Los antecedentes sobre la aplicación de las lectinas de angiospermas en el mundo son realmente escasos, al igual que el uso de lectinas algales con este propósito. A continuación se describen los trabajos más importantes en este campo: Sinderman (1962), y Utter *et al.*, (1964), encontraron diferencias individuales en los títulos de aglutinación entre especies de la familia Cuploideae utilizando lectinas de plantas terrestres.

Utilizando el mismo modelo anteriormente expuesto, Utter *et al.*, (1964), citado en Ridway (1969), descubren variabilidad antigénica en los eritrocitos de varias especies de salmones del género *Onchorynchus*. Posteriormente, Vann y Cushing (1966), reportaron variaciones individuales en la respuesta a la aglutinación de los eritrocitos del bonito de California (*Sarda chilensis* Cuvier) con la lectina de *Dolichos biflorus* y la relacionaron con la clase de edad de los peces, es decir, con el tamaño del pez, encontrando que a mayor tamaño del animal, se presentó mayor título de aglutinación.

Kuhns y Chuba (1968), demuestran la presencia de diferencias intragenéricas en los tipos de sangre de Ictalúridos. Utilizaron técnicas de isoimmunización, lectinas de angiospermas y heteroaglutininas de otras especies de peces y humanas.

En 1980, Rogers *et al.*, investigaron 49 macroalgas marinas, 7 líquenes supralitorales, 2 especies de pastos marinos, 3 esponjas, 5 celenterados, 4 anélidos poliquetos, 6 artrópodos crustáceos, 3 equinodermos y 4 cordados (ascidias), sin obtener respuesta específica hacia ningún tipo de células rojas. En este trabajo también se reportó la hemólisis provocada por los extractos de algunos animales.

El primer trabajo donde se probó una lectina algal contra eritrocitos de especies animales, fue el realizado por Shiomi *et al.*, (1980). En este trabajo se reportó aglutinación para todos los eritrocitos de animales probados (caballo, vaca, oveja, conejo, cobayo, ratón y pollo). Shiomi *et al.*, (1981), purificaron una aglutinina de la rodofícea *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss presente en la primera fracción resultante de cromatografía de exclusión molecular y que denominaron por esto GVA-1. Esta proteína fue activa con células rojas de varios animales, las mismas especies probadas por Shiomi *et al.*, (1980), añadiendo a la lista de eritrocitos aglutinados por esta lectina los de la carpa (*Carassius auratus*).

Una de las aplicaciones de las lectinas algales que ha sido poco explorada es su posible uso en pruebas serológicas con peces y en particular con especies sometidas al cultivo, de las cuales se pone en tela de juicio la pureza de sus características específicas.

El primer hallazgo de reacción de eritrocitos de peces dulceacuícolas con lectinas de macroalgas marinas lo realizó Shiomi *et al.*, (1981), al descubrir actividad positiva de las hypninas, aisladas de *Hypnea japonica*, con eritrocitos de *Cyprinus carpio* Linnaeus.

Muñoz *et al.*, (1987c), realizaron un estudio en el cual, por primera vez se utiliza lectinas algales y eritrocitos de peces marinos, este trabajo puso de manifiesto que existen receptores en la superficie de estas células para las lectinas; aquí se sometieron a estudio 16 especies de peces marinos contra extractos crudos de 16 algas marinas de la división Phaeophyta. Posteriormente, Muñoz *et al.*, (1987b), propusieron que la aglutinación diferencial de eritrocitos de dos variedades del pez marino *Labrus bergylta* Ascanius, puede servir como un nuevo criterio auxiliar en la detección de diferencias intraespecíficas en este organismo.

Se ha investigado sobre la posible aplicación práctica de las aglutininas de origen algal como reactivos para el reconocimiento y caracterización de subpoblaciones de peces o como marcadores genéticos en acuicultura (Muñoz *et al.*, 1987b.; Muñoz *et al.*, 1987c.). También como auxiliares en la investigación de procesos fisiológicos, anatomía y función celular (Fábregas *et al.*, 1988a y 1988c).

Fábregas *et al.*, (1992); aumentan el número de especies algales probadas a 29 pardas, 37 rojas y 4 verdes, contra los eritrocitos de las 16 especies de peces marinos, encontrando respuesta positiva de los eritrocitos con todas las algas probadas y estableciendo que estas pruebas serológicas pueden ser una herramienta útil para reconocer el origen de las poblaciones de peces y que estas diferencias serológicas permitirán distinguir entre peces cultivados y los provenientes de poblaciones en la naturaleza.

Uno de los trabajos más recientes sobre la tipificación de sangre de peces lo realizaron Tong y Wu (1993), los cuales inmunizaron conejos con sangre de *Carassius auratus* (carpa común) y Tiburones (*Squaliformes Selachii*), obtuvieron el suero de los conejos y lo probaron con los mismos peces. Sus resultados demostraron la presencia de dos antígenos diferentes (figura 3).

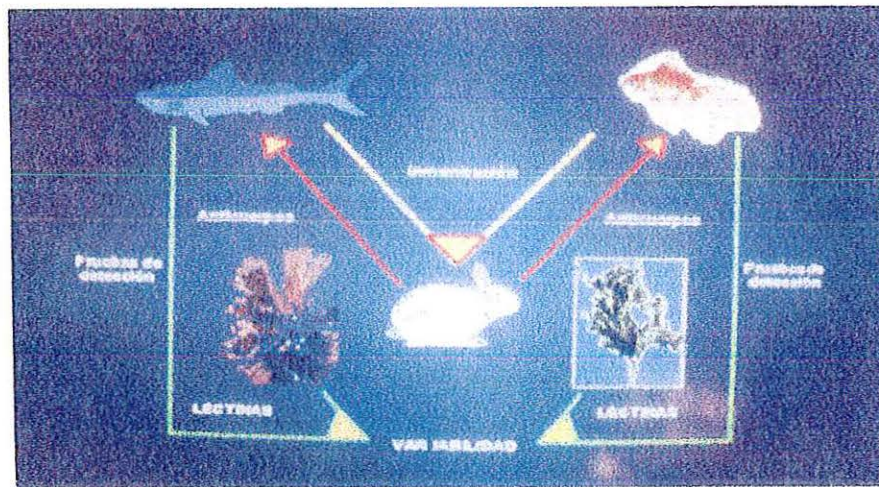


Figura 3. Tipificación de sangre de peces (Tong y Wu., 1993)

Con respecto a la diferenciación de líneas o variedades de *Oreochromis*, y tomando en consideración los antecedentes expuestos, con el presente trabajo se pretende aportar conocimientos al campo biológico, que si bien se ha investigado con algunas especies, debe hacerse hincapié que la mayoría de los trabajos que comprueban la variación de los antígenos de la superficie de los eritrocitos de peces, se han desarrollado en gran medida con peces marinos y aunque sí existen antecedentes de trabajos realizados con especies dulceacuícolas, los integrantes de la tribu Tilapiini no han sido sujetos a experimentación con lectinas.

En cuanto a evaluación de líneas desde el punto de vista productivo, la mayoría de los trabajos realizados sobre la tilapia se han aplicado a cuatro especies debido a su importancia económica: *Oreochromis aureus*, *O. mossambicus*, *O. niloticus* y *O. urolepis Hornorum*. Los temas más desarrollados en este campo son: la inherencia de fenotipos cualitativos, evaluación de líneas, herencia, experimentos de selección, endogamia, cruza intraespecíficas, hibridación interespecífica, influencia de los factores ambientales sobre estudios genéticos y la manipulación del número de los cromosomas (Tave, 1988). Lo anteriormente señalado resalta la importancia del mantenimiento de varias líneas que puedan funcionar como fuentes adicionales de información genética a través de la hibridación, por lo que la pérdida de la variabilidad genética, originada por la selección prolongada, endogamia, aislamiento, contaminación y otras, dan como resultado una pérdida de potencial de adaptabilidad en la población (FAO, 1980).

Khather (1985); Khather y Smitherman, (1988) y Jayaprakas *et al.*, (1988), evaluaron las líneas de *O. niloticus* de la Universidad de Auburn, Alabama, E.U.A., procedentes de Egipto, Ghana y Costa de Marfil en África. Estos autores encontraron que la línea genética de Egipto fue la más tolerante al frío, presentó el crecimiento más rápido, la mejor pigmentación y la mayor variabilidad isoenzimática con respecto a las otras dos líneas.

Uraiwan y Phanitchai (1986), encontraron que la línea Chitralada de *O. niloticus* (originaria de Egipto vía Japón) tenía una tasa de crecimiento más rápido que la línea de Israel (originaria de Ghana). Hulata *et al.*, (1985), observaron que las hembras de la línea Ghana tienen un mayor índice de desove y fecundidad que las hembras de otras líneas de *O. niloticus*.

Las experiencias anteriores demuestran que el rápido crecimiento, la facilidad de reproducción con otras especies y la tolerancia a bajas temperaturas pueden ser mejoradas por la selección de una línea apropiada (Tave, 1988).

Pullin y Capili (1988) recomiendan que todos aquellos trabajos sobre evaluación de líneas de tilapia se deben enfocar a aspectos de conservación de las poblaciones naturales, colecciones de peces vivos y bancos de genoma.

La tecnología disponible para un banco de genoma de peces se encuentra restringido al mantenimiento de colecciones de peces vivos y criopreservación de germoplasma, pero se requiere además de un control riguroso de calidad y el manejo de una base de datos (Arredondo *et al.*, 1994).

Un Banco de Genoma no debe ser sólo un depósito de líneas puras o mejoradas, sino debe tener la capacidad de evaluar la calidad y el rendimiento de su propia población y de todas las líneas o especies nuevas que se consideren importantes para la acuicultura regional.

Por otra parte debe caracterizar las líneas disponibles en toda la región y acopiar gradualmente datos comparativos sobre el rendimiento de las mismas, en las múltiples condiciones ambientales y de cultivo que se dan en nuestro ámbito regional de influencia, lo anterior permitirá adoptar decisiones con respecto a las líneas que conviene seleccionar para la optimización de las actividades acuícolas.

El presente trabajo pretende contribuir a la solución de este problema por medio de estudios que avalen la introducción de determinadas líneas de *Oreochromis*, según criterios biológicos y productivos para su explotación comercial.

Es también fundamental resaltar que estos estudios que implicaron la aplicación de una lectina que se utiliza directamente con la sangre de los peces, sin necesidad de desarrollar antisueros, convirtiéndola en una prueba fácil y rápida para revisar las condiciones de las especies bajo cultivo. Por tanto, la aplicación de esta lectina algal para diferenciar especies de peces, constituye una herramienta de utilidad taxonómica barata y sencilla de realizar.

Considerando lo anterior se puede resaltar la importancia y beneficios que representa la realización de este estudio, en el que se caracterizaron desde el punto de vista biológico y productivo diferentes especies y líneas del género *Oreochromis* para apoyar al desarrollo de organismos seleccionados que favorezcan la producción acuícola a través de un banco de genoma.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .

La mayor parte de la producción actual de tilapia en México se derivó de los ejemplares introducidos en 1964, por lo que se corre el peligro de sufrir una endogamia, que representa una reducción crítica en el intercambio genético, ocasionando una baja en la tasa de crecimiento y, por lo tanto en el rendimiento acuícola, pudiendo traer como consecuencia producir peces deformes y más propensos a enfermedades.

Para evitar lo anterior, es necesario caracterizar, bajo las condiciones particulares que predominan en el territorio nacional, nuevos lotes de las líneas que han demostrado una gran adaptabilidad a nuestro medio.

Con criterios de selección adecuados como son las características biológicas y productivas, se puede determinar que especies o líneas son más idóneas para su cultivo y siembras, así mismo contar con bancos de genoma de líneas genéticamente homogéneas para asegurar su calidad a los productores.

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar aspectos biológicos y productivos de cinco líneas de tilapia del género *Oreochromis*.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Diferenciar las especies y líneas de cíclidos del género *Oreochromis* introducidos en México, con métodos de aglutinación utilizando la lectina del alga *Codium giraffa* y por sus características fenotípicas.

- 2) Determinar diferencias en la reproducción de machos y hembras de cada una de las 5 líneas de tilapia.

- 3) Evaluar el desarrollo, conversión alimenticia, rendimiento en carne y viabilidad de las 5 líneas de tilapia (*Oreochromis spp*).

MATERIALES Y METODOS

Instalaciones y monitoreo de parámetros físico-químicos del agua.

