



Universidad Autónoma de Nayarit  
UNIDAD ACADÉMICA ESCUELA NACIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

Benito de Metanchén Km. 12, carret. Los Cocos  
Apdo. Postal #10, C. P. 63740, San Blas, Nayarit  
Tel. (323) 231-21-20

OFICIO NO. DIR/018/07  
FECHA: 19/Enero/2007.  
ASUNTO: Solicitud de Autorización  
de Examen de Grado.

C. ING. ALFREDO GONZALEZ JAUREGUI  
DIRECTOR DE SERVICIOS ESCOLARES  
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT  
P R E S E N T E.

Por medio del presente le comunico a usted que el C. Ing. Edilberto Fonseca Herrera, ha presentado a satisfacción de la Comisión de Tesis su trabajo titulado "Evaluación de diferentes protocolos de producción semiintensiva de Tilapia *Oreochromis niloticus* en la Costa Norte de Nayarit", por lo cual le solicito su autorización a efecto de que realice su Examen de Grado correspondiente al Programa Académico Maestría en Ingeniería Pesquera con Especialidad en Acuicultura.

Sin otro en particular y agradeciendo de antemano sus finas atenciones a la presente, me reitero de usted como su atento y seguro servidor.

ATENTAMENTE  
POR LO NUESTRO A LO UNIVERSAL

MTR. GERONIMO RODRIGUEZ CHAVEZ  
DIRECTOR

UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE NAYARIT



ESCUELA NACIONAL DE  
INGENIERIA PESQUERA  
DIRECCION

C.c.p. Archivo.  
GRCH/tp

## DEDICATORIA

*A mi familia,  
mi esposa Lucia Isabel y mis hijos:  
Jair, Edilberto, Manuel Ramón y Jaira María,  
por el amor, cariño y comprensión  
que siempre me han brindado.*

*Dios los bendiga y los conserve...*

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo financiero y logístico para el proyecto "Capacitación y Seguimiento Productivo a Granjas Piscícolas del municipio de Tecuala" durante la gestión del C. Dr. Andrés Bogarín Serrano, Presidente Municipal de Tecuala.

Se agradece al Grupo de Investigación en Acuicultura del CEMIC de la UAN bajo la coordinación del M. en C. Emilio Peña Messina, por el apoyo brindado durante la coordinación y desarrollo del proyecto así como en la dirección y revisión de este trabajo.

Se agradece a la planta de profesores de la maestría en Ingeniería Pesquera con especialidad en Acuicultura, por los conocimientos y asesoría brindada.

Al Mtro. Humberto González Vega, por la revisión y asesoría durante el desarrollo de este trabajo.

Al M. en C. Gerónimo Rodríguez Chávez, Director de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera por su amistad, apoyo y facilidades brindadas para la presentación de este trabajo.

## INDICE

INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE FOTOGRAFIAS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
1.1. Antecedentes del cultivo de Tilapia en México y en el mundo.	3
1.1.1. Las especies de interés.	5
1.1.2. Desarrollo tecnológico del cultivo de Tilapia.	6
1.1.3. Características del producto Tilapia.	7
1.2. Generalidades de la especie.	7
1.2.1. Taxonomía.	8
1.2.2. Morfología y fisiología.	9
1.2.3. Límites de tolerancia ambiental.	10
1.2.3.1. Temperatura.	10
1.2.3.2. Calidad química del agua.	10
1.2.3.3. Oxígeno disuelto.	11
1.2.3.4. Bióxido de carbono.	11
1.2.3.5. Salinidad.	12
1.2.3.6. Potencial de hidrógeno.	12
1.2.3.7. Turbidez y coloración.	12
1.2.4. Hábitos alimenticios.	13
1.2.5. Nutrición de Tilapia con alimentos balanceados	13
II. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo general.	14

2.2.	Objetivos específicos.	14
2.3.	Hipótesis.	14
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1.	Descripción de los sitios de cultivo.	15
3.1.1.	Localización Geográfica.	16
3.1.2.	Clima.	18
3.1.3.	Topografía.	18
3.1.4.	Figura jurídica de las organizaciones.	19
3.2.	Manejo del cultivo de Tilapia.	19
3.2.1.	Hormonado de crías.	20
3.2.2.	Preparación de los estanques.	21
3.2.3.	Aclimatación y siembra.	21
3.2.4.	Manejo de la engorda.	21
3.2.4.1.	Fertilización.	21
3.2.4.2.	Alimentación.	22
3.2.4.3.	Recambio.	22
3.3.	Trabajo de campo.	22
3.3.1.	Obtención y captura de datos.	23
3.3.1.1.	Evaluaron del crecimiento.	23
3.3.1.2.	Sobrevivencia.	23
3.3.1.3.	Factores abióticos.	23
3.4.	Trabajo de gabinete.	24
3.4.1.	Manejo de datos y análisis estadístico.	24
3.4.2.	Evaluación de Costos de Producción.	24

IV. RESULTADOS	26
4.1. Respuesta productiva de <i>O. niloticus</i> en los diferentes sitios.	26
4.1.1. Crecimiento.	26
4.1.2. Parámetros de Producción.	29
4.1.3. Evaluación de Costos.	30
4.1.3.1. Sitio Murillos (RA)	30
4.1.3.2. Sitio Murillos (LS)	31
4.1.3.3. Sitio Las Lumbres (LL)	31
4.2. Efecto de los factores abióticos.	32
V. DISCUSION	38
5.1. Crecimiento de <i>O. niloticus</i> en los diferentes sitios.	38
5.2. Costos de Producción.	39
5.3. Efecto de los factores abióticos.	40
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. BIBLIOGRAFIA	44
IX. ANEXOS	48
1. Formato de registro de datos para la evaluación de crecimiento.	49
2. Formato de registro de factores abióticos.	50

## INDICE DE TABLAS

	Pag.
I. Detalle de los diferentes protocolos de producción.	20
II. Prueba de homogeneidad de varianzas para el crecimiento de <i>O. niloticus</i> entre sitios.	27
III. Comparación de la talla y el peso de <i>O. niloticus</i> al final del experimento.	29
IV. Parámetros de Producción de <i>O. niloticus</i> en los sitios de cultivo.	29
V. Prueba de Homogeneidad de Varianzas para los factores abióticos entre sitios.	34
VI. Efecto de los factores abióticos en los resultados de producción de <i>O. niloticus</i> .	35

INDICE DE FIGURAS	Pag.
1. Variación de la talla de <i>O. niloticus</i> durante el cultivo.	26
2. Variación del peso de <i>O. niloticus</i> durante el cultivo.	27
3. Talla de <i>O. niloticus</i> en los diferentes sitios de cultivo.	28
4. Peso de <i>O. niloticus</i> en los diferentes sitios de cultivo.	28
5. Comportamiento de la temperatura durante el cultivo.	33
6. Comportamiento del pH durante el cultivo.	33
7. Comportamiento de la concentración de Oxígeno Disuelto durante el cultivo.	34
8. Comparación del pH en los sitios de cultivo.	35
9. Comparación de la Temperatura (°Celcius) en los sitios de cultivo.	36
10. Comparación de la concentración de Oxígeno Disuelto (mg <sup>l</sup> <sup>-1</sup> ) en los sitios de cultivo.	36

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

	Pag.
1. Estado de Nayarit.	16
2. Municipio de Tecuala, Nayarit.	16
3. Granja del sitio Las Lumbres (LL).	17
4. Granja del sitio Murillos (LS).	17
5. Granja del sitio Murillos (RA).	18

## RESUMEN

El proyecto se desarrollo en las instalaciones de tres granjas piloto construidas en diferentes localidades del municipio de Tecuala, Nayarit. Derivado de la inquietud de un grupo importante de ejidatarios y con la intención de diversificar sus posibilidades de producción, las granjas piloto se ubicaron: una en el límite sur del poblado Las Lumbres y dos más en el poblado de Murillos. Se discutió con los productores acerca de las diferentes posibilidades de manejo del cultivo semiintensivo de Tilapia y se dejo a criterio de ellos la elección de las estrategias de fertilización y alimentación en función de sus posibilidades de inversión. Se buscó dejar fijos los parámetros de densidad de siembra y régimen de utilización hidráulica. Los resultados obtenidos de esta experiencia de producción, mostraron diferencias significativas en los valores de la talla y el peso entre los sitios seleccionados para la instalación de los cultivos. Esta diferencia no tuvo un impacto importante en los resultados de producción en términos de biomasa, debido principalmente a las diferencias en el Factor de Conversión Alimenticia y a la sobrevivencia. En general el crecimiento se vio limitado por el efecto de temperaturas bajas en invierno. Se encontraron valores de la sobrevivencia notablemente altos que permiten suponer la factibilidad del cultivo. No obstante, es necesario replanear el esquema de manejo, considerando la omisión de la época invernal en el ciclo de cultivo. Los costos de producción tuvieron una estrecha relación con la inversión en el cultivo, con un mejor margen de utilidad con el uso combinado de estrategias de fertilizaron orgánica y de alimentos no específicos con bajo valor proteico.