Con objeto de contar con las condiciones adecuadas para los organismos en estudio, se construyó un invernadero con 15 estanques circulares con fondo cónico y capacidad de 1,000 litros cada uno (figura 4), con circulación de agua constante en un sistema semicerrado, por medio de un depósito general a través del cual se reciclaba el agua mediante una bomba sumergible. El agua fue tomada de un pozo artesano ubicado al sur de las instalaciones, así mismo se contó con aireación constante por medio de un aereador de 1/3 de caballo.



Figura 4. Invernadero con tinas para reproducción y crianza.

Anexo al sistema de recirculación se contó con un tinaco con agua limpia y mantenida a una temperatura estable de 30 °C mediante termostatos, esta agua se vertía al sistema de recirculación cada 24 hrs (recambio de agua, para eliminar los desechos) así mismo se contó con un sistema de filtrado físico, químico y biológico.

Previo a la etapa experimental y durante el desarrollo del mismo, se realizó un análisis de la calidad del agua en el sistema de cultivo y en el pozo profundo. Los parámetros registrados fueron: la temperatura del agua, el pH y el oxígeno disuelto, mediante un oxímetro YSI modelo 57 y un potenciómetro digital Orion. La dureza total, los cloruros y los nitritos mediante técnicas estándar (Greenberg *et al.*, 1992).

Caracterización biológica.

Esta parte se llevó a cabo en dos etapas.

1) Identificación de las especies.

Las especies y líneas utilizadas en este trabajo fueron las siguientes: a) el híbrido Rocky Mountain blanco (que corresponde a una cruce seleccionada de *Oreochromis aureus* por *O. niloticus*); b) la *Tilapia* del Nilo *Oreochromis niloticus* línea Egipcia, c) la *Tilapia* *O. niloticus* línea Stirling; d) la tilapia de Java (*O. mossambicus*) naranja y e) la tilapia gris (*O. aureus*). Los reproductores de tilapia fueron proporcionados por la Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), específicamente del Centro Acuícola de Zacatepec, Morelos (las tres primeras), del Centro Acuícola de Chametla, Sinaloa (*O. aureus*). Además de Desert Fish Farm, del estado de California, EUA se consiguió la última línea de estudio (*O. mossambicus*). Estas especies y líneas han sido utilizadas en actividades acuícolas en la República Mexicana desde hace varios años.

Una vez en las instalaciones de la Universidad de Guadalajara los peces fueron adaptados durante 2 semanas con objeto de aclimatarse a las mismas condiciones previo al estudio.

Para estar seguros de la identificación de las especies, se utilizaron las claves de Arredondo (1975) y Arredondo y Guzmán (1986). Se tomaron diez organismos adultos de cada especie y línea que fueron observados con luz visible detenidamente por tres personas, con objeto de establecer un previo consenso acerca de las características fenotípicas de coloración en cinco regiones del cuerpo.

2) Pruebas de aglutinación diferencial de los eritrocitos.

Realizada la identificación a través de sus características morfométricas, merísticas y de coloración y para confirmar la identidad de las especies y líneas que se utilizaron en este estudio, se realizaron pruebas biológicas utilizando la lectina del alga *Codium giraffa*, que de acuerdo con Alvarez *et al.*, (1999), permite obtener información relevante acerca de su identidad específica y poder separar las especies, lo que permite reforzar la identificación fenotípica. Para esto se procedió a extraer sangre de los peces utilizando la punción cardíaca, según la técnica sugerida por Llovo *et al.*, (1987). El ángulo de entrada fue de 70 a 80 grados con respecto al plano dorsal, con punto de entrada en el primer cuarto, resultante de dividir en cuatro la distancia entre el vértice del opérculo y el comienzo de las aletas ventrales. Se ajustó la penetración de la aguja hasta 1 a 1.5 cm aproximadamente, habiendo tomado en consideración el tamaño del pez.

La sangre fue recogida directamente en una jeringa desechable que contenía como anticoagulante 1 ml de citrato de sodio al 3% en solución reguladora de fosfatos (PB) 100mM, pH 7.2.

Para los ensayos de aglutinación, se preparó una solución de eritrocitos al 2% con PB, la cual se transportó a una temperatura entre 4 y 6 °C. En el laboratorio se formalizaron los eritrocitos de acuerdo con el método propuesto por Nowak y Barondes (1975).

Se realizó la prueba de aglutinación con la lectina del alga *Codium giraffa*, utilizando eritrocitos formalizados (EF) que son los más sensibles para detectar la aglutinación (Hori *et al.*, 1981; Fábregas *et al.*, 1988b), en placas de microtitulación de fondo en "U" (figura 5) en el siguiente orden: a) a todos los pozos se les agregó 50 μ l de PB, b) al segundo pozo se le añadió 50 μ l de extracto algal y a partir de este pozo se realizaron diluciones dobles seriadas. El último volumen tomado de la dilución se desechó.

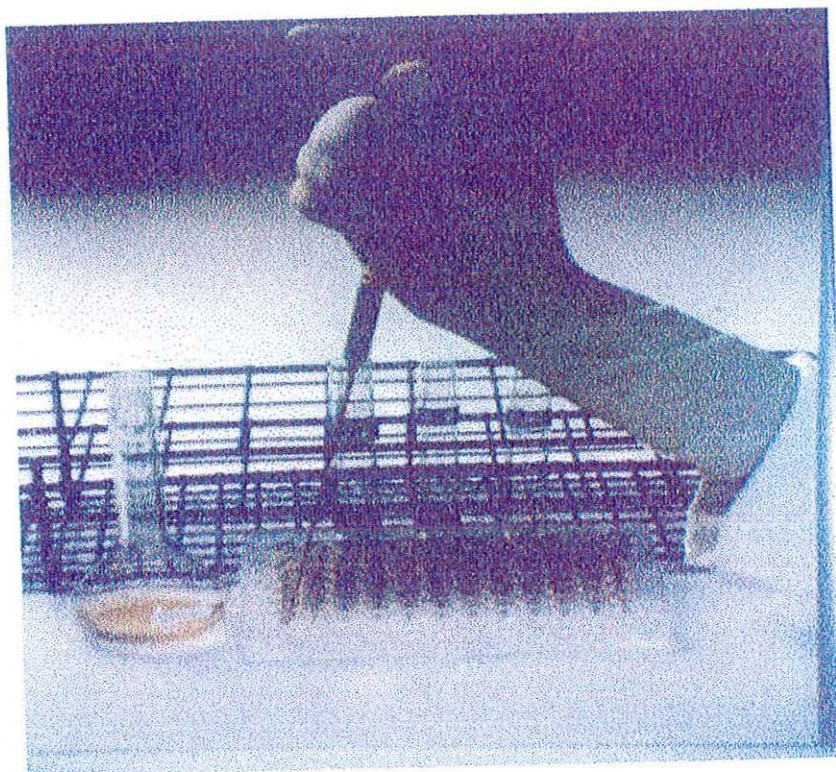


Figura 5. Prueba de aglutinación con lectina en placas de microtitulación.

Finalmente se agregaron 50 μ l de solución al 2% de EF. Se dejaron reposar las placas por 2 horas. La aglutinación se determinó macro y microscópicamente. El título se reportó como la más alta dilución doble en la cual se presentó hemaglutinación (Muñoz *et al.*, 1987c).

Para comprobar si había diferencias o semejanzas entre las especies o variedades estudiadas, se utilizaron diez ejemplares de cada especie o líneas y

se realizaron tres repeticiones de cada ensayo de aglutinación. La unidad experimental estuvo representada por cada uno de los pozos de la placa de microtitulación. Como grupo testigo se utilizó PB y los eritrocitos de pez sin añadir lectina.

Para comprobar que los datos obtenidos pertenecían a una población con distribución normal, se realizó un análisis de homogeneidad de varianzas de Bartlett, consistente en una modificación de la prueba de Newman-Pearson (Steel y Torrie, 1988). Esta prueba parte de la base de que los datos son normales y comprueba la distribución gaussiana, más que la heterogeneidad de los mismos (Sokal y Rohlf, 1969).

Se planteó la siguiente prueba de hipótesis:

$H_0: \sigma^2 = \sigma^2$ los datos poseen distribución normal

$H_a: \sigma^2 \neq \sigma^2$ los datos no poseen distribución normal

Para estudiar la variabilidad en la aglutinación media, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), donde la fuente de variación fue la máxima dilución que presentó aglutinación de la sangre. Los niveles estuvieron representados por las especies o variedades de tilapia.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n$

H_a : Al menos una de las medias es distinta, es decir, existe diferencia en las medias de aglutinación para al menos una subespecie de pez.

Una vez realizado el ANDEVA se aplicó la prueba de Newman para obtener la agrupación de medias con respuesta similares y aquellas que formaron grupos distintivos, así mismo se realizaron pruebas de rangos múltiples para determinar diferencias significativas entre las medias.

Caracterización productiva.

Esta parte del trabajo se llevó a cabo en tres procesos.

1) Reproducción.

Esta primera etapa se realizó en las instalaciones del Departamento de Ingeniería de Proyectos de la Universidad de Guadalajara, en la Ciudad de Zapopan, Jalisco. El lugar de estudio se encuentra a una altura de 1,560 metros sobre el nivel del mar (Inegi, 1996).

De las especies y líneas a caracterizar se seleccionaron 60 reproductores, los cuales fueron colocados a una proporción de 3 hembras por un macho en cada estanque (López, 1990), con una densidad de 4 organismos por metro cúbico, lo que representó un total de 12 organismos de cada especie y líneas (9 hembras y 3 machos). En su selección se procuró que fueran lo más uniforme posible con un peso promedio entre 180 y 200 g, para evitar que la tasa reproductiva fuera influenciada por el peso de los reproductores.

Los lotes de reproductores se aclimataron durante un periodo de 15 días para obtener alevines en la tercera semana de iniciado el estudio, momento en el que se retiraron los reproductores y se evaluó la tasa reproductiva mediante el conteo del número de alevines extraídos directamente de la cavidad bucal de las hembras, en los diferentes lotes (Macintosh y Little, 1995). Así mismo, se registro el peso promedio (g) y talla de los alevines (cm), evaluándose el número de alevines producidos por peso en gramo de la hembra progenitora.

En el caso de los machos, se seleccionaron tres reproductores de cada una de las cinco especies y variedades a evaluar, los cuales fueron colocados en cada estanque por separado. En su selección se procuró que fueran lo más uniforme posible, para evitar diferencias influenciadas por el peso o la edad de los

reproductores; así mismo se mantuvieron en condiciones similares de temperatura, alimentación y condiciones generales de confinamiento (flujo de agua, oxígeno disuelto, etc.).

A los machos se les evaluó el semen mediante espermatobioscopia registrándose los siguientes parámetros: a) volumen (ml), b) motilidad (%), c) viabilidad (%) y d) número de espermatozoides ($\text{ml}/10^6$), repitiendo dichas evaluaciones cada semana durante tres ocasiones, con lo que se contó con 9 repeticiones por cada una de las especies y líneas.

Para la extracción del semen se anestesió a los machos sumergiéndolos en una solución de xilocaina al 2%, con carbonato de sodio al 0.65%, durante 1 minuto, posteriormente se sujetaron con una franela y se les aplicó una suave presión con los dedos índice y pulgar en dirección caudal provocando así la salida de líquido seminal el cual se colectó mediante una jeringa con punta roma, la extracción del semen terminó cuando aplicando la presión el flujo fue nulo (Rodríguez, 1992).

El semen extraído de esta manera fue colectado directamente de la papila genital, evitando la contaminación con la orina y/o el excremento del mismo animal. Una vez extraído el semen y evaluado su volumen de manera directa en la jeringa, se procedió a evaluar de inmediato el porcentaje de motilidad del mismo, para lo cual se colocó una gota del líquido seminal en un porta objetos y se observaron los espermatozoides al microscopio óptico con el objetivo de 40x, registrando el tipo de movimiento que presentaban los espermatozoides y realizando la evaluación de acuerdo con Coffin (1986).

Para determinar la viabilidad de los espermatozoides, se colocó una gota de semen en un porta objetos y se mezcló con una gota de solución eosina-nigrosina (1.6 y 10 %), realizando un frotis. Los espermatozoides muertos se tiñeron de rojo y rosa, mientras que los vivos permanecieron transparentes, esto fue apreciable con el microscopio óptico con el objetivo de 100x (Rodríguez, 1992).