## I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

El cultivo de peces en estanques es una costumbre muy antigua. Las carpas fueron cultivadas desde 2,698 A.C. En China se criaban en estanques construidos en las granjas para gusanos de seda. Esto aparentemente ocurrió cuando la civilización se estableció por un largo periodo de tiempo. Por ejemplo, en el viejo Egipto y en China que han tenido una civilización continua, durante aproximadamente unos 4000 años. El primer relato escrito en 475 a.C. acerca del cultivo de peces en estanques fue de Pan Lai, un piscicultor chino (Morales, 1997).

Los antiguos Romanos introdujeron la carpa de Asia a Grecia y a Italia. En el Siglo XVII el cultivo de la carpa se estableció por toda Europa. Un libro escrito por John Taverner en Inglaterra en 1600 ofrece los detalles de un buen manejo del estanque y trata del cultivo de la Carpa común. Taverner, (1600) escribió sobre construcción, fertilización y alimentación en estanques. Otro libro, escrito en 1865, da los detalles de los métodos para lograr el desove artificial de los peces. Los métodos de cultivo de la carpa común no han cambiado mucho desde aquel tiempo.

En la actualidad también se cultivan otros peces en estanques. Algunos de los mas conocidos son los del genero *Oreochromis*, la Nilótica y la Mossambica. Algunas otras como las carpas chinas: la plateada, la herbívora y la cabezona, también son empleadas a menudo en el cultivo en estanques. Los países más importantes en el mundo están destinando tiempo y dinero para investigar cuales de los peces comunes que hay en sus propias aguas tendrán un buen crecimiento en los estanques.

La práctica del cultivo en estanques se desarrolló porque es más práctico criar un pez en estanques que tratar de capturarlo de los lagos, ríos o arroyos. Por ejemplo: los pescadores artesanales descubrieron que construir un estanque de peces cerca de su casa era más conveniente que dirigirse al río o mercado más próximo. Los estanques pueden construirse tomando en cuenta el tipo de suelo, la forma del terreno y que el suministro de agua sea suficiente. Esto puede parecer

muy complicado. Sin embargo, todo se facilita debido a la gran variedad de suelos y formas del terreno que pueden ser empleados para la construcción de estanques. Además también pueden construirse en un arrozal o en un campo de grano no usado.

En el estado de Nayarit, el municipio de Tecuala, ampliamente conocido como uno de los más importantes productores de camarón silvestre, es sin duda uno de los municipios con mayor potencial acuícola, dadas sus características hidrológicas. Este se sitúa en la Llanura costera norte del Estado de Nayarit, en mayor parte constituida por terrenos de inundación temporal o permanente, con gran influencia marina a través del canal de Cuautla y boca Teacapán. Esta condición privilegia no solo la producción natural de camarón y ostión en la zona, sino la posibilidad de desarrollar proyectos ambiciosos para la acuicultura de algunas especies de peces como las tilapias. Actualmente se utiliza el tratamiento de hormonado que revierte sexualmente a los peces masculinizándolos y evitando con ello la reproducción.

En Tecuala se están desarrollando acciones conducentes a fomentar la actividad acuícola, para el caso de la piscicultura se han conformado grupos de ejidatarios y de carácter social con interés en el cultivo de Tilapia en tres localidades, a saber: Los Morillos, San Cayetano y las Lumbres. Se conjuntaron los esfuerzos del Gobierno Municipal y del grupo de Investigación en Acuicultura del Centro Multidisciplinario de Investigación Científica de la Universidad Autónoma de Nayarit para Generar el Proyecto "Capacitación y Seguimiento Productivo de Granjas Piscícolas del Municipio de Tecuala". Este trabajo tuvo como principal finalidad coadyuvar al logro de los objetivos de producción de estos grupos y sus objetivos de formación académica dan como resultado el desarrollo de esta tesis.



## 1.1. Antecedentes del cultivo de Tilapia en México y en el mundo.

SISTEMAS DE AGUA

En la década de los 50's se debatía sobre dos tendencias encontradas en el ámbito de la piscicultura rural en México. Una de ellas pugnaba sobre la distribución indiscriminada y preferencial de las especies de importancia para la pesca deportiva tales como las Neárticas, Lobina negra (*Micropterus salmonides*) y sus forrajeras del género *Lepomis*; Trucha arco iris, (*Salmo gairdnerii*) y *Cyprinus carpio* o carpa común, anteriormente introducidas. Por otra parte el creciente número de embalses en zonas tropicales y la necesidad de responder a los problemas de alimentación así como los ecológicos de los sistemas acuáticos del país, hizo necesario desarrollar un plan de piscicultura a escala nacional por razones bioecológicas y socioeconómicas (Morales, 1991)

Como resultado de la aplicación de la nueva política acuícola se pusieron en práctica lineamientos y métodos más acordes con las características ambientales, problemas y necesidades de ese entonces entre las que destacaron:

1. Que la distribución de los recursos hidráulicos se concentraba en las regiones tropicales aproximadamente en un 70%.
2. Que los problemas ambientales como la invasión de malezas acuáticas requería de especial atención.
3. Que los problemas alimentarios que ameritaban producción masiva, seguían teniendo prioridad.
4. Que las oportunidades de empleo que se generaban ayudaban a resolver el problema socioeconómico del país.

De esta forma se evitó que el enorme potencial acuático de las zonas tropicales fuera poblado con especies carnívoras de bajo rendimiento que serían destinadas principalmente a la pesca deportiva y se aceleró la toma de decisiones para una alternativa más plausible, como lo fue utilizar todo este potencial para la introducción de especies herbívoras que contribuirían a la solución del problema

de las malezas acuáticas y a crear oportunidades de empleo. Una vez dado este paso se hicieron estudios para decidir la conveniencia de la introducción de peces herbívoros de dos procedencias: Carpas herbívora de China y Tilapias de origen africano anteriormente introducidas a Estados Unidos (Alabama) de donde fueron enviadas a México una vez aprobada la conveniencia de su introducción (Shelton, 1978).

Una vez realizados los preparativos correspondientes los resultados rebasaron las expectativas obteniéndose volúmenes sin precedentes en lo que se refiere a aguas continentales bajo cultivo extensivo (80000 ton/año). El impacto social y económico de esta pesquería aún extensiva sirvió de ejemplo para otros países con condiciones semejantes, por lo que se ha demostrado su indiscutible utilidad para promover cambios socioeconómicos de gran importancia regional. Es por demás señalar que la aplicación de métodos intensivos mejorará con creces estos resultados siendo adecuadamente aplicados (Morales, 1976).

La Estación de Piscicultura Tropical fue creada por acuerdos verbales tenidos entre la Comisión del Papaloapan, la Dirección General de Pesca y la Comisión Nacional Consultiva de Pesca, estas últimas dependientes de la Secretaría de Industria y Comercio. Integraron estos acuerdos siendo Presidente de la República el Lic. Adolfo López Mateos. En 1962, la Comisión del Papaloapan considero su creación como otra finalidad de la Presa Presidente Miguel Alemán, ya que con el desarrollo e incremento de las actividades piscícolas y la pesca podrían aumentar los recursos económicos de muchos habitantes ribereños y mejorar su régimen alimenticio. Mediante este criadero de especies tropicales nativas y exóticas se pretendía también abastecer los sistemas hidrológicos de la Cuenca del Papaloapan y del Sureste de la República Mexicana, en cooperación con la Comisión Nacional Consultiva y la Dirección General de Pesca. En marzo de 1963, la Dirección General de Pesca introdujo ejemplares de lobina negra (*Micropterus salmoides*) y mojarra de agallas azules (*Lepomis macrochirus*) en el embalse de la Presa Presidente Miguel Alemán. En octubre de ese mismo año, el Biólogo Dilio Fuentes Castellanos informo sobre los resultados obtenidos con los muestreos biológicos realizados en la presa, consistentes en algunas determinaciones de su fauna ictica. Posteriormente, se

hicieron muestreos periódicos con el objeto de conocer las posibilidades de introducción de otros peces mas apropiados para el embalse (Morales, 1974).

En diciembre del mismo año, el Director General de Pesca remitió la Cornisión del Papaloapan el proyecto preliminar de una Estación de Piscicultura Tropical, elaborado por el Biol. Rodolfo Ramírez Granados. En 1964, comisiono a personal técnico para realizar estudios biológicos y fisico-químicos del embalse, los cuales permitieron observar que las condiciones ecológicas prevaecientes no resultaban favorables para las especies introducidas y que se recomendaba la introducción de las Tilapias de origen africano.

La Tilapia se introdujo a México en 1964 en la presa Temascal, Oax., donde se instaló la primera estación piscícola de especies tropicales de México, cuyos trabajos se enfocaron a la adaptación, propagación y cultivo de Cíclidos que incluyeron a tres especies de origen africano importadas de los Estados Unidos y posteriormente a tres especies de mojarra nativas del sudoeste mexicano. Las especies que se incluyeron en esta introducción fueron: *Tilapia aurea*, *Tilapia melanopleura*, *Tilapia mossambica* y posteriormente *Tilapia nilotica* (Cortés y Arredondo, 1976).

#### 1.1.1. Las especies de interés.

Los cíclidos como la Tilapia, difundidos en la mayoría de los países con climas tropicales, han probado ser los peces más adaptables a diversas condiciones físicas y químicas. Actualmente se reproducen en México diversas especies de Tilapia entre las cuales, la variedad Israel *Oreochromis niloticus* se desarrolla satisfactoriamente en ambientes salinos de hasta 60%, y sus crías están disponibles a precios accesibles (Pesca, 1988).

Dos factores son fundamentales para desarrollar la piscicultura de Tilapia con éxito económico: evitar las pérdidas por reproducción de los peces, utilizando semilla sexualmente revertida y dar valor agregado a la producción cuyo valor es bajo cuando se vende en fresco entero. Actualmente las técnicas de hormonado de tilapias se han probado con éxito y su desarrollo y aplicación en la piscicultura comercial son una realidad, que ha demostrando ser conveniente (Alamilla, 2002).

Esto no solo permite un mayor control sobre los organismos en el cultivo para fines ambientales y de conservación de las poblaciones silvestres del entorno, sino que sus logros trascienden a lo económico, con mayor producción de biomasa, tallas uniformes y rápido crecimiento de los peces masculinizados.

#### 1.1.2. Desarrollo tecnológico del cultivo de Tilapia.

La producción de Tilapias para el comercio y el consumo doméstico, alcanza niveles muy importantes en África y en el sureste de Asia. Chimits (1995), describió el método rústico empleado en Asia como cultivos de traspatio, en el que la letrina se conectaba con los estanques como fertilización. Este método no se recomienda por su primitivéz, aunque nos da una idea de la facilidad con que estos organismos pueden aprovechar cualquier fuente nutritiva para su crecimiento.

El método Tailandés es un poco más tecnificado e implica la limpieza de los estanques con la finalidad de evitar cualquier tipo de competencia. El sistema es mantenido exclusivamente con fertilización orgánica y desechos de cereales y pastas oleaginosas, llegando a producir entre 800 y 900 kilogramos por hectárea por año (Popma y Lovshin, 1994).

En Alabama, Swingle (1960), observó que la eficiencia de la Tilapia como pez de estanque depende de la fertilidad propia del depósito, así como de la intensidad con que se le proporcione alimento artificial. A diferentes niveles de alimentación, se obtuvieron de 3.6 a 9.5 toneladas por hectárea por año. Variando la densidad de población de 10000 a 50000 alevines por hectárea se obtuvieron respectivamente producciones totales de 2.6 a 11 toneladas por año.

En México los resultados son muy similares a los obtenidos en Brasil, sobre todo con la especie *O. niloticus*, lo cual significa que en 6 meses, las tilapias pueden alcanzar el tamaño adecuado para el consumo, similar al que tienen las mojarra nativas en un año (Wicki y Luchini, 1996).

En 1970 en el centro acuícola de Temascal Oax., se experimentó con mojarra nativas y tilapias mantenidas con desechos de cerdos obteniendo de 1.5 a 2 toneladas en un ciclo de seis meses. Estos números pueden ser aumentados utilizando una mayor densidad de siembra de alevines y la adición de alimentos

artificiales (Morales, 1991).

El cultivo de Tilapia en México contribuye en gran medida al desarrollo de las áreas rurales. El estado de Morelos se ha caracterizado por dar gran impulso a la construcción de granjas ejidales a pequeña escala, llamadas Unidades de Producción. En 1988, el programa piscícola del estado de Morelos contaba con 32 Unidades de Producción con 89.1 hectáreas de espejo de agua, repartidas en mas de 700 estanques de diferente tamaño y dependían de la producción del Centro Acuícola Obregón F. "El Rodeo" de la Secretaría de Pesca, que producía anualmente mas de 4 millones de alevines de *O. mossambicus* variedad roja. El estado de Morelos producía en 1988 por concepto de Tilapia cultivada 375 toneladas (Pesca, 1988).

### 1.1.3. Características del producto Tilapia.

La tilapia es un pez ampliamente conocido en el mercado nacional. Bien sea con el nombre de mojarra tilapia, pargo blanco, o blanco del Nilo, su presencia es común en los aparadores de casi cualquier mercado de pescados y mariscos en México. Su constitución es robusta y carnosa, la coloración blanco hialino de su carne le da una muy buena presentación al filete que empieza a tener mejor demanda que en estado fresco entero.

Las espinas son gruesas y fáciles de discriminar del resto del cuerpo dejando un filete grueso y carente de estas. Su sabor es suave con un ligero gusto a lama, lo que se puede evitar agregando bicarbonato de sodio al agua unos días antes de su cosecha. Su consumo es muy alto en los estados del centro del país y empieza a tener mayor aceptación en la costa del pacifico centro. Su precio es accesible y se le puede encontrar a pie de granja en las diversas presas y lagos que se cultiva o en los mercados locales y tiendas de autoservicio.

### 1.2. Generalidades de la especie.

Las tilapias han sido exhaustivamente diseminadas en el mundo. Su poder de adaptación ha causado preocupación en los ambientalistas que pugnan por un

mayor control de su cultivo y han promovido restricciones para su manejo en sistemas naturales, donde podría fácilmente desplazar a especies indígenas.

#### 1.2.1. Taxonomía.

El Genero *Tilapia* esta incluido dentro de la familia *Cichlidae* como sigue (Lee, *et al.*, 1976):

Phylum	Vertebrata
Subphylum	Craneata
Superclase	Gnathostomata
Serie	Pisces
Clase	Teleostomi
Sub-Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Sub-Orden	Percoidei
Familia	<i>Cichlidae</i>
Genero	<i>Tilapia</i>

#### Especies

*Oreochromis niloticus*

*Oreochromis mossambicus*

*Oreochromis melanopleura*

La familia *Cichlidae* se caracteriza por presentar peces de coloración y atractiva, principal mente nativos de África, América Central y la parte Tropical de Sudamérica. Los Cíclidos se diferencian de las percas verdaderas (*Percidae*) y de otras mojarra (*Centrarchidae*) por la presencia de un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. El cuerpo es generalmente comprimido, a menudo discoidal, raramente



alargado; en muchas especies, la cabeza del macho es invariablemente mas grande que la de la hembra; algunas veces, con la edad y el desarrollo, se presentan en el macho tejidos grasos en la región anterior y dorsal de la cabeza (dimorfismo sexual).

Los ciclidos viven en aguas estancadas o inactivas y encuentran buenos escondites en los márgenes de los pantanos, bajo el ramaje, entre piedras y raíces de plantas acuáticas. Muchas especies presentan posesiones territoriales, durante la temporada de reproducción; este territorio se observa claramente definido y defendido de los depredadores que atacan a sus crías, puede ser fijo o cambiar a medida que se mueven las crías en busca de alimento. Excluyendo algunos géneros como *Geophagus* y *Tilapia* muy especializados en comer plantas y fitoplancton, la mayoría de los ciclidos se alimentan de peces pequeños, a veces de su misma especie, o de larvas de insectos, escarabajos acuáticos, gusanos etc.; algunos son especializados comedores de moluscos. Muchos ciclidos del genero *Pelmatochromis* y algunas especies de *Oreochromis mossambica*, *O. nilótica* y del genero *Chiclasoma*, se ubican en aguas salobres y saladas.