El conteo de espermatozoides se llevó a cabo utilizando la técnica descrita por Coffin (1986) y Evans y Maxwell (1990), la cual consistió en lo siguiente: .

- 1.- Mezclar la muestra por inversión de la jeringa conteniendo el semen.
- 2.- Colocar el semen en un vidrio de reloj o portaobjetos.
- 3.- Llenar la pipeta para glóbulos rojos hasta la marca de 0.5 con el semen.
- 4.- Diluir con solución diluyente hasta la marca 101 y agitar la pipeta para homogenizar la muestra.
- 5.- Llenar la cámara de Neubauer (desechando las primeras 3 gotas) y realizar el conteo del esperma contenido en los cuatro cuadros grandes de las esquinas y en el cuadro central entero, contando únicamente las cabezas y descartando las colas.

El cálculo se realizó de la manera siguiente: el total de los cinco cuadros multiplicado por dos es igual al número de espermatozoides por milímetro cúbico del líquido diluido. Este número se multiplicó por 200 para obtener el número de espermatozoides por mm^3 de semen y posteriormente por 1,000 para obtener el número por mililitro (ml). Finalmente se multiplicó esta cifra por la cantidad total de semen expresada en mililitros para obtener el total de elementos eyaculados.

2) Crianza.

Se llevó a cabo en las instalaciones del Campus Los Belenes y tuvo una duración de un mes. Las crías producidas en el estudio reproductivo anterior, se revertieron para contar con organismos monosexo (100 % machos), mediante la técnica de reversión sexual con la aplicación de la hormona alfa metil-testosterona (Delgadillo, 1996., Alvendia y Carino,1988). Una vez revertidas las crías mediante este proceso, se introdujeron 1,000 organismos por metro cúbico de las 5 especies y líneas estudiadas.

Dos veces al día se registraron algunos parámetros de la calidad del agua como la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto, mediante un potenciómetro digital marca Orion y un oxímetro YSI modelo 57.

Semanalmente, se realizaron biometrías de los organismo como son el peso total (g), longitud total (mm), mortalidad y consumo de alimento con objeto de evaluar el factor de conversión alimenticia (FCA) y ajustar ración de alimento aplicado cada día.

3) Engorde.

Las crías obtenidas en la fase anterior se trasladaron al Centro Acuícola de Jala (figura 6), ubicado en las inmediaciones del Ejido La Madrid, en Tecoman, Colima: Perteneciente a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), con objeto de continuar el estudio de desarrollo en la etapa de engorde.



Figura 6. Centro Acuicola de "Jala"

A semejanza del estudio anterior, con objeto de contar con 3 repeticiones para cada uno de los 5 lotes a evaluar, se acondicionaron 15 estanques de cemento (figura 7), con las siguientes dimensiones: 3 m de largo, 2 m de anchura y 1 m de profundidad (6 m^3), en los cuales se colocaron 10 organismos/ m^3 de cada una de las especies y variedades a evaluar de acuerdo con Morales (1991).

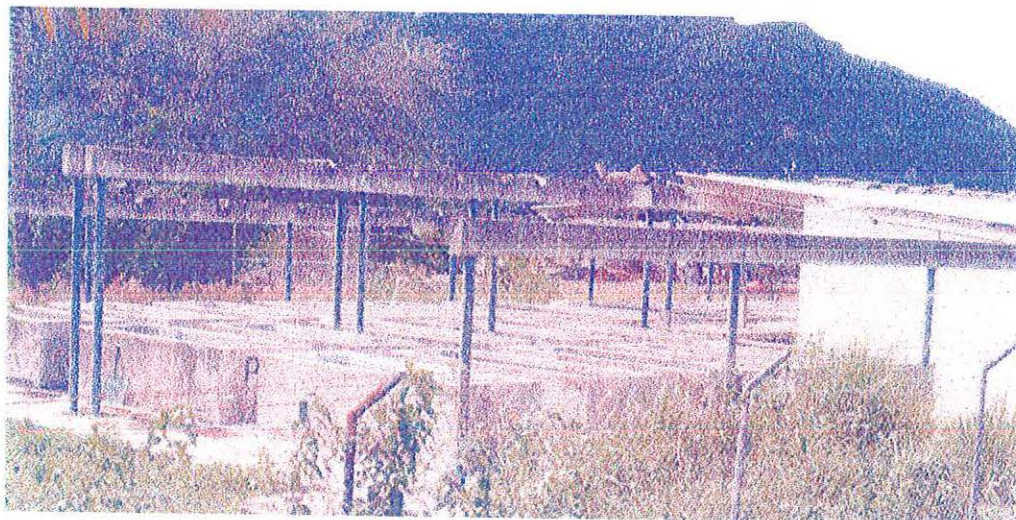


Figura 7. Estanquería de cemento en Centro Acuicola de Jala

Para su alimentación se utilizó un alimento balanceado comercial peletizado de la marca Anderson Clayton, de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la especie cultivada y a sus etapas productivas.

Los peces fueron alimentados diariamente con el 2 y el 5% de su biomasa corporal diaria (Morales, 1988), considerando la temperatura del agua y la talla de los peces, para lo cual se realizaron diariamente registros de temperatura a través de termómetros colocados dentro de los estanques. Semanalmente se realizaron biometrías lo que permitió evaluar el desarrollo de los peces y de esta forma indicar la cantidad de alimento a suministrar, datos con los que se calculó la conversión alimenticia en cada una de las líneas evaluadas. Por otra parte esto sirvió para observar el estado de salud de los organismos cultivados, registrándose las eventualidades que se presentaron y las medidas correctivas aplicadas.

Así mismo como ya ha sido mencionado, se registraron los parámetros fisico-químicos del agua, para lo cual diariamente se midió la temperatura máxima y mínima del agua, el oxígeno disuelto y el pH. Se contó con una circulación constante de agua con objeto de mantener aceptables las condiciones de los parámetros de calidad del agua, eliminando el desecho de alimento y las excretas de los peces, favoreciendo la oxigenación de los estanques y el mantenimiento de un pH en intervalos aceptables. El flujo de agua fue aproximadamente de 83.33 L/hora, lo que permitió que cada tercer día se hiciera un recambio total del agua.

El estudio concluyó a los 6 meses, cuando los peces alcanzaron la talla y peso comercial (20 cm y 250 g en promedio), momento en el que se evaluaron los diversos parámetros productivos en cada una de las tilapias estudiadas.

Posteriormente, con objeto de evaluar el rendimiento en filete de las cinco especies y líneas de *Oreochromis* estudiadas, se llevó al mercado del Mar de

Guadalajara, Jalisco, de la calle 34 local 103, pescadería "Las Malvinas " propiedad del Sr. Benjamin Magaña Cuellar, 10 organismos de cada especie y variedad, mismos que fueron pesados enteros y posteriormente sin vísceras y en filete. Dicha operación la realizó un solo trabajador de la pescadería con objeto de evitar algún error o diferencia por la técnica y experiencia en el fileteado.

Para la interpretación de los datos obtenidos, se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 0.05% mediante un diseño completamente aleatorizado y para determinar si hubo diferencias significativas entre las medias de los valores obtenidos en las cinco especies y variedades de tilapia, se realizaron pruebas de rangos múltiples HSD, utilizando el programa de software Statistica.

En la evaluación de los parámetros productivos se hizo un cuadro comparativo asignándole un valor en escala descendente de 100. Posteriormente se hizo una sumatoria de la puntuación obtenida por las diferentes líneas en las fases de reproducción, crianza y engorda.

Finalmente con respecto a los aspectos de interés económico como el precio de las crías, la biomasa obtenida, el precio en base al color, la conversión alimenticia y el filete, se les fijó un valor comercial en pesos, actual en el mercado (Octubre del 2000) para hacer el cálculo de rentabilidad económica.

RESULTADOS

Calidad de agua en los sistemas de cultivo.

Los valores obtenidos en los principales parámetros físico-químicos del agua como son: temperatura, oxígeno disuelto y pH en las etapas de reproducción y crianza (tabla 3), al compararlos con los valores reportados, se observó que están en los intervalos adecuados para la especie estudiada (Arredondo y Lozano, 1996; Morales, 1988).

En el análisis de los parámetros físico-químicos de la fuente de agua que surtió al sistema durante el estudio (tabla 4), a excepción de la temperatura, se encontraron valores muy cercanos a los reportados como óptimos (Allanson and Noble, 1964; Badenhuisen, 1967; De Kimpe, 1971).

En la etapa de engorda, los parámetros físico-químicos del agua a diferencia de la etapa anterior (crianza), registraron valores no estables por estar en un sistema abierto, pero sí en rangos considerados como aceptables (tablas 5 y 6).

Tabla 3. Intervalos de los parámetros físicoquímicos registrados en el sistema de cultivo en las etapas de reproducción y crianza (capacidad de los estanques= 1 m³, con un recambio total cada 24 horas).

Parámetros Físico-químicos	Rocky Mountain	<i>O. niloticus</i> Egiptcia	<i>O. niloticus</i> Stirling	<i>O. mossambicus</i>	<i>O. aureus</i>
Temperatura (°C)	28-30	28-30	28-30	28-30	28-30
Oxígeno disuelto (mg/L)	3.82- 5.95	3.67- 5.81	3.24- 5.61	3.61- 5.72	3.56- 5.82
pH	6.98-7.51	6.95 -7.45	6.84-7.43	6.91-7.41	6.89-7.45

- Promedio de 3 réplicas en cada tratamiento.

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos registrados en el pozo profundo.

Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Dureza Total Mg (CaCO ₃ /L)	Cloruros (mg/L)	Nitritos (mg/L)
24 – 26	3.82- 5.95	7.01-7.3	160	126.94	No detectable
Parámetros Fisico-químicos óptimos.	Referencia óptima/Acuicultura (reproducción y crianza-tilapia) Allanson y Noble, (1964); Badenhuisen, (1967); De Kimpe, (1971).				
30	> 3 a 5	7 (6.5-7.5)	< 200	< de 150	< de 0.2

Tabla 5. Resultados de los parámetros fisicoquímicos registrados en la etapa de engorde (capacidad de los estanques = 6 m³ y un recambio total cada 72 horas).

Parámetros Fisico-químicos	Rocky Mountain	<i>O. niloticus</i> Egiptia	<i>O. niloticus</i> Stirling	<i>O. mossambicus</i>	<i>O. aureus</i>
Temperatura °C	26 – 30	26.5-31	27-31	26.5-31	26.3-30
Máximas	22 – 26	22 – 26	23 – 26.5	22 – 26	22 – 26
Mínimas					
Oxígeno disuelto (mg/L)	5.90-8.86	5.80 – 8.14	5.62 – 7.11	5.74 – 8.04	5.81-8.29
pH	7.2 – 8.3	7.4 – 9.3	7.6 – 9.5	7.4 – 9	7.4 – 8.5

Promedio de 3 réplicas en cada tratamiento.

Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos registrados en la represa.

Temperatura °C	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Dureza Total Mg (CaCO ₃ /L)	Cloruros (mg/L)	Nitritos (mg/L)
26.5-30	3.69-7.79	7.8-8.2	240 - 350	157-174	0.1-0.4
Parámetros Fisico-químicos óptimos.	Referencia óptima/Acuicultura (tilapia-engorda) Allanson and Noble, 1964; Badenhuisen, 1967; De Kimpe, 1971.				
28	> 5	7 (6-9)	< 400	< 200	< 0.6

Caracterización biológica.

Identificación de las especies y variedades.

De acuerdo con las claves taxonómicas utilizadas en este trabajo, las tilapias corresponden a tres especies bien definidas del género *Oreochromis* (Tribu Tilapiini; Familia Cichlidae), que son *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus* y *Oreochromis mossambicus*, además de un híbrido producto de la cruce de *O. aureus* y *O. niloticus*, que recibe el nombre de Rocky Mountain y de los líneas o variedades de *O. niloticus* que son conocidas en nuestro país como Egipcia y Stirling, debido a su origen y procedencia.

Características fenotípicas.

Las características fenotípicas observadas en las especies estudiadas indicaron que cada una presenta una coloración característica principalmente en el cuerpo y en la aleta caudal. En este sentido se encontró que la Rocky Mountain es de un color blanco con tonalidades amarillentas y su aleta caudal presenta lunares amarillos y vértice rojo. La *O. niloticus* Egipcia es gris con tonalidades verde metálico, presentando un rayado marcado con bandas verticales de color negro, mismas que en su aleta caudal son notorias. La *O. niloticus* Stirling es de color café con tonalidades tintas en el pecho y cabeza, presentando rayas verticales tenues en la aleta caudal. La *O. mossambicus* variedad naranja, como su nombre lo indica presenta una coloración naranja, con tonalidades más acentuadas en el dorso y pecho, en su aleta caudal no presenta rayas. Finalmente, la *O. aureus*, es de un color negro grisáceo en la parte media, el dorso azul metálico y la parte inferior (vientre) blanco, su aleta caudal es de una coloración negro grisáceo con rayas tenues e incompletas, al inicio esta rayas son de un color amarillo paja y su vértice rojo (figuras 8 a la 12 y tabla 7).



Figura 8. Rocky Mountain



Figura 9. *Oreochromis niloticus*, línea Egipcia

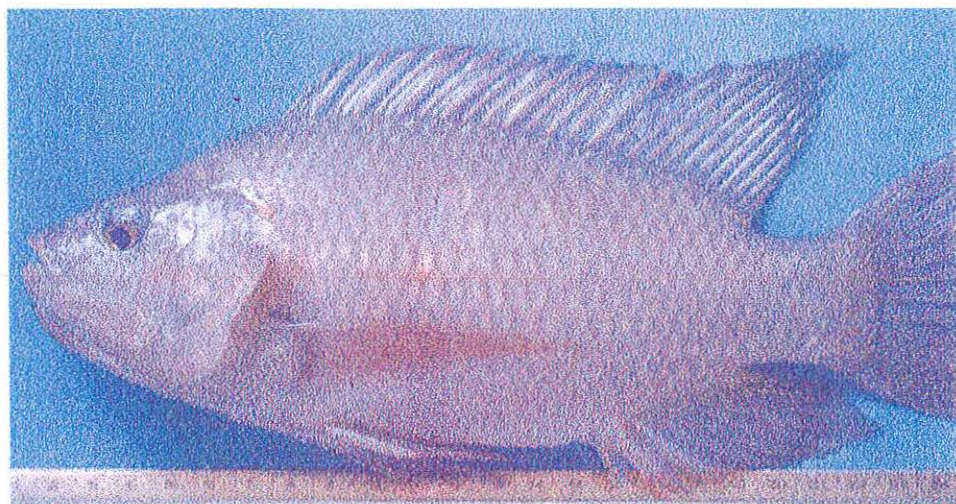


Figura 10. *Oreochromis niloticus*, línea Stirling

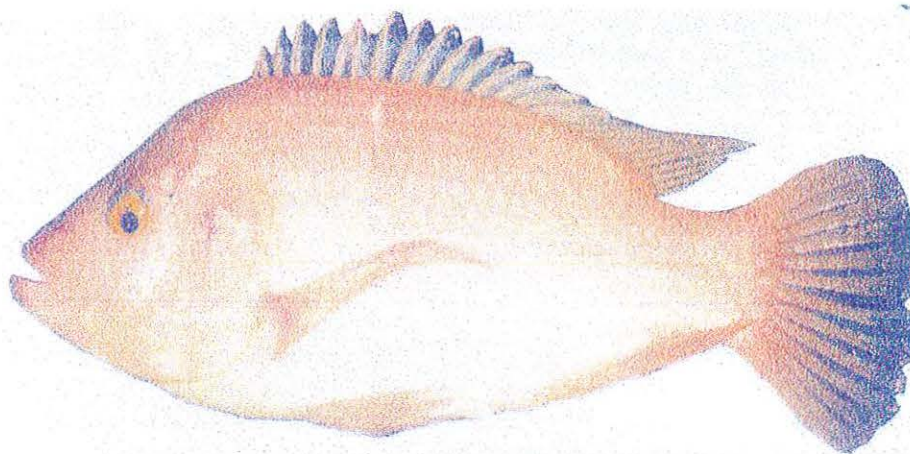


Figura 11. *Oreochromis mossambicus*, línea naranja

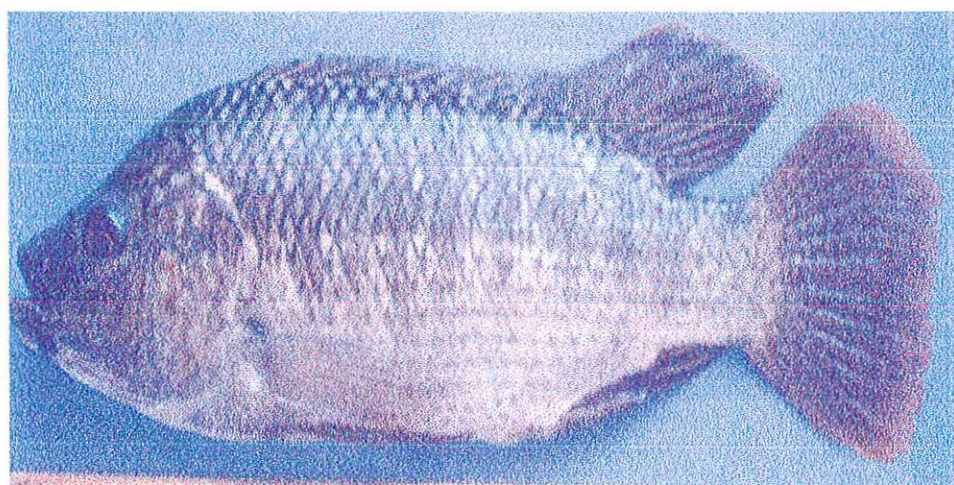


Figura 12. *Oreochromis aureus*, línea gris

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Tabla 7. Características fenotípicas de las especies y líneas utilizadas en este estudio.

Parte del cuerpo	Rocky Mountain	<i>O. niloticus</i> Egiptia	<i>O. niloticus</i> Stirling	<i>O. mosstambicus</i> (Makalé)	<i>O. aureus</i> (gris)
Color del cuerpo	blanco-amarillento o (rayado tenue con bandas verticales verde y gris obscuro).	gris – verde metálico (rayado marcado con bandas verticales negras)	café-tinto	naranja con algunos puntos negros (principalmente en la cabeza).	negro grisáceo (dorso azul-metalico)
Color de la aleta caudal	blanca con lunares amarillos y vértice rojo.	gris con rayas verticales de color negro)	café con rayas verticales (tenues).	anaranjado sin rayas, con algunos matices negros	negro grisáceo, rayas tenues e incompletas al inicio, color amarillo paja, vértice rojo.
Color del vientre y pecho.	blanco en vientre y pecho.	blanco grisáceo y rojizo en el pecho.	café blancuzco en vientre, rojizo en el pecho	amarillo claro (paja). en vientre pecho amarillento	blanco en el vientre, negro grisáceo en el pecho.
Color de los labios	superior verde turquesa Inferior blanco	superior negro Inferior grisáceo	café Superior e inferior.	rojizo-amarillento ambos.	superior negro inferior blanco.
Color de ojos: 1)Cristalino 2)Iris 3)Pupila	1) verde turquesa 2) café dorado 3) negra	1) blanco 2) café 3) negra	1) blanco 2) café 3) negra	1) amarillo paja. 2) anaranjado (con manchas negras). 3) negra	1) gris 2) rojo 3) negra

Variabilidad por medio de la aglutinación con eritrocitos.

Los resultados de las pruebas de aglutinación de eritrocitos de las especies y variedades del género *Oreochromis* probadas contra la lectina del alga *Codium giraffa* muestran que los eritrocitos de los peces se aglutinaron positivamente. No se presentaron diferencias en los títulos de aglutinación en ninguna de las 3 repeticiones que se efectuaron en cada muestra, por lo cual solamente se presenta la aglutinación de medias obtenidas con la prueba de rangos múltiples. Los resultados destacan a los grupos formados con medias similares y los que resultaron diferentes. Se observa que a nivel de especie se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), no así entre las variedades de *O. niloticus* Egipcia y Stirling, de igual forma no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre el híbrido Rocky Mountain y *O. aureus* (tabla 8).

Tabla 8. Prueba de aglutinación con eritrocitos de tilapias con diluciones de lectina del alga *Codium giraffa*.

No. de Ejemplar	V A R I E D A D E S				
	Rocky Mountain	<i>O. niloticus</i> Egipcia	<i>O. niloticus</i> Stirling	<i>O. mossambicus</i>	<i>O. aureus</i>
1	8	256	256	512	2
2	4	256	256	512	2
3	8	256	256	512	4
4	8	256	256	512	4
5	4	256	256	512	2
6	8	256	512	512	4
7	4	256	256	512	2
8	4	256	256	512	2
9	8	256	256	512	2
10	4	256	256	512	4
Media	6.0 ^c	256.0 ^b	281.6 ^b	512.0 ^a	2.8 ^c
D.E.(±)	2.1	0.0	80.95	0.0	1.03

D. E.= Desviación estándar

Valores con el mismo superíndice por fila, denotan que no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

Caracterización productiva.

Evaluación de las hembras.

Los resultados de los indicadores reproductivos de las hembras obtenidos en cada una de las cinco especies y líneas evaluadas, indican que las especies *O. niloticus* variedad Egipcia y la *O. mossambicus* variedad naranja, no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ellas, pero sí con respecto a las otras especies y variedades. El número de alevines producidos por gramo de peso corporal de las hembras fue el mayor de todos, seguidos de *O. niloticus* variedad Stirling y el híbrido Rocky Mountain. La variedad gris de *O. aureus*, fue la que presentó el menor número de alevines. A su vez los alevines de la línea Stirling presentaron un mayor peso y el híbrido Rocky Mountain y la *O. aureus* los de menor peso, por lo que no se observaron diferencias significativas entre ambas. Algo similar ocurre con la longitud total de los alevines, tal como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Valores medios y desviación estándar de los indicadores de producción de las hembras de las especies y variedades de tilapia evaluadas en el presente trabajo (n=9).

tilapia	Na (g/hembra)	PTa (g)	Lta (cm)
Rocky Mountain	2.35 ± 0.35 ^c	0.022 ± 0.002 ^c	0.96 ± 0.05 ^c
<i>O. niloticus</i> Egipcia	5.0 ± 1.0 ^a	0.027 ± 0.001 ^b	1.1 ± 0.1 ^{ab}
<i>O. niloticus</i> Stirling	3.9 ± 0.3 ^b	0.034 ± 0.003 ^a	1.1 ± 0.05 ^a
<i>O. mossambicus</i>	5 ± 0.5 ^a	0.024 ± 0.003 ^{bc}	1.0 ± 0.0 ^{bc}
<i>O. aureus</i>	1.25 ± 0.25 ^d	0.020 ± 0.002 ^c	0.93 ± 0.05 ^c

Na= Número de alevines por gramo de hembra; PTa = Peso de los alevines y LTa = longitud total de los alevines.

Valores con el mismo superíndice por columna denotan que no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

Evaluación de los machos.

En la evaluación reproductiva de los machos se encontró que la línea Egipcia presentó en términos generales los mejores valores en volumen del semen (ml), motilidad (%) y viabilidad (%), los cuales estadísticamente mostraron gran correlación con las demás variedades ($P > 0.05$), con excepción de la *O. aureus* gris que tubo los resultados más bajos. El número de espermatozoides ($\text{ml } 10^6$) a diferencia de los otros parámetros reproductivos de los machos mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre todas las líneas de tilapia evaluadas, sin embargo siguió el mismo orden obteniéndose el valor más alto por la *O. niloticus* Egipcia y el más bajo para las *O. aureus* gris (tabla 10).

Tabla 10. Valores medios y desviación estándar de los indicadores del semen de los machos de las tilapia evaluadas en el presente trabajo (n=10).

Especies	Volumen (ml)	Motilidad (%)	Viabilidad (%)	Espermatozoides /ml/ 10^6
Rocky Mountain	0.45 ± 0.05 ^{cd}	92 ± 2 ^a	94.5 ± 0.5 ^a	80 ± 10 ^d
<i>O. niloticus</i> Egipcia	0.95 ± 0.25 ^a	98 ± 2 ^a	98.5 ± 1.5 ^a	600 ± 15 ^a
<i>O. niloticus</i> Stirling	0.72 ± 0.12 ^{bc}	95.5 ± 1.5 ^a	95.5 ± 1.5 ^a	280 ± 5 ^c
<i>O. mossambicus</i>	0.85 ± 0.15 ^{ab}	97 ± 1 ^a	97.5 ± 2.3 ^a	422 ± 9.29 ^b
<i>O. aureus</i>	0.20 ± 0.1 ^d	83 ± 8 ^b	84 ± 4 ^b	104 ± 5 ^e

Valores con el mismo superíndice por columna denotan que no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$)

Etapa de crianza.