### 1.2.2. Morfología y fisiología.

Sus representantes son de colores muy atractivos. Se diferencian de los demás peces dulceacuícolas por la presencia de un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza que sirve simultáneamente como entrada y salida a la cavidad. Con el cuerpo generalmente comprimido, a menudo discoidal, raramente alargado; en muchas especies hay dimorfismo sexual respecto a la forma de la cabeza que es invariablemente más grande en los machos.

La boca es protráctil, generalmente ancha bordeada de labios gruesos; las mandíbulas provistas de dientes cónicos y en algunas ocasiones hay dientes incisivos. Pueden o no presentar un puente carnosos en el maxilar inferior (freno), en la parte media, debajo del labio. Poseen membranas branquiales unidas por 5 o 6 radios braquióstegos y un número variable de branquiespinas según la especie. La parte anterior de la aleta dorsal y anal es corta siempre, y consta de

varias espinas y la parte terminal de radios suaves, que en los machos suelen estar fuertemente pigmentados. La aleta caudal está redondeada, trunca o más raramente escotada, según la especie.

La línea lateral en los cíclidos está interrumpida y se presenta generalmente dividida en dos partes; la porción superior se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal, mientras que la porción inferior aparece varias escamas debajo de donde termina la línea lateral superior hasta el final de la aleta caudal. Presenta escamas de tipo cicloídeo. El número de vértebras aumenta con la edad y puede ser de 8 a 40.

### 1.2.3. Límites de tolerancia ambiental.

Los Cíclidos se distribuyen principalmente entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio. En América desde México, Centroamérica, Cuba, hasta el río de la plata en Argentina. La mayor parte de África, Madagascar y Ceilán e India.

#### 1.2.3.1. Temperatura.

La tilapia se caracteriza por ser termófila por lo que gusta de temperaturas elevadas en el agua, por lo tanto este factor deberá ser controlado principalmente en zonas no tropicales. Para mantener una temperatura más homogénea es importante que los estanques estén limpios para que la penetración de los rayos solares sea completa.

La temperatura debe estar adecuada a las necesidades biológicas de la especie, en el caso particular de las Tilapias, estas realizan todas sus funciones en aguas que fluctúan entre los 22 y 26°C durante la mayor parte del año (zona tropical) y una mínima de 18°C en invierno. Temperaturas menores a los 18°C en invierno limitarían el crecimiento y causarían bajos rendimientos en el ciclo de producción (Swingle, 1956; Wheatherley, 1972).

#### 1.2.3.2. Calidad química del agua.

En el aspecto químico, la calidad del agua estará determinada por la cantidad y el tipo de sales minerales que contenga. Las mejores aguas para la piscicultura son aquellas con pH neutro a ligeramente alcalino.

El agua deberá contar con los elementos minerales necesarios, como las sales de calcio, nitrógeno, fósforo y potasio. Si estas no están presentes deberán ser adicionadas a través de la fertilización. Es muy importante vigilar aguas arriba la presencia de industrias o fábricas que puedan verter sustancias tóxicas al medio que puedan causar daños en el cultivo o en el producto afectando su calidad y la salud de los consumidores (Boyd, 1990).

#### 1.2.3.3. Oxígeno disuelto.

Existe una estrecha relación entre la temperatura del agua y la concentración de oxígeno. A una temperatura de 30°C los estanques por la noche llegan a tener menos de 2.3 mg l<sup>-1</sup> lo que ocasiona bajas en el metabolismo de los peces y disminución en el ritmo de crecimiento. Es recomendable entonces realizar un adecuado manejo de la fertilización y la alimentación, utilizando comederos o repartiendo la dieta diaria en varias raciones y asegurándose de ajustar la ración en el caso de que no sea consumida en su totalidad. Respecto a la fertilización se deben tomar las decisiones adecuadas sobre la conveniencia de fertilizar o no en determinado momento según la productividad natural observada (Peña, 2002). En el caso particular de la Tilapia, para aguas cálidas el límite inferior de la concentración de oxígeno no deberá descender de los 5 mg l<sup>-1</sup> (Boyd, 1990).

#### 1.2.3.4. Bióxido de carbono.

Son pocos los estudios que se han realizado acerca de este factor en la resistencia de la Tilapia, sin embargo se ha reportado que especies como *Oreochromis macrochir* que habita en aguas estancadas puede soportar perfectamente condiciones de hasta 77.6 ppm (Lowe McConell, 1979).

Investigaciones recientes (Conde-Porcuna, 2002; De la Lanza, 1993) han revelado que en condiciones de cultivo entre 50 y 100 ppm pueden provocar estrés y hasta la muerte cuando se presentan estas concentraciones por periodos prolongados, ya que actúa como depresivo del sistema respiratorio. Bajo estas

circunstancias, es necesario que para efectos de cultivo los valores de este factor no rebasen las 30 ppm para la reproducción y las 45 ppm para el crecimiento.

#### 1.2.3.5. Salinidad.

Las tilapias presentan una excelente adaptación a medios salinos, sin embargo se ha observado que a concentraciones muy altas (30 a 40 ‰) algunas especies no pueden reproducirse, debido a la presión osmótica sobre los huevos. Tal es el caso de *O. aureus*, sin embargo, a concentraciones por debajo de 20 ‰ se reproduce sin mayor problema, disminuyendo la fertilidad conforme aumenta la salinidad. Para efectos de crecimiento la salinidad puede jugar un papel importante en cuanto al balance energético necesario para compensar las diferencias entre la calidad osmótica de los organismos y el medio, por lo que se debe tomar en cuenta que la salinidad del medio se sitúe por debajo de las 20 ‰ (Yashuov y Halevy 1967; Watanabe, *et al.*, 1985).

#### 1.2.3.6. Potencial de hidrógeno.

Los problemas relacionados con la acidez y alcalinidad del medio pueden resolverse con un adecuado manejo de la fertilización y del recambio de agua. El pH debe mantenerse en los rangos de 6.5 y 8.5 con un óptimo en 7.5. Los medios de cultivo salobres favorecen el amortiguamiento de la acidez, sin embargo, hay que considerar que la adición de fertilizantes orgánicos con cierto grado de acidez puede constituirse en un problema. Es necesario vigilar el comportamiento de este factor durante el cultivo y tomar las decisiones de manejo adecuadas (Boyd, 1990; De la Lanza, 1993).

#### 1.2.3.7. Turbidez y coloración.

La importancia de este parámetro está muy relacionada con la temperatura, dado que a mayor penetración de la luz existirá un calentamiento mas uniforme del agua en los estanques, lo que traerá consigo un buen desarrollo de los organismos, además de evitar que las crías o alevines padezcan de enfermedades branquiales por exceso de sólidos suspendidos en el agua. Los

estanques no deben tener una turbidez mayor que las 25 ppm. En cuanto a la coloración, las aguas de color claro, azulado o verdoso son las más adecuadas para la piscicultura. No deberán usarse aguas de color rojo, gris o amarillo, ya que indican que hay material en suspensión por contaminantes diversos (Boyd, 1990).

#### 1.2.4. Hábitos alimenticios.

Las especies *O. niloticus* y *O. mossambicus* son micrófagas y aceptan con facilidad los alimentos artificiales. Sus tasas de conversión alimenticia oscilan entre 1.8 a 1 en cultivos semi-intensivos; no es frecuente encontrar equivalentes con estas cualidades de crecimiento. Presentan un desarrollo rápido e ininterrumpido, en localidades donde la temperatura mínima en invierno no es menor a los 18 grados centígrados se puede acelerar su crecimiento administrando fertilizantes orgánicos como la pollinasa y alimentos artificiales de segunda en cultivos en estanques. En este sentido las Tilapias superan en rendimiento considerablemente a las especies nativas por lo que su interés comercial es prioritario en nuestro estado (Morales, 1991).

#### 1.2.5. Nutrición de Tilapia con alimentos balanceados.

En el ámbito internacional, el uso de alimentos y fertilizantes baratos para el cultivo de la Tilapia, ha hecho que se obtengan rendimientos espectaculares de este cultivo. En Ponshuwuana durante 1956, en Tailandia, se alcanzaron producciones de 19 toneladas por hectárea en estanquería de tierra utilizando estiércol de cerdo como fertilizante y alimentos de origen vegetal de diversa índole con una eficiente conversión a proteínas (Swingle, 1956). El mismo autor reporto que en condiciones térmicas menos favorables en Alabama se llegó a producir un máximo de 8 toneladas por hectárea durante el mismo año. Este investigador informó del factor inhibitor de la reproducción cuando las Tilapias se introducen a razón de 40 mil por hectárea.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general.