En la etapa de crianza, todas las especies y variedades presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ellas, en los diferentes indicadores de producción evaluados (tabla 11). La variedad Stirling fue la que presentó el mayor índice de sobrevivencia al presentar tan sólo un 8% de mortalidad, seguido de la Egipcia (11%), el híbrido Rocky Mountain (12%) y *O. mossambicus* (15%) y finalmente la tilapia *O. aureus* gris, fue la que presentó la mayor mortalidad (20%).

Con respecto al peso de las crías expresado en gramos, la línea Stirling fue la que alcanzó mayor peso en esta etapa, seguidos de *O. mossambicus* y de la variedad Egipcia. El híbrido Rocky Mountain y la tilapia *O. aureus* gris, fueron las más ligeras de peso especialmente esta última. La talla corporal de las crías (longitud total) mostró el mismo patrón que el peso y finalmente el Factor de Conversión de Alimento (FCA) fue más alto en la variedad Stirling, seguido de la Egipcia, el híbrido Rocky Mountain, la *O. aureus* gris y finalmente la tilapia *O. mossambicus* fue la más eficiente.

Tabla 11. Valores medios y de desviación estándar de los indicadores de producción registrados en la etapa de crianza (n= 3000).

Especies	Mortalidad (%)	Peso (g)	Talla (cm)	FCA
Rocky Mountain	12 ± 0.2 ^c	1.0 ± 0.0 ^d	4.1 ± 0.0 ^d	1.72 ± 0.08 ^b
<i>O. niloticus</i> Egipcia	11 ± 0.1 ^b	1.4 ± 0.1 ^c	4.5 ± 0.1 ^c	1.89 ± 0.03 ^c
<i>O. niloticus</i> Stirling	8 ± 0.5 ^a	2.3 ± 0.2 ^a	5.1 ± 0.1 ^a	2.05 ± 0.05 ^d
<i>O. mossambicus</i>	15 ± 0.2 ^d	1.8 ± 0.1 ^b	4.8 ± 0.0 ^b	1.55 ± 0.0 ^a
<i>O. aureus</i>	20 ± 0.4 ^e	0.25 ± 0.005 ^e	1.5 ± 0.0 ^e	1.67 ± 0.0 ^b

Valores con el mismo superíndice por columna denotan que no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

Etapa de engorde.

En la fase de engorde la mayoría de los indicadores de producción analizados (mortalidad, peso total, talla y FCA), presentaron al igual que en la etapa de crianza diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las especies y variedades estudiadas. Se observó que el híbrido Rocky Mountain presentó la menor mortalidad y la tilapia *O. aureus* la mayor. El mayor peso individual promedio de cosecha lo alcanzó la variedad Egipcia y el menor la tilapia *O. aureus* gris. Este mismo esquema se repitió en el caso de la talla (longitud total). El mayor FCA lo obtuvo la variedad Egipcia y el menor la tilapia *O. mossambicus* (tabla 12).

Por otra parte la *O. mossambicus* naranja fue la que resultó con un mayor porcentaje de filete con respecto al peso corporal de los individuos (40%), seguida del híbrido Rocky Mountain (con 36%), la variedad Stirling (35%) y la Egipcia (35%) no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$). Finalmente la especie *O. aureus* fue la que presentó menor porcentaje de filete (solo el 32%) (tabla 12).

Tabla 12. Valores medios y desviación estándar de los indicadores de producción obtenidos en la etapa de engorde (n= 180).

Especies	Mortalidad (%)	Peso (g)	Talla (cm)	FCA	% de filete
Rocky Mountain	5.0 ± 0.1 ^a	252.5 ± 2.55 ^b	24.4 ± 0.4 ^b	1.63±0.01 ^c	36 ^b
<i>O. niloticus</i> Egipcia	8.4 ± 0.1 ^b	264.4 ± 0.65 ^a	25.6 ± 0.2 ^a	1.8 ± 0.02 ^e	35 ^c
<i>O. niloticus</i> Stirling	16.7± 0.2 ^d	240.4 ± 3.35 ^c	23.2 ± 0.4 ^c	1.74±0.03 ^d	35 ^c
<i>O. mossambicus</i>	11.6± 0.2 ^c	232.7 ± 2.35 ^d	22.5 ± 0.4 ^d	1.45± 0.0 ^a	40 ^a
<i>O. aureus</i>	18.3± 0.3 ^e	92.95 ± 0.55 ^e	16.0 ± 0.2 ^e	1.52± 0.0 ^b	32 ^d

Valores con el mismo superíndice por columna denotan que no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

Evaluación global.

En la evaluación global de las tres etapas productivas anteriormente mencionadas la variedad *O. niloticus* Egipcia y la *O. mossambicus* naranja resultaron con los valores mayores (90%), seguidas de la variedad Stirling (87%), el híbrido Rocky Mountain (74%), y finalmente la *O. aureus* gris fue la que obtuvo el menor promedio (54.%(tabla 13).

Tabla 13. Resultados de la evaluación final de todos los indicadores de producción.

ESPECIES/ FACTORES	Rocky Mountain	<i>O. niloticus</i> Egipcia	<i>O. niloticus</i> Stirling	<i>O.</i> <i>mossambicus</i>	<i>O.</i> <i>aureus</i>
Etapa 1.1.: REPRODUCCIÓN HEMBRAS					
Alevines/ g de hembra	47	100	78	100	25
Peso (g)	64.7	79.4	100	70.5	58.8
Talla (cm)	90.9	90.9	100	90.9	72.7
Evaluación de las hembras (%)	67.5	90.1	92.6*	87.1	52.1
Etapa 1.2 .: REPRODUCCIÓN MACHOS					
Volumen del semen (ml)	47.3	100	75.7	89.4	21
Viabilidad (%)	95.9	100	96.9	98.9	85.2
Número de espermatozoides (ml x 10 ⁶)	30	100	46.6	70	17.3
Evaluación de los machos (%)	57.7	100*	73	86.1	41.1
Etapa 2 .: CRIANZA					
Sobrevivencia (%)	95.6	96.7	100	92.3	86.9
Peso (g)	42.9	60.6	100	78.3	10.1
Longitud (cm)	82	90	100	96	30
FCA	90.6	81.2	75	100	92.1
Evaluación de la crianza (%)	77.7	82.1	93.7*	91.6	54.7
Etapa 3 : ENGORDE					
Sobrevivencia (%)	100	96.4	87.6	93	86
Peso (g)	95.6	100	90.5	87.7	35.2
Longitud (cm)	95.3	100	90.6	87.5	62.5
FCA	88.4	79.7	82.6	100	94.2
% de filete	88	86	86.2	100	78.2
Color	100	70	90	100	60
Evaluación del engorde	94.55	88.68	87.9	94.7*	69.35
TOTAL					
Evaluación total	297.45^c	360.88^a	347.2^b	359.5^a	217.25^d
Porciento total	74.36	90.22*	86.8	89.87	54.31

Valores con el mismo superíndice por fila denotan que no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

*Mejor valor.

Evaluación económica.

Al atribuirles valores comerciales a estos parámetros, el híbrido Rocky Mountain y la tilapia *O. mossambicus* naranja obtuvieron los mejores resultados (tabla 14).

Tabla 14. Análisis económico, basado en los indicadores de productividad de las especies y variedades estudiadas.

ESPECIES/ FACTORES	Rocky Mountain	<i>O. niloticus</i> Egipcia	<i>O. niloticus</i> Stirling	<i>O.</i> <i>mossambicus</i>	<i>O.</i> <i>aureus</i>
Número de crías	880	890	920	850	800
* 0.5 centavos/cría	\$ 440	\$ 445	\$ 460	\$ 425	\$ 400
Cosecha (kg)	14.395	14.539	12.01	12.33	4.55
\$ /kg (20)	\$ 287.9	\$ 290.78	\$ 240.35	\$ 246.6	\$ 91.09
Costo/Alimento (3.5\$/kg)					
Gastos \$/alimento	\$ 81.79	\$ 91.1	\$ 72.45	\$ 62.09	\$ 24.15
** U.B. (\$)	206.11	199.68	167.9	184.51	66.94
\$/color (vivo)	460.64	290.78	333.25	391.5	68.25
Blanco	\$ 32/kg				
	Negro-verdoso	\$ 20/kg			
		Café	\$ 28/kg		
			Anaranjado	\$ 32/kg	
				Negro-gris	\$ 15/kg
Costo/alimento (3.5/kg)	81.79	91.1	72.45	62.09	24.15
** U.B. (\$)	378.85	199.68	260.8	329.41	44.1
Kg de filete	5.18	5.11	4.23	5.04	1.45
* \$/Filete(28/kg)	\$ 145.1	\$ 143.21	\$ 118.67	\$ 141.2	\$ 40
* TOTALES	\$ 1,170.06^a	987.57 ^b	1007.37 ^b	1080.12 ^{ab}	551.04 ^c

Valores con el mismo superíndice por fila denotan que no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

* Precios en pesos, a Octubre del 2000.

En negritas se presentan los valores más altos.

** U.B. = Utilidad bruta. (solo contempla gastos por alimentación).

DISCUSION

Parámetros físico-químicos durante los cultivos:

En las etapas de reproducción y crianza, los parámetros físico-químicos del agua como la temperatura, el oxígeno disuelto y el pH, se mantuvieron en los intervalos aceptables para las especies y variedades estudiadas. Esto fue posible debido a las condiciones particulares con que se cuenta en el lugar donde se realizó el estudio, particularmente la temperatura del agua se mantuvo estable entre 28 y 30 °C, mediante calentadores de titanio que cuentan con un termostato de encendido y apagado electrónico. Así mismo, debido a un sistema de recirculación de agua semicerrado, se pudo mantener condiciones homogéneas en los 15 estanques de cultivo

El pequeño rango de oscilación (2 °C) muy probablemente se debió a la normal diferencia de temperatura entre el mediodía y la noche y aunque se contó con un sistema semicerrado los termómetros de máxima y mínima registraron estas variaciones. Como consecuencia de mantener la temperatura estable óptima, el desarrollo de los organismos en estudio fue favorable y no se presentaron síntomas de enfermedades. En forma semejante el oxígeno disuelto se mantuvo en intervalos aceptables y sin mostrar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Esto fue posible debido a que se contaba con dos mecanismos de oxigenación en cada uno de los estanques, uno mediante un soplador (que de manera constante proporcionaba aire a través de mangueras y piedras aereadoras) y el otro mecanismo a través de la recirculación de agua de manera semejante, en forma constante durante todo el estudio. Las pequeñas oscilaciones que se registraron pudieron ser debidas a las ligeras variaciones en la temperatura (< 2 °C) ya que la concentración de oxígeno es inversamente proporcional a la temperatura.

CUCBA



El pH se mantuvo en rangos aceptables, muy cercanos al neutro, mediante la constante recirculación de agua. Este parámetro tiene relación directa con los niveles de nitritos, degradación del alimento no consumido, heces fecales y orina de los peces, así mismo con los otros parámetros físico-químicos (oxígeno disuelto y temperatura del agua). Por consecuencia de la recirculación de agua y la eficiencia de la eliminación de los desechos mediante el sistema de drenado constante del fondo en los estanques circulares con el tubo de succión y vertedero de demasías al centro, las condiciones fueron favorables.

Durante la fase de engorde las temperaturas máximas y mínimas si bien mostraron oscilaciones entre los diferentes tratamientos y dentro de los diversos estanques del mismo tratamiento, estas no fueron significativas, por lo que no se considera que tuvo algún efecto adverso en el estudio en cuestión.

El oxígeno disuelto en general mostró valores superiores a los considerados como mínimos necesarios, sin embargo se debe aclarar que este parámetro por motivos propios de lugar del cultivo, se registró solo una vez al día (10:00 A.M.), considerándose que este valor tuvo fluctuaciones menores principalmente durante las madrugadas. Lo anterior debido al fenómeno fotosintético de las algas presentes en el agua, que durante el día generan oxígeno, pero durante la noche lo consumen, llegando a límites críticos durante la madrugada.

El pH aunque por lo general se mantuvo en valores aceptables, llegó a presentar oscilaciones que alcanzaron valores críticos (9.5), como producto de una excesiva fertilización del agua de las piletas, por lo que se considera que los recambios de agua debieron ser de mayor intensidad (cada 24 h), sin embargo, como ya ha sido mencionado por las condiciones del lugar, esto no fue posible.

En general se puede argumentar que si bien se observan diferencias en los parámetros físico-químicos de los diferentes tratamientos, estas no son

significativas en cuanto a alguna repercusión en los resultados del estudio realizado que a continuación se discuten.

Caracterización biológica.

Identificación de las especies y variedades.

Las especies y variedades que fueron utilizadas en este trabajo, representan la mejor alternativa para proyectos productivos de acuicultura. Durante varios años han sido utilizadas en granjas con resultados que hasta ahora son desconocidos, ya que cada unidad de producción busca obtener una rentabilidad económica adecuada, pero sus resultados no son conocidos. Este trabajo constituye el primer aporte sobre el comportamiento de tres especies, un híbrido y dos líneas de *Oreochromis niloticus*, bajo condiciones de cultivos semejantes a las que realizan las unidades de producción en nuestro país.

Sin duda entre los productores y más aún entre los técnicos encargados de los Centros Acuícolas de la SEMARNAP, existe una gran inquietud acerca del comportamiento en los cultivos comerciales de las diferentes especies de tilapia que producen. A la fecha únicamente la experiencia de los productores es la que permite hacer una selección más rigurosa de las especies o líneas que les brinde una mejor rentabilidad económica.

Aunado a este desconocimiento, se tiene que los técnicos encargados de los centros acuícolas ignoran en gran medida el manejo genético de las poblaciones de las especies de tilapia, lo que propicia problemas de hibridación accidentales y endogamia marcada de sus reproductores. Una manera de evitar esto es que la producción de crías de calidad y origen certificada se lleve a cabo en instalaciones adecuadas y donde se lleve un control estricto de las especies, variedades y progenitores. Esto podría en primera instancia garantizar el éxito en

la producción y por lo tanto asegurar mejores ganancias económicas a los productores.

La identificación adecuada de las especies o líneas debe partir de criterios científicos claros y consistentes, como el reconocimiento de sus caracteres morfométricos, merísticos, osteológicos y de color, que permita reconocer el *status* taxonómico de las especies. De esta manera es posible disponer de un sustento de especies o variedades que se pretendan producir.

El esfuerzo realizado en este estudio, pretende sentar las bases para establecer un banco de genoma de las principales especies de tilapia que se producen en México, para ello fue necesario en principio confirmar su identidad taxonómica basada en los caracteres antes señalados y con esto partir de una base sólida para hacer las comparaciones productivas.

Las características fenotípicas, particularmente los colores de las distintas partes del cuerpo de las especies y variedades estudiadas concuerdan con lo reportado por Morales (1991). Por otra parte no se encontraron reportes sobre las variedades Stirling de *O. niloticus* y el híbrido Rocky Mountain, por lo que el presente estudio pretende contribuir a la caracterización de estas variedades. Sin embargo se considera necesario realizar estudios más detallados sobre estas características, lo cual actualmente es objeto de estudio.

Cabe resaltar que la coloración del cuerpo y aleta caudal son indicadores a seguir para diferenciar las variedades analizadas en el presente trabajo.

El uso y la aplicación de las lectinas para confirmar el status taxonómicos de las especies.

La literatura científica menciona que independientemente de los caracteres morfoanatómicos que permiten reconocer a las especies, es necesario aplicar

otras pruebas que nos aseguren la identidad taxonómica específica de los organismos como las técnicas de biología molecular (isoenzimas, secuenciación del ADN, enzimas de restricción, amplificación polimorfa al azar de ADN y microsátélites entre otras) y las biológicas como es el caso particular de las lectinas.

En este estudio se utilizó como un referente a la lectina *Codium giraffa* que aglutinó diferencialmente a los eritrocitos de las especies de *Oreochromis*, al igual que lo reportó Fábregas *et al.*, (1992), quienes encontraron diferencia en los títulos de aglutinación de los eritrocitos de las 16 especies de peces marinos probados contra los extractos de 70 macroalgas. En este trabajo se destacó la actividad de *Codium tomentosum* debido a que su lectina fue capaz de aglutinar los glóbulos rojos de 13 de las 16 especies probadas con diferencias de hasta dos unidades de título, en nuestro caso la Giraffina mostró este mismo comportamiento.

Se puede afirmar que, al igual que ellos lo hicieron apoyando la hipótesis de Sinderman (1962), las moléculas de las lectinas pueden formar parte de un amplio espectro de herramientas aplicables en la investigación de pesquerías y acuicultura con el propósito de identificar subpoblaciones o líneas de peces.

Los resultados de aglutinación diferencial permitieron identificar evidentemente a las tres especies estudiadas, no obstante la separación debida al título de aglutinación que mostraron las líneas de la misma especie analizadas, no pudo separarlas adecuadamente. Esto puede significar que éstas, están relacionadas estrechamente en cuanto a sus características genéticas que les permite compartir similares sitios antigénicos. Tong y Wu (1993), dicen que el uso de los sueros heteroinmunes y las lectinas ha permitido evidenciar la presencia de grupos sanguíneos en los peces. Sin embargo, en algunos casos los reactivos son incapaces de reaccionar con la sangre de estos vertebrados. Por su parte, Ingram en 1985 y posteriormente Muñoz *et al.*, (1987a) proponen que las

diferencias en el contenido aglutinante de las algas puede deberse a los estadios de maduración de los órganos reproductivos o a las diferentes fases del ciclo vital del alga.

En los resultados expuestos, la lectina del alga *Codium giraffa* fue capaz de aglutinar a los eritrocitos en el 100% de los casos. Eso la convierte en una molécula con propiedades de aglutinación constantes y le permite ser un reactivo idóneo para la investigación de los tipos sanguíneos presentes en las tilapias. La detección de las modificaciones de los sitios antigénicos debida al estado de madurez o condiciones del ambiente en el que se desarrollan y fundamentalmente en la agrupación de organismos que compartan características similares en la respuesta de la sangre frente a la lectina.

Aún cuando persiste la duda sobre la posibilidad de separar a las diferentes variedades de *Oreochromis* sometidas al examen antigénico, seguramente por la estrecha relación que pudiera existir entre los progenitores de los organismos presentes actualmente y de la progenie en sí misma, cabe la posibilidad de que los peces de las variedades de una misma especie de *Oreochromis* compartan una carga genética mayor entre ellos, que con las diferentes especies.

Es también indispensable realizar esta experiencia con grandes poblaciones de peces sometidos a cultivo en los Centros Acuícolas y en las granjas comerciales de nuestro país con el propósito de validar aún más los resultados obtenidos y poder así generar conclusiones más robustas sobre la utilidad de la prueba.

Si los resultados se corroboran con altas densidades de peces, la prueba demostraría ser fácil de realizar, eficiente y de bajo costo. Lo que puede resaltarse de la misma es que al efectuarla no hay mortalidad, en comparación con otros métodos en los que necesariamente se debe sacrificar al animal,

perdiendo de esta manera, el seguimiento del organismo en cuestión y lo no menos importante, de su progenie.

Estudio Productivo.

El número de crías producidas por cada hembra tiene una relación directa con el desarrollo gonadal, por lo que a un mayor desarrollo de las gonadas se puede esperar un mayor número de crías (Morales, 1991). Por otra parte, se deben considerar los factores fisico-químicos del agua (principalmente la temperatura promedio) que tienen una influencia directa sobre el desarrollo gonadal, por lo que es de esperar oscilaciones marcadas de esta variable durante los distintos meses del año. Así mismo, intervienen otros factores extrínsecos tales como la nutrición adecuada de los reproductores y las técnicas reproductivas utilizadas y los intrínsecos como la especie y/o variedad de pez que pueden determinar el número de crías a producir.

Como ya se indicó en la metodología de este estudio, los factores señalados a excepción de las especies y variedades utilizadas, fueron mantenidos a lo largo del experimento de manera homogénea, por lo que la variabilidad encontrada en el número de crías por gramo de hembra puede atribuirse a la variabilidad genética que presentan las líneas de *Oreochromis* analizadas en el presente trabajo.

En este último sentido, en el presente estudio se confirmó que el número de crías por gramo de hembra difiere entre las diferentes especies y líneas evaluadas. Los resultados obtenidos en promedio, concuerdan con lo reportado por Alvarez y Díaz (1996). Sin embargo, otros autores y productores nacionales (Morales, 1991 y Comunicación personal, Acuícola Piscimex, 2000) reportan un menor número de crías por gramo de hembra, al referir promedios entre una y dos crías por gramo, cuyas diferencias se atribuyen a los factores antes señalados.

Por otra parte se observa que esta variable reproductiva de las hembras tiene una correlación directa con las variables reproductivas de los machos, ya que el volumen de semen, la motilidad, la viabilidad y el número de espermatozoides, siguieron el mismo orden en relación a las variedades de *Oreochromis* evaluadas. En la determinación de estos parámetros reproductivos, además de los señalados en las hembras se debe tener en consideración aspectos como la fase del eyaculado, ya que la segunda fase del mismo proceso es más rico en espermatozoides que la primera, debido a que el eyaculado se produce en ondas, la primera casi no tiene espermatozoides, la segunda es rica en ellos y la tercera carece de ellos (López, B., 1981 *vide*: León, 1981).

Cabe hacer notar que en la mayoría de las especies el número de espermatozoides es inversamente proporcional al volumen del mismo, es decir a mayor volumen menor cantidad de espermatozoides por mililitro, sin embargo, en este caso se observó una relación directa ya que la tilapia *O. niloticus* variedad Egipcia y *O. mossambicus* naranja, presentaron mayor volumen de semen y también un mayor número de espermatozoides por mililitro.

El tamaño y peso inicial de los alevines constituye la primera oportunidad de los organismos para tomar ventaja en su posterior desarrollo, sin embargo; a semejanza de otros estudios (Palada y Eknath, 1993) se comprobó que las tallas y pesos iniciales de los alevines de *Oreochromis*, no son determinantes en su crecimiento.

Al observar el peso y talla de los alevines, se encontró que la línea Stirling presentó el valor mayor, seguida de la Egipcia, *O. mossambicus*, y el híbrido Rocky Mountain, siendo la *O. aureus* la que presentó alevines más pequeños. Estos resultados del tamaño y peso de las crías mantuvieron una relación directa con el desarrollo de las mismas en la etapa de crianza, con excepción de la *O.*

mossambicus, ya que ésta, no obstante ser menor al nacimiento con respecto a la *O. niloticus* Egipcia, al término de la crianza obtuvo un mejor desarrollo.

A semejanza de lo expuesto por Eknath *et al.*, (1993), en este trabajo se observó que el desarrollo de las diferentes variedades de *Oreochromis* no conserva una tendencia similar durante todo este proceso, ya que existen etapas de aceleración y desaceleración en la tasa de crecimiento, por lo que algunas variedades como la *O. niloticus* variedad Egipcia, a pesar de que en la etapa de crianza tenía menor peso y talla que la Stirling y la *O. mossambicus*, denotó mejor crecimiento al final en la etapa de engorde, por lo contrario la variedad Stirling que mostró mejor desarrollo que las demás variedades en la etapa de crianza, fue superada por la Egipcia y el híbrido Rocky Mountain en la etapa de engorde.

El peso y longitud final de los organismos en las etapas de crianza y engorde, mostró a través del estudio diferencias estadísticas significativas entre las especies y variedades estudiadas ($P < 0.05$). Muñoz y Garduño (1994a), no encontraron diferencias significativas entre *O. niloticus* y *O. mossambicus* en las etapas de crianza y desarrollo hasta los 30 g, pero sí en el engorde, así mismo, entre éstas y otras variedades como la Stirling reportaron en forma similar a este trabajo que ésta última creció menos que la variedad Egipcia. Otros autores (Payne y Collison 1983; Wohlfarth y Hulata, 1983) han reportado también que *O. niloticus* tiene mejores ganancias de peso con respecto a *O. mossambicus*.