Evaluar el efecto de diferentes protocolos de manejo semiintensivo del cultivo, sobre los parámetros de producción de *Oreochromis niloticus*.

### 2.2. Objetivos específicos.

- Comparar los parámetros de producción de la especie en los diferentes sitios de acuerdo a las condiciones de cultivo.
- Analizar el efecto de los parámetros físico químicos en el rendimiento productivo de la especie en cultivo.
- Evaluar los costos de producción para la especie bajo los diferentes protocolos.

### 2.3. Hipótesis.

Los cíclidos de importancia comercial para la producción acuícola, ampliamente conocidos en América y en el mundo como tilapias, son organismos con gran capacidad de resistencia y adaptación a condiciones ambientales que para otro tipo de peces resultarían desfavorables. La experiencia de su cultivo ha demostrado su habilidad para alimentarse de prácticamente todas las formas de materia orgánica suspendida, sea esta particulada, perteneciente al plancton o suministrada en forma de alimento artificial, llegando incluso a ser carnívoros oportunistas y alimentarse de sus propias crías. Estos argumentos permiten suponer que los diferentes protocolos empleados para su cultivo en la costa norte de Nayarit, no tendrán un efecto estadísticamente significativo en sus resultados de producción.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS.

El proyecto se desarrollo en las instalaciones de tres granjas piloto construidas en diferentes localidades del municipio de Tecuala. Derivado de la inquietud de un grupo importante de ejidatarios y con la intención de diversificar sus posibilidades de producción, las granjas piloto se ubicaron: una en el límite sur del poblado Las Lumbres con el abastecimiento del arroyo el carrizo y dos más en el poblado de Morillos, una de ellas abastecida por una vena ramal del Rió Acaponeta la cual corre adyacente al extremo oriente del poblado referido y la segunda situada fuera del poblado, al poniente y cuyo aporte principal es la Laguna Soyata.

Las granjas, consistentes en tres estanques de 1000m<sup>2</sup>, con dimensiones de 20 x 50 m cada uno, fueron monitoreadas periódicamente para vigilar la evolución del cultivo y el crecimiento de los organismos. Se realizaron biometrías cada 15 días durante un periodo de 5 meses a partir de la primera quincena del mes de Octubre hasta la primera quincena del mes de Marzo. También se evaluó la condición físico química del agua para descartar la interferencia de los factores abióticos como la Salinidad ‰, la Temperatura °C la concentración de Oxígeno disuelto mg l<sup>-1</sup> y el pH en el desarrollo de los cultivos.

Se instalaron tres cultivos similares en cuanto a su densidad de siembra y la especie a cultivar, que para el caso fue la tilapia *Oreochromis niloticus* proveniente del mismo laboratorio en la ciudad de San Luis Potosí. Los alevines previamente revertidos sexualmente para evitar la reproducción, fueron embarcados para su traslado en bolsas de plástico inyectadas con oxígeno. Cada bolsa fue protegida en el interior de una caja de cartón con paredes de unicel. Los alevines fueron sembrados el mismo día en las tres granjas, con el mismo procedimiento de aclimatación y liberación de acuerdo con Morales (1991).

#### 3.1. Descripción de los sitios de cultivo.

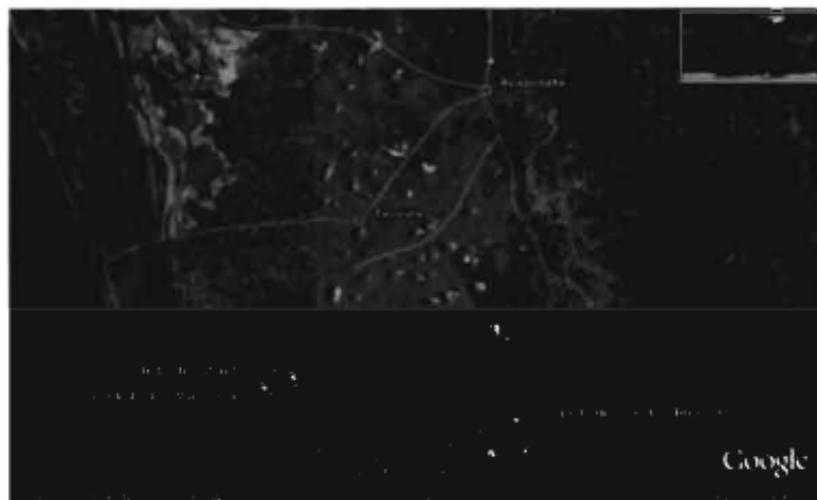
Los cultivos experimentales se desarrollaron en dos localidades del municipio de Tecuala, Nayarit: Las Lumbres y Los Morillos. La primera ubicada al extremo sur del municipio en donde se ubico una granja y la segunda limitada al norte por el río Acaponeta, en donde se instalaron dos granjas; una al extremo

oriente del poblado con aporte del río Acaponeta y la otra al poniente con aporte de la laguna Soyata en la llanura costera Norte de Nayarit.

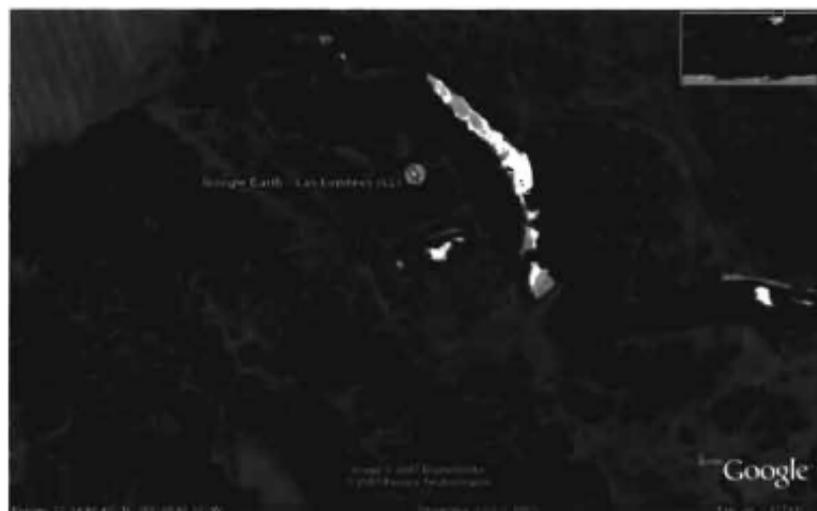
### 3.1.1. Localización Geográfica.



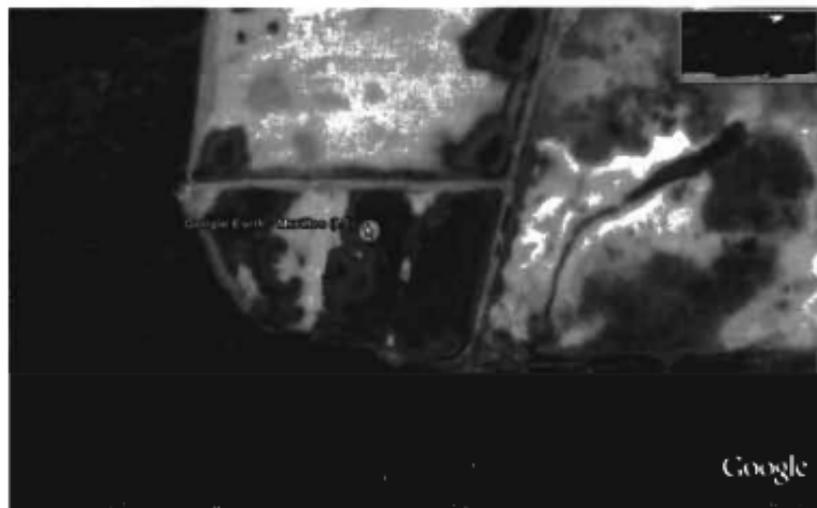
Fotografía 1. Estado de Nayarit. Fuente: Google Earth.



Fotografía 2. Municipio de Tecuala, Nayarit. Fuente: Google Earth.



Fotografía 3. Granja del sitio Las Lumbres (LL). Fuente: Google Earth.



Fotografía 4. Granja del sitio Murillos (LS). Fuente: Google Earth.



Fotografía 5. Granja del sitio Murillos (RA). Fuente: Google Earth.

### 3.1.2. Clima.

El clima predominante en la región de la costa Norte de Nayarit es el de Trópico Seco, caracterizado por lluvias abundantes en verano de finales de Mayo a mediados de Octubre y escasa o nula lluvia en invierno a lo cual precede el estiaje, con una temperatura media máxima anual de 36°C y una temperatura media mínima anual de 27 °C

### 3.1.3. Topografía.

La región, conocida ampliamente como la llanura costera Norte de Nayarit es característica de los ecosistemas costeros con valles aluviales, producto de la desembocadura de los ríos Santiago, San Pedro, Acajoneta y Cañas, cuya evolución histórica de sus estructuras deltaicas ha producido acumulaciones de sedimento arenoso en la conjunción con el mar que corresponden a antiguas desembocaduras. En esta región predominan los esteros generados por nacimientos de agua subterránea y ramificaciones de los ríos, muchos de los cuales cuentan con influencia marina importante y constituyen lagunas costeras

de inundación temporal o permanente. El terreno es prácticamente plano con elevaciones que no rebasan los diez metros sobre el nivel del mar y sus cuerpos de agua son someros con profundidad promedio de 1.5 m.

#### 3.1.4. Figura jurídica de las organizaciones.

Los grupos de productores de este desarrollo acuícola adoptaron la figura de Sociedad de Producción Rural o SPR, que es la que les confiere mayores ventajas y oportunidades a la organización. Sus integrantes son ejidatarios de bajos recursos económicos cuya actividad primaria básica es la pesca y el cultivo temporal de frijol y hortalizas, por lo que la acuicultura se convierte en esta oportunidad en una posibilidad de diversificación productiva factible.

#### 3.2. Manejo del cultivo de Tilapia.

Se discutió con los productores sobre las diferentes técnicas y alternativas de aplicación de éstas para el manejo de la producción de peces. Cada grupo de productores evaluó las distintas posibilidades y se eligieron las más apropiadas a cada interés, lo cual dio como resultado tres protocolos de producción diferentes para el cultivo de una misma especie de Tilapia. Los detalles de cada protocolo se describen a continuación en la Tabla I.

Tabla I. Detalle de los diferentes protocolos de producción

FACTOR	PROTOCOLO 1	PROTOCOLO 2	PROTOCOLO 3
SITIO	Las Lumbres (LL)	Morillos (RA)	Morillos (LS)
DENSIDAD DE SIEMBRA	12 alevines/m <sup>3</sup>	12 alevines/m <sup>2</sup>	12 alevines/m <sup>2</sup>
ALIMENTACION	ad libitum 3 veces al día, al boleo. Evaluación del consumo con canastas muestreadoras.	ad libitum 3 veces al día, al boleo. Evaluación del consumo con canastas muestreadoras.	ad libitum 3 veces al día, al boleo. Evaluación del consumo con canastas muestreadoras.
RECAMBIO HIDRAULICO	10% diario	10% diario	10% diario
FERTILIZACION	Química inicial y periódica:  50/20 kg Urea/Superfosfato triple ha <sup>-1</sup> , 1 semana antes de la siembra y cada 15 días, disco de Secci, 30cm.	Química Inicial:  50/20 kg Urea/Superfosfato triple ha <sup>-1</sup>  Orgánica:  20 kg composta cada 1000m <sup>2</sup> /semana, disco de Secci, 30cm.	Química Inicial:  50/20 kg Urea/Superfosfato triple ha <sup>-1</sup>  Sin fertilización posterior.
NUTRICION	Alimentos Purina® para peces, 30% proteína de base vegetal.	Alimentos Purina® no específico, 20% proteína de base vegetal.	Alimentos As® para tilapia, 30% proteína de base vegetal.

### 3.2.1. Hormonado de crías.

El método utilizado por la empresa abastecedora de crías es el descrito por Guerrero (1975) y Jensen (1976), así como Shelton (1978) y consiste en la utilización del andrógeno 17 alfa-metil testosterona de laboratorios Sigma Chemical Company de St. Louis, Mo. USA.

### 3.2.2. Preparación de los estanques.

Los estanques fueron encalados y el suelo volteado para eliminar cualquier posible fuente de contaminación bacteriana y neutralizar la acidez. Se dejó ventilar por quince días para interemperizar y degradar los componentes del suelo a sus formas más oxidadas. Posteriormente se bombeó agua a los estanques hasta el nivel de 1m para aplicar la fertilización inicial como se describe en la Tabla I, y dejar madurar el agua durante una semana para proceder a la siembra de los organismos.

### 3.2.3. Aclimatación y siembra.

El proceso de aclimatación consistió en dejar flotando en el agua de los estanques, los bolsos en los que se contenían los juveniles de  $2.6 \pm 0.5$  cm durante un periodo de hora y media para equilibrar la temperatura interna de los bolsos con la de los estanques. Posteriormente los bolsos se abrieron y las crías se liberaron en la orilla de los estanques y se observó su comportamiento durante una hora más.

### 3.2.4. Manejo de la engorda.

Los cultivos se establecieron siguiendo las recomendaciones de manejo de diferentes fuentes formales y empíricas (Morales, 1991; Pesca, 1988). Por simplicidad, los detalles serán abordados en la descripción de cada uno de los diferentes procesos que se desarrollan durante el cultivo.

#### 3.2.4.1. Fertilización.

Con la finalidad de disminuir al máximo la dependencia de fuentes artificiales de alimentación se implementaron estrategias de fertilización química y orgánica. La fertilización química se llevó a cabo al inicio del cultivo para favorecer el desarrollo de la biota planctónica y zoobentónica que sirven de base alimentaria a los peces en sus etapas tempranas de crecimiento, contribuyendo al ahorro de alimentos artificiales y consecuentemente a disminuir los costos de producción (Martínez-Córdoba y Peña-Messina, 2005).

La fertilización orgánica cumple la doble función de fortalecer el desarrollo de la biota en los estanques por su rico contenido en Nitrógeno y Fósforo a la vez que se convierte en material de consumo directo para los peces al estar constituida en buena medida de materia orgánica parcialmente digerida, condición que la hace más asimilable.

Las características de los fertilizantes químicos y orgánicos, su preparación y aplicación se describen en la Tabla I.

#### 3.2.4.2. Alimentación.

Se utilizaron alimentos formulados, tanto específicos como no específicos en combinación con fertilización. Las características de los alimentos respecto a su contenido de proteína y su fuente principal, así como el método de aplicación y su frecuencia se describen en detalle en la Tabla I. Los alimentos fueron elegidos en función de los resultados de su aplicación en cultivos comerciales en México.

#### 3.2.4.3. Recambio.

La decisión del porcentaje de recambio obedeció a las necesidades de ahorro de energía en los sistemas de cultivo, dadas las características de manejo semiintensivo del cultivo. Se consideraron las recomendaciones aplicables al manejo del agua en cultivos de camarón, que son comparativamente más demandantes en cuanto a la calidad del agua (De la Lanza, 1993).

Se eligió un recambio máximo del 10% diario en las granjas lo cual represento un gasto de 3000 l, lo que corresponde a  $10.45 \text{ l}^{-1}$  durante un periodo de 8 horas al día.

### 3.3. Trabajo de Campo.

Se realizaron muestreos quincenales para vigilar el desarrollo de los cultivos y evaluar sus factores de desempeño. Se utilizaron técnicas de recolecta tradicionales como el uso de atarrallas y cubetas para el transporte de organismos al sitio de medición y captura de datos.

### 3.2.1. Obtención y captura de datos.

Los datos fueron compilados en campo con la ayuda de formatos previamente diseñados con este propósito (Anexos I y II). En ellos se especificó con claridad la hora y fecha de recolecta, así como la granja y el sitio al que corresponden. Estos datos fueron posteriormente capturados en procesadores de datos como Excel y Statistica para Windows de Microsoft, para su análisis respectivo.

#### 3.3.1.1. Evaluación del crecimiento.

Cada quince días se recolectó una muestra de 10 organismos por estanque que fueron individualmente pesados con ayuda de una balanza digital Ohaus con sensibilidad de 0.1g y medidos con un ictiómetro de manufactura rudimentaria y escala en centímetros con precisión de 0.1cm. Los valores de las biometrías fueron compilados y graficados considerando su valor medio y su desviación estándar para analizar su variación temporal. La comparación del crecimiento de los organismos en las diferentes granjas se logró con la aplicación del análisis de varianza de una vía con el crecimiento en talla y peso como variable de respuesta y el sitio (PROTOCOLO) como efecto principal.

#### 3.3.1.2. Supervivencia.

Se estimó la supervivencia quincenalmente, con ayuda de una atarraya considerando su diámetro para el cálculo del área contando los peces capturados en cada lance de un total de diez lances. Se obtuvo un promedio y se calculó el número de peces por metro cuadrado considerando un factor de seguridad de 0.8 para el operario.

#### 3.3.1.3. Factores Abióticos.

Se realizaron muestreos de los factores físico químicos en cada uno de los sitios utilizando: oxímetro, potenciómetro y refractómetros de la marca Hanna. Se determinó *in situ* la salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y pH, haciendo dos estaciones en cada estanque realizando estos muestreos quincenalmente durante el cultivo.

Se obtuvieron muestras de agua de los estanques para determinar su contenido de nitrógeno y fósforo en las formas de nitratos, nitritos, amonio y fosfatos. También se realizaron cultivos bacteriológicos en agua y se estimó la abundancia de coliformes totales y fecales utilizando la técnica estadística del número más probable.

#### 3.4. Trabajo de gabinete.

Los datos fueron capturados en hojas de cálculo de Excel siguiendo el formato de columnas apropiado para su graficación y análisis descriptivo. Por conveniencia los datos fueron posteriormente copiados y pegados en una hoja de datos del programa Statistica para el análisis correspondiente.

##### 3.4.1. Manejo de datos y análisis estadístico.

Se probó la homogeneidad de varianzas y la normalidad de los datos tanto de los valores de crecimiento como de los factores abióticos para determinar si estos cumplían con los supuestos teóricos que condiciona el análisis paramétrico de datos.

Para el caso de datos homocedásticos y normales se aplicó el análisis de varianza de una vía. En el caso contrario, se aplicó el análisis de varianza por rangos de Kruskal Wallis. Las pruebas *a posteriori* empleadas fueron la de Tukey HSD y la Prueba de Comparaciones Múltiples para valores de  $p$ , respectivamente, ambas con intervalo de confianza del 95%.

##### 3.4.2. Evaluación de Costos de Producción.

Los costos de producción (Ecuación 2) fueron calculados en función del consumo de alimento, considerando válido asumir que este insumo representa entre el 50 y 60% de los costos. Esta afirmación ha sido ampliamente demostrada para los cultivos semiintensivos de camarón en México.

Dado que el precio de los alimentos fue diferente para cada tipo de cultivo, se consideró esta diferencia en el momento de la estimación. Es importante señalar que esta afirmación puede sobreestimar los costos de Producción de tilapia, dado que esta referencia considera los estándares de manejo y tecnificación de cultivos de camarón que a menudo son mucho más demandantes en cuanto al uso de insumos y gasto de energía. No obstante su aplicación es práctica cuando se requiere tener una aproximación marginal rápida.

Para la estimación de los costos se hizo necesario el cálculo del Factor de Conversión Alimenticia (Ecuación 1) que se obtiene de la división del total de alimento consumido en cada protocolo, entre la biomasa final obtenida a la cosecha.

$$1.) \quad FCA = \frac{\text{Consumo total de Alimento}}{\text{Biomasa Total}}$$

Donde: FCA = Factor de Conversión Alimenticia

$$2) \quad \text{Costo de Producción} = (\text{CTA} * \text{Precio del alimento}) * 1.667$$

Donde: CTA = Consumo Total de Alimento

BT = Biomasa Total

## IV RESULTADOS.

### 4.1. Respuesta productiva de *O. niloticus*.

#### 4.1.1. Crecimiento.

El crecimiento en relación a la talla de los peces cultivados fue muy similar en los diferentes sitios (Figura 1). En general los valores encontrados al final del cultivo experimental fueron bajos para los estándares del mercado con una variabilidad de tallas relativamente estrecha en los tres sitios (Tabla III)

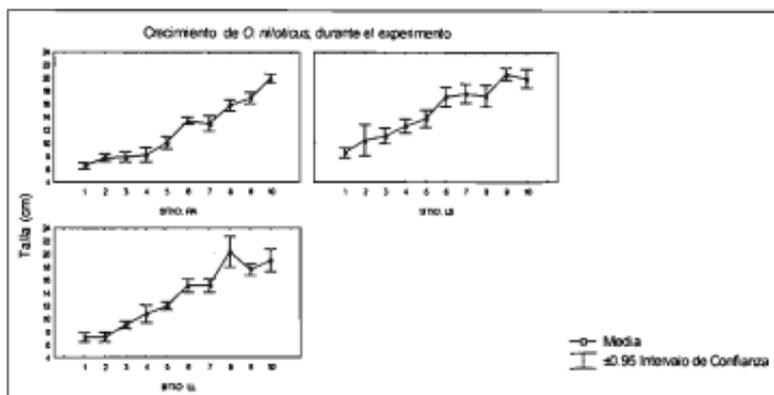


Figura 1. Variación de la talla de *O. niloticus* durante el cultivo.

En relación a la ganancia en peso de los peces, se pudo apreciar también un comportamiento similar en los diferentes sitios (Figura 2). Se observó una mayor variabilidad en el intervalo de pesos hacia el final del cultivo en el caso del sitio Las Lumbres (LL).

En los tres sitios se presentó una leve interrupción del crecimiento tanto en la talla como en el peso, lo cual se evidenció en los muestreos sexto, séptimo y octavo, que correspondieron al periodo de invierno, después de lo cual se restableció la tendencia ascendente.

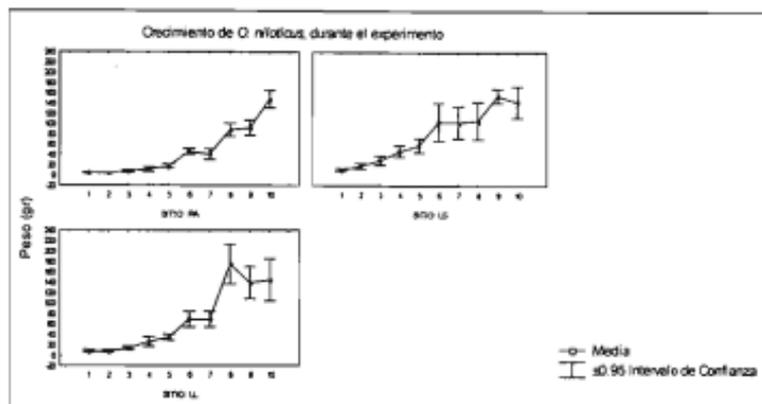


Figura 2. Variación del peso de *O. niloticus* durante el cultivo.

La prueba de homogeneidad de varianzas para los datos de crecimiento en peso mostró homocedasticidad para el caso de la talla, mientras que en el caso del peso no se cumplió con este supuesto (Tabla II). Por tanto, se aplicó el análisis de varianza paramétrico a los datos de talla y el análisis de varianza por rangos no paramétrico (Kruskal wallis) para los datos de peso.

Tabla II. Prueba de homogeneidad de varianzas para el crecimiento de *O. niloticus* entre sitios.

Prueba de homogeneidad de varianzas (Efecto SITIO)					
	Hartley F-maxima	Cochran C	Bartlett Chi-cuadrada	gl	p
Talla	1.201156	0.372651	1.004761	2	0.605088
Peso	1.913117	0.436592	10.19504	2	0.006112

\* Valores de  $p < 0.05$  no cumplen con la condición de homocedasticidad.

El análisis estadístico de los valores del crecimiento final tanto en talla como en peso mostró diferencias significativas. En relación a la talla de los organismos, estos crecieron mejor en el sitio de Morillos (LS) con una media de 19.95 cm., que fue significativamente diferente con respecto al sitio de Morillos (RA) y al sitio Las Lumbres (LL). Con respecto al factor peso, los mejores resultados se obtuvieron en el sitio de Morillos (RA) con un peso promedio de

148.85g, que fue más alto y significativamente diferente de los otros dos sitios, aun cuando los organismos de Morillos (LS) crecieron más en talla.

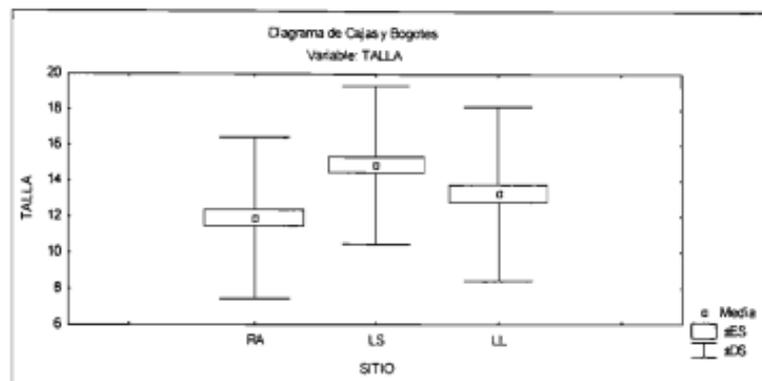


Figura 3. Talla de *O. niloticus* en los diferentes sitios de cultivo.

La Figura 3 muestra los valores medios de la talla y sus intervalos de variación durante el experimento. La diferencia entre la media observada en la gráfica en relación a la Tabla III puede explicarse debido a que los datos de crecimiento final solo consideran la talla y el peso promedio al final del cultivo.

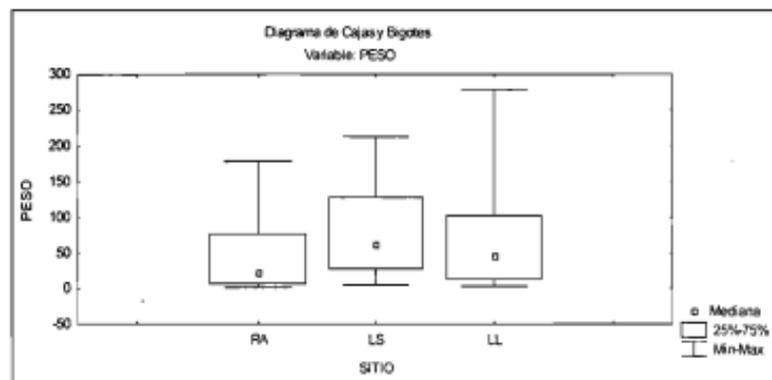


Figura 4. Peso de *O. niloticus* en los diferentes sitios de cultivo.

La figura 4 muestra la variación en peso del crecimiento de *O. niloticus*. Al igual que en el caso de la talla, la Figura 4 se construye considerando los datos originales de la totalidad de los muestreos.

Tabla III. Comparación de la talla y el peso de *O. niloticus* al final del experimento.

FACTOR	SITIO		
	Morillos (RA)	Morillos (LS)	Las Lumbres (LL)
TALLA	19.91±1.0027 b	19.95±2.0743 a	18.95±2.4318 b
PESO	148.85±23.6067 a	143.75±42.9639 b	144.96±56.9825 b

\*Valores de la media del peso en gramos y de la talla en centímetros ± Desviación Estándar. Medias con letras diferentes son estadísticamente distintas.

#### 4.1.2. Parámetros de Producción.

En la Tabla IV se presenta un resumen de los principales parámetros de producción. En los tres sitios la sobrevivencia fue alta aun cuando en el sitio Las Lumbres se presentó la mortalidad aproximada del 2% de la población de peces en el mes de noviembre, aparentemente causada por *Ichthiophthirius*, lo cual se resolvió con tratamientos correctivos como la aplicación de azul de metileno y verde de malaquita a concentraciones de 8.0 ppm en inmersión por 40 segundos a organismos con evidencia de infección.

Tabla IV. Parámetros de Producción de *O. niloticus* en los sitios de cultivo.

FACTOR	SITIO		
	Morillos (RA)	Morillos (LS)	Las Lumbres (LL)
Producción (kg/ha)	20386.496	20792	19459.43
Sobrevivencia (%)	85.6	90.4	83.9
FCA	1.39:1	1.63:1	1.45.1

#### 4.1.3. Evaluación de Costos.

El costo de producción se estimó en función del factor de conversión alimenticia obtenido en cada uno de los cultivos experimentales, considerando válida la afirmación de que el 60% de los costos son empleados en el insumo alimento balanceado, lo cual sin ser exacto puede brindar una buena aproximación a la estimación de los costos.

Debido a la baja cotización en el mercado nacional del producto en fresco a pie de granja y a la imposición ejercida por los compradores que acaparan la producción en Nayarit, se logró un precio de compra de \$9.50 por kilogramo de Tilapia.

##### 4.1.3.1. Sitio Morillos (RA)

Donde:

Costo del alimento = \$ 2.75

CTA = (FCA \* Producción kg) = 28337.23

Costo de Producción = (28337.23 \* 2.75) \* 1.667

Costo de Producción = \$ 129904.95

Valor de la Producción = 20386.496 \* 9.50 = \$ 193671.70

Utilidad Neta = \$ 63766.75

Porcentaje de utilidad = 32.92

Comprobación:

Costo de producción = (FCA \* Precio del alimento) \* 1.667

Costo de producción = (1.39 \* 2.75) \* 1.667 = 6.37

Utilidad = Costo del producto – Costo de producción

Utilidad = 9.50 – 6.37 = 3.13

Porcentaje de utilidad = 32.92

##### 4.1.3.2. Sitio Morillos (LS)

Donde:

Costo del alimento = \$ 3.25

CTA = (FCA \* Producción kg) = 33890.96

Costo de Producción = (33890.96 \* 3.25) \* 1.667

Costo de Producción = \$ 183612.75

Valor de la Producción = 20792 \* 9.50 = \$ 197524

Utilidad Neta = \$13911.25

Porcentaje de utilidad = 7.04

Comprobación:

Costo de producción = (FCA \* Precio del alimento) \* 1.667

Costo de producción = (1.63 \* 3.25) \* 1.667 = 8.83

Utilidad = Costo del producto – Costo de producción

Utilidad = 9.50 – 8.83 = 0.67

Porcentaje de utilidad = 7.04

#### 4.1.3.3. Sitio Las Lumbres (LL)

Donde:

Costo del alimento = \$ 3.50

CTA = (FCA \* Producción kg) = 28216.17

Costo de Producción = (28216.17 \* 3.50) \* 1.667

Costo de Producción = \$ 164627.24

Valor de la Producción = 19459.43 \* 9.50 = \$ 184864.59

Utilidad Neta = \$20237.59

Porcentaje de utilidad = 10.95

Comprobación:

Costo de producción = (FCA \* Precio del alimento) \* 1.667

Costo de producción =  $(1.45 * 3.50) * 1.667 = 8.46$

Utilidad = Costo del producto – Costo de producción

Utilidad =  $9.50 - 8.46 = 1.04$

Porcentaje de utilidad = 10.95

El margen de utilidad que se logró en los diferentes protocolos de producción fue bajo y variable entre sitios, con un máximo de 32.92% en el sitio Morillos (RA) hasta un mínimo de 7.04% en el sitio Morillos (LS), no obstante que estas dos granjas se encuentran ubicadas en la misma localidad y dependen prácticamente del mismo acuífero.

En general pudo apreciarse en estos resultados, que si bien, los valores de producción en términos de biomasa no presentaron grandes diferencias, si fue posible encontrar variantes considerables en relación al costo de producción, lo cual invariablemente nos remite a consideraciones de costo beneficio y de esfuerzo productivo.

#### 4.2. Efecto de los factores abióticos.

El comportamiento de los factores abióticos siguió el patrón normal de variación en el caso de la temperatura (Figura 5), disminuyendo paulatinamente los valores hacia la temporada de invierno e incrementándose posteriores a esta. Este comportamiento fue muy evidente en los sitios Morillos (RA) y Las Lumbres (LL), en el sitio Morillos (LS) este patrón pudo apreciarse con intervalos de variación amplios respecto a sus valores medios.

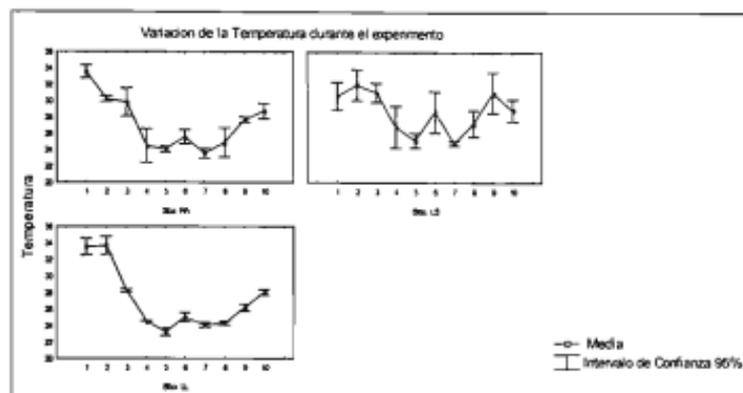


Figura 5. Comportamiento de la temperatura durante el cultivo. Valores medios en Grados Celsius  $\pm$  Desviación Estándar.

En relación al pH (Figura 6), los valores fueron más o menos estables durante todo el cultivo en los tres sitios, lo