Las ganancias en peso expresadas en gramos/día registradas en este trabajo están por debajo de los estándares reportados en otros países como en los Estados Unidos de América, Venezuela y algunas granjas intensivas de nuestro país, donde obtienen de 3 a 5 gramos/día en la fase de engorde (Carrero, 1996., Segovia, 2000). Sin embargo, cabe hacer notar que la etapa de engorde se prolonga hasta que los organismos alcanzan pesos entre 500 y 1,000 g, con tiempos que van de 8 a 12 meses, etapa en la cual el incremento de peso/día es

mayor. Por esta razón los valores encontrados en este trabajo se consideran aceptables al compararlos con los obtenidos por investigadores nacionales (Muñoz y Garduño, 1994b) y lo que se obtienen regularmente en las granjas acuícolas nacionales en etapas similares (experiencias propias y comunicaciones personales). En sentido opuesto, la *O. mossambicus* presenta una mayor ganancia de peso en gramos/día en comparación a lo reportado por otros investigadores nacionales, lo que se considera que es debido a que es una variedad seleccionada, que proviene de una granja de Estados Unidos de Norteamérica, que tiene una calidad más aceptable que las que se encuentran en nuestro país.

En general, se considera que los valores obtenidos en el índice de mortalidad, particularmente para las variedades Stirling, *O. mossambicus* naranja y *O. aureus* gris, están por encima de los estándares con un 24.7, 26.6 y 38.3% respectivamente. En términos generales se considera como aceptable un 20 %, juntando la mortalidad de la etapa de crianza y engorde, en la primera se acepta hasta un 15 % y en la segunda hasta un 5 % (Arredondo y Lozano, 1996). Es muy probable que esta mortalidad fue debida al exceso de manejo, ya que los organismos fueron muestreados cada semana para pesarlos y medirlos, en algunas ocasiones llegaron a ocurrir accidentes como en donde se resbalaban de las manos y de la báscula y se caían golpeándose, también llegó a ocurrir (en 2 ocasiones), que en el manejo de recambio de agua llegaron a morir aplastados por el tubo central del vertedero.

En el caso particular de una mayor mortalidad presentada en la etapa de engorde por la variedad Stirling, se considera que en gran parte fue debido a alto grado de sensibilidad al estrés que presenta esta variedad, ya que durante el manejo los organismos frecuentemente se convulsionaban.

Con respecto al mayor porcentaje de mortalidad presentado por la variedad *O. aureus* gris, se atribuye al alto grado de homocigocisis que presenta esta especie

por las continuas retrocruzas entre familiares directos (entre hermanos y padres e hijos), resultados similares en esta especie han sido reportados por otros autores (Tave *et al.*, 1983).

La variedad Rocky Mountain, como ha sido comentado por diversos productores, denota mayor facilidad al manejo, siendo organismos más tranquilos y resistentes, aspectos que pueden influir en una mayor sobrevivencia.

La eficiencia en la conversión de alimento consumido a carne es un parámetro productivo de gran importancia debido al alto costo del alimento, por lo que a semejanza de otras zootécnicas en la acuicultura representa entre el 50 y 70% de los costos de producción. Entre más bajo sea este valor, mejor será al requerir menor cantidad de alimento para su asimilación en biomasa. La conversión alimenticia depende en gran parte de la calidad nutritiva del alimento, ya que dietas mal balanceadas ocasionan pérdida de nutrientes, así mismo, los hábitos alimenticios de las especies determinan en gran medida la eficiencia de las dietas y el aprovechamiento óptimo de nutrientes. En este sentido la variedad naranja de *O. mossambicus*, fue la que mejores resultados presentó, tanto en la etapa de crianza como en la de engorde, lo que puede atribuirse a que tiene hábitos alimenticios planctófagos, siendo una especie filtradora (macrófaga), lo que favorece un ahorro sustancial en el suministro de alimento artificial.

La mayor conversión alimenticia mostrada por *O. niloticus* variedad Egipcia (1.8:1), se explica por la alta voracidad que presenta esta especie en la etapa de engorde, pero que a la vez se traduce en un mejor desarrollo corporal, por lo que fue la especie que obtuvo la mayor ganancia de peso. Se considera, que aun cuando *O. aureus* variedad gris resultó con mejor eficiencia alimenticia (1.52:1) en comparación con el híbrido Rocky Mountain, *O. niloticus* variedad Stirling y la *O. niloticus* variedad Egipcia (1.63; 1.74; 1.8:1 respectivamente), esto se debió a que sólo alcanzó un desarrollo hasta juvenil y en esta etapa regularmente tienen una mejor eficiencia alimenticia por sus hábitos alimenticios planctófagos

(micrófaga), pero se piensa que en la etapa de engorde la conversión alimenticia sería mayor a las variedades mencionadas.

El porcentaje de filete obtenido con la variedad naranja de *O. mossambicus* concuerda con lo reportado por otros investigadores en esta variedad (Carrero, 1996), y es superior a los resultados encontrados por otros (Granados *et al.*, 2000).

El mayor porcentaje de filete obtenido en la variedad naranja de *O. mossambicus*, se considera sea debido a la mayor anchura que presentan estos organismos con lo que el porciento de carne – peso corporal es mayor en esta variedad, algunos productores e investigadores han comentado resultados similares (Sr. Darío Sanclemente, comunicación personal, Acuicola San Juan, Tuluá, Colombia; Carrero, 1996).

Al realizar una evaluación global de las 3 etapas productivas (reproducción, crianza y engorde) la variedad *O. niloticus* Egipcia y *O. mossambicus* naranja, presentaron mejores resultados que difieren estadísticamente de la *O. niloticus* Stirling, el híbrido Rocky Mountain y *O. aureus* gris. Lo anterior permite suponer que estas especies son las más recomendables para ser cultivadas bajo condiciones similares al presente estudio, cuando el objetivo particular de la explotación es la producción de biomasa. Por el contrario al tener como meta fundamental la producción y comercialización de crías, la variedad Stirling es la más recomendable.

Por el contrario al atribuirles valores comerciales a los parámetros evaluados, el híbrido Rocky Mountain y *O. mossambicus* naranja, resultaron con los mejores valores, sin embargo estadísticamente no se observaron diferencias significativas entre la *O. mossambicus* naranja y las variedades Egipcia y Stirling de *O. niloticus* ($P > 0.05$).

CONCLUSIONES

1.- La prueba de aglutinación de eritrocitos con la lectina algal mostró diferencias significativas entre las especies de *Oreochromis* evaluadas (*niloticus*, *mossambicus* y *aureus*), no así entre las líneas de la misma especie. Las características fenotípicas, principalmente el color del cuerpo y de aleta caudal, son criterios confiables para la diferenciación de las 5 líneas de *Oreochromis* estudiadas.

2.- Los índices reproductivos de las especies y líneas de *Oreochromis* evaluadas, son significativamente mayores en la variedad *O. niloticus* Egipcia en el caso de los machos y en las hembras de la línea Stirling.

3.- Las líneas *O. niloticus* Egipcia y *O. mossambicus* naranja mostraron mayores índices productivos en la evaluación general del desarrollo. Al atribuirle un valor económico a los parámetros evaluados, la *O. aureus* variedad gris mostró significativamente menores índices productivos en comparación con las 4 especies y variedades restantes, entre las que no se evidencia una diferencia estadística significativa.

RECOMENDACIONES

1.- Con base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se considera que la elección de determinada variedad de tilapia para su cultivo dependerá de los objetivos particulares de la granja o empresa acuícola. Si los objetivos primordiales son la producción de crías se recomienda la *O. niloticus* línea Stirling; en caso de que sean la venta de filete o pescado vivo se puede recomendar las líneas *O. mossambicus* naranja y el híbrido Rocky Mountain y si el objetivo es la producción en volumen se recomienda la *O. niloticus* línea Egipcia.

2.- Se recomienda realizar estudios productivos con híbridos que resulten del cruzamiento de las diferentes líneas estudiadas, ya que se considera que el aumento de la heterosis se puede ver reflejado en la productividad.

3.- Las pruebas de aglutinación con la lectina giraffina probaron ser de fácil realización, aunque se recomienda validar los resultados obtenidos haciendo pruebas con número mayor de muestras y con otras especies de la Familia Cichlidae, así como manejar variables entre las que se incluya el sexo y edad de los organismos.

4.- Se considera que el presente estudio tiene limitaciones en cuanto a la carencia de pruebas inmunológicas y genéticas tales como respuesta inmune celular y caracterización genotípica, los cuales son actualmente objeto de estudio por otros investigadores.

LITERATURA CITADA

Alvarez-Hernández S., De Lara-Isassi G., Arreguín-Espinoza R., Hernández-Santoyo A. y Rodríguez-Romero A., 1999. Isolation and partial characterization of giraffine, a lectin from the Mexican endemic alga *Codium giraffa* Silva. *Botanica Marina* Vol. 42, pp 573-580 Berling, New York.

Alvarez-Torres P. y Díaz-Luna C., 1996. Avances en el cultivo de tilapia en Tailandia y Filipinas. En: Primer curso Internacional de producción de tilapia, UNAM ; AUAMI; SEMARNAP. Edita. División. de Educación Continua. México, pag: 60-88.

Alvending-Casauay, A. y Carino V.S., 1988. Gonadal sex differentiation in *Oreochromis niloticus*. The second International Symposium on tilapia in Aquaculture.

Conferenciew proceedings 15, pag: 121-124.

Allanson, B.R., y Noble, R.G., 1964. The tolerance of *Tilapia mossambica* (peters) to high temperature. *Trans. Am. Fish Soc.*, 93 (4): 323-332

Allison, R., Smitherman, R.O. y Cabrero, J., 1976. Effect of high density culture on reproduction and yield of *Tilapia aurea* on reproduction and yield of *Tilapia aurea*. *FAO Tech. Conf.on Aquaculture, Kyoto, Japan. AQ/Conf/76/E. 47:3 p.*

Arana, F., 2000. Principales ecosistemas acuáticos, Ecología para principiantes. Ed. Trillas, México, 71-78.

Arredondo-Figueroa , J.L., 1975. Algunos aspectos sobre la taxonomía de la tilapia. *Piscis*, 1 (2) : 24-28.



Arredondo-Figueroa J.L. y Guzmán A.M.,1986. Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae) introducidas en México. An. Inst. Biol. UNAM, Ser. Zool., 56 (2): 555-572.

Arredondo-Figueroa J.L., Flores-Muñoz V.F., Gonzalez-Tovar R F., Garduño-Argueta H. y Campos-Verduzco R.,1994. Desarrollo Científico y Tecnológico del Banco de Genoma de tilapia. Convenio SEPESCA/UAM-I. México, 89 p.

Arredondo-Figueroa J.L., Lozano-Gracia S.,1996. Cultivo de la tilapia en México. En : Primer curso Internacional de producción de tilapia, UNAM ; AUAMI; SEMARNAP. Edita. División. de Educación Continua. México, pag: 7-18.

Avtalion, R.R., Y. Prugini y S. Rothbar.,1975. Determination of allogenic and xenotic markets in the genus *Tilapia*. I. identification of sex and hybrids in tilapia by electrophoretic analysis of serum proteins. Bamigdeh, 27: 8-13.

Badenhuizen, T.R.,1967. Temperatures selected by *Tilapia mossambica* (Peters) in a test tank with horizontal temperature gradient. Hydrobiologia, 30: 541-554.

Balfour Hefher y Yoel Pruginin 1985. "¿ Porque el cultivo de peces ?". Cultivo de peces comerciales. Ed. Limusa. México, p 11-14.

Carrero-Necker J.,1996. Experiencias con la utilización de oxígeno líquido en cultivos de tilapia roja. En: Primer curso Internacional de producción de tilapia, UNAM ; AUAMI; SEMARNAP. Edita. División. de Educación Continua. México, p.95-104.

Chen, F.Y. y Prowse, G.A.,1964. The effect of living-space on the growth rate of fish. Ichthyologica, 3 (1-2): 11-20.

Chen, F Y y Tsuyuki M.,1970. Zone electrophoretic studies on the proteins of *Tilapia mossambica* and *Tilapia hornorum* and their F1 hybrids, *T ziilli* and *melanopleura* J. Fish. Res. Bd. Can, 27: 2167-2177.

Coffin D. L.,1986. Laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria. Edición Científica, La prensa médica mexicana S. A. México. pag. 293.

De Kimpe, P.,1971. Feeds for tilapia and catfish. FAO Aquaculture Bull; 3 (4):4.

Delgadillo T.M.S.,1996. Reversión sexual de tilapia a escala comercial. En: Primer curso Internacional de producción de tilapia, UNAM ; AUAMI; SEMARNAP. Edita. División. de Educación Continua. México, D.F. pag: 218-224.

Ekmath, A.E., M.M. Tayamen, M.S. Palada de Vera, J.C. Danting, R.A. Reyes, E.E. Dionisio, J.B. Capili, H.L. Bolivar, T.A. Abella, A.V. Circa, H.B. Bentsen, B. Gjerde, T. Gjedrem y R.S.V. Pullin.,1993. Genetic improvement of farmed tilapias: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in diferent farm environments. Aquaculture. 111: 171-188.

Evans G. y Maxwell.,1990. Inseminación artificial de ovejas y cabras. 1er Ed. España, Zaragoza. Pág: 101-103.

Fábregas J., López A., Llovo J. y Muñoz A.,1992. A comparative study of seafish erythrocytes and agglutinins from seaweeds. Comp. Biochem. Physiol. 103a: 307-313.

Fábregas J., Muñoz A., Llovo J. y Carracedo A.,1988a. Tomentine: a lectin for the detection of a glycoprotein polimorphisms. Med. Sci. Res., 16:819-820.

Fábregas J., Muñoz A., Llovo J. y Carracedo A.,1988b. Purification and partial characterization of tomentine. An N-acetyigiucosamine-specific lectin from the

green alga *Codium tomentosum* (Huds.) Stackh. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 124:21-30.

Fábregas J., Llovo J. y Muñoz A., 1988c. Agglutination activity of algal extracts against spermatozoa of the fish *Diplofusus sargus* L. Nippon Suisan Gakkaishi, 54: 2121-2126.

FAO., 1980. Report of the ad hoc consultation on aquaculture research. FAO Fish. Rep. 238, FAO, Rome, 26 pp.

Granados, A.I., Garduño, L.M. y Muñoz, C.G., 2000. Comparación de crecimiento y evaluación económica entre el genotipo de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) y el híbrido rojo (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). Gaceta regional sigolfo. Sistema de Investigación del Golfo de México. 2 (7) 3-7 p.

Greenberg A.E., Clesceri L.S. y Eaton A.D., 1992. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 18 th Edition, American Public. Health Association, Washington, U:S:A.

Guelorget O., Lucien-Brun H., Bouchereau J.L. y Duche D., 2000. La acuicultura. En: Panorama acuícola 5 (3) 43.

Herzberg, A., 1978. Electrophoretic esterase pattern of the surface mucus for the identification of *Tilapia* species. *Acuaculture*, 13:81-83.

Hickling, C.F., 1963. The cultivation of tilapia. *Scient. Am*; 208 (5): 143-148, 150-152.

Hori K., Miyazawa k. e Ito K., 1981. Hemagglutinins in marine algae. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 47: 793-798.

Hori K., Oiwa C., Miyazawa K. e Ito K.,1988. Evidence of wide distribution of agglutinins in marine algae. *Bot. Mar.*, 31: 133-138.

Hulata, G., Rothbard,S., Itzokovich, J., Wohlfarth G.y Halevy, A.,1985. Differences in hybrid fry production between two strains of Nile *Tilapia*. *Prog. Fish-Cult.* 47: 47-49.

Inegi., 1996. Carta Topográfica 1:50,000 (fuente: Internet, <http://www.inegi.gob.mx/entidades/fjal.htm>).

Ingram G. A.,1985. Lectins and lectin.like molecules in lower plants. 1. Marine - alge (review). *Devel. Comp. Immunol.*, 9: 1-11.

Jayaprakas, V.,Tave D., y Smitherman, R.O.,1988. Growth of two strains of *Oreochromis niloticus* an their F1, F2 and backcross hybrids In:R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonghutai and J.L MacLean (editors), *The Second International Symposium on tilapia in Aquaculture . ICLARM Conf. Proc.* 15:197-201.

Khater, A.A.,1985. Identification and Comparison of three *Tilapia nilotica* Strains for selected aquacultural traits. Auburn University. Alabama, USA. M.S. thesis.

Khater, A.A. y. Smitherman, R.O.,1988. Cold tolerance and growth of three strains of *Oreochromis niloticus* ., 15: 215-218. In: Pullin, R.S.V. , T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L MacLean (editors), *The Second International Symposium on tilapia in Aquaculture*.623 p. ICLARM Conf. Proc., Manila, Philippines.

Kornfield, I.L., Ritte U. y Wahrman,J.,1979. Biochemical and cytological differentiation among Cichlid fishes on the sea of Galilee. *Evolution*, 33 (1) : 1 - 14.

Kuhns W.J. y Chuba J.,1968. Intrageneric blood group differences between Ictalurids (fresh water catfishes). Fed. Proc., 27: 491.

León-Sánchez R.,1981. Recopilación, análisis y evaluación de constantes fisiológicas de los animales domesticos. Tesis Profesional, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Guadalajara. 239 pag.

López-Huerta S.,1990.Técnicas de Producción Piscicola empleadas en el Centro Acuícola las Pintas (Tesis profesional).

Llovo J., Muñoz A., Romaris M. y Fábregas J.,1987. Obtención de sangre de peces mediante punción cardíaca. Cuad. Marisq. Publ. Téc., 12: 261- 266.

Macintosh, D.J. y Little D.C.,1995. Nile *Tilapia* (*Oreochromis niloticus*). In Broodstock management and egg and larval quality. N.R. Bromage and R.J. Roberts (eds.) Blackwell Science Ltd. Oxford, London. P. 277-320.

Morales-Diaz A.,1974. El cultivo de la Tilapia en México. Datos Biológicos. Instituto Nacional de Pesca. INP., 25 p.

Morales-Diaz A.,1988. Manual Técnico para el cultivo de la tilapia en los Centros Acuícolas de la Secretaría de Pesca. pag: 181-183.

Morales-Díaz A.,1991. La tilapia en México Biología, Cultivo y Pesquerías. Editorial AGT S.A. México D.F.

Muñoz A., Llovo J. y Fábregas J.I.,1987a. Different agglutinin activity of red marine algae against erythrocytes from several animal species. Thalassas, 5: 87-89.

Muñoz A., Llovo J., Romaris M. y Fábregas J.,1987b. Utilización de Algas Marinas como un nuevo criterio de diferenciación de las libreas de *Labrus bergylta* Ascanius, Cuad. Mariq. Publ. Tec., 12: 251-256.

Muñoz A., Llovo J., Romaris M. y Fábregas J.,1987c. Presencia de receptores para aglutininas algales sobre la superficie de eritrocitos de peces. Cuad. Marisq. Publ. Tec., 12: 245-250.

Muñoz, G. y Garduño, M.,1994a. Comparación del crecimiento entre *Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus* y su híbrido bajo condiciones de cultivo. Vet. Mex, 25 (4) 323-326.

Muñoz, G. y Garduño, M.,1994b. Crecimiento de 4 líneas en la mojarra tilapia durante la fase de engorda. Resúmenes de trabajos de la Séptima Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz. 153, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Veracruz, Ver.

Nowak T.F.I. y Barondes S.H.,1975. Agglutinin from *Limulus polyphemus*. Purification with formalinized adsorbent. Biochim. Biophys. Acta, 393:115-123.

Olmos, T.E. y Tejeda, S.M.,1990. Inventario nacional de unidades de producción acuícola. Secretaría de Pesca, México, D.F. 66 p.

Palada de Vera, M.S. y Eknath, A.E.,1993. Predictability of individual growth rates in tilapia, *Aquaculture*. 111: 147-158.

Payne, Y. y Collison, Y.,1983. A comparisson of the biological Characteristics of *Sarotherodon niloticus* (L.) with those of *S. aureus* (S.) and other tilapia of the delta lower Nile. *Aquaculture*, 30: 335-351.

Pullin, S.V.R. y Capili, J.B., 1988. Genetic improvement of tilapias: problems and prospects. In: R.S.V. Pullin *et al* (ed). The Second International Symposium of tilapia in aquaculture. ICLARM Conf. Proc. 15:259-266.

Pruginin, Y., Fishelson L. y Koren A.,1988. Intensive tilapia Farming in Brackieswater from an Israeli Desert Aquifer. p. 75-81.

Redmayne P., 2000. Sea Food Business. Panorama Acuicola 5 (3):8-9.

Ridway G.J.,1969. Blood groups in salmonid fishes. Fish in Research. Neuhaus O.W. y Halver J.E. (Eds.). Academic Press. New York, EUA, pp. 185-194.

Rodríguez Gutiérrez M.,1992.Técnicas de Evaluación Cuantitativas de la Madurez Gonádica en Peces. Edit.AGT, S.A. México D.F..

Rogers D.J., Topliss J.A. y Guiry M.D.,1980. A survey of some marine organisms for haemagglutinins. Bot. Mar., 23.- 569-577.

Rosenthal H., 1994. Aquaculture and the environment. World Aquaculture 25(2): 4-11.

Segovia M.,2000. Piscimex "El cultivo de tilapia más grande de México" Panorama Acuícola 5 (5): 30-33.

Semarnap., 1999. Anuario Estadístico de Pesca. (fuente: Internet, <http://www.semarnap.gob.mx>).

Sharon N. y Lish.,1972. Lectins: Cell agglutinating and sugar-specific proteins, Science, 177: 949-958.

Sharon N. y Lish, H.,1981. Lectins in higher plants. Cap.10. En: Marcus, A. (Ed.) The Biochemistry of Plants. Academic Press,. Londres, 371-447.

Shiomi K., Yamanaka H. y Kikuchi T.,1980. Biochemical properties of hemagglutinins in the red alga *Serraficardia maxima*. Bull. Japan. Soc. Sic. Fish., 46: 1369-1373.

Shiomi K., Yamanaka H. y Kikuchi T.,1981. Purification and physicochemical properties of a hemagglutinin (GVA-1) in the red alga *Gracilaria verrucosa*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 47: 1077-1084.

Simoes L.A., (2000). Una visión internacional de la producción de alimentos,
Fuente:http://sikeiros.fi-p.unam.mx/cicm/WEB-Congreso/Vision_alimentos.html.

Sinderman C.,1962. Use of plant hemagglutinins in serological studies of clupeoids fishes. Fish. Bull. 63: 137-141.

Sokal R.R. y Rohlf F.J.,1969. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman & CO., San Francisco, USA, 776 p.

Steel R.D. y Torrie J.H.,1988. Bioestadística - principios y procedimientos, segunda edición. McGraw-Hill/Interamericana, México, 622 p.

Tacon A. y Cruz-Suarez L.E., 2000. Gestión de la acuicultura "Alimentación y Nutrición" Panorama Acuícola 5 (2): 52-53.

Tave, D.,1988. Genetics and breeding of tilapia : A review In : R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. MacLean (editors), The Second International Symposium on tilapia in Aquaculture. 15: 285-293.

Tave, D., Bartels J.E. y Smitherman, R.O.,1983. Saddleback: A dominant, lethal gene in *Sharotherodon aureus* (Steindachner) (= *Tilapia aurea*). J.Fish.Dis. 6: (1):59-73.

Tejeda S.M.,1987. Contribución al conocimiento de la sistemática de las especies de la tribu Tilapiini (Pisces:Cichlidae), presentes en México. Tesis de Licenciatura, ENEP-Iztacala, UNAM, 75 p.

Tong J. y Wu,C.,1993. Study on the blood type factors in red crucian carp, (*Carassius auratus* var.) and *Squaliformes Selachii*. *Aquacul.*, 11 1: 129-138.

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

Uraivan, S. y Phanitchai, V.,1986. A study of strain selection of *Tilapia nilotica*. *Aquaculture*.57:376-377.

Uribe-Alcocer, M., Vera-Muñoz G., y Arreguin-Espinoza J.,1989. Marcadores electroforéticos específicos de *Oreochromis mossambicus* y *Oreochromis urolepis hornorum* (Pisces: Cichlidae). *An. Inst.Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 16(2):199-206.

Utter F.M., Ridway G.J. y Hodgins H.O.,1964. Use of plant extracts in serological studies of fish. U. S. Fish and Wildlife Service, Special Scientific report, Fisheries No. 472.

Vann D.C. y Cushing D.E.,1966. Reactions of the lectin from *Dolichos biflorus* with erythrocytes from California bonito, *Sarda chilensis*. *Fed. Proc.*, 25: 437.

Vargas, G., 2001. Lo que nos depara el nuevo milenio. *Presencia Universitaria*, 235: 2-3.

Vinatea-Arana L., 2000. La epistemología de la Acuicultura. *Panorama Acuícola*, 5 (5):56.

Wohlfarth, W. G. y Hulata, G.,1983. Applied Genetics of tilapias. ICLARM Studies and Reviews 6, 26 p. *International Center for Living Aquatic Resources Management*. Manila, Philippines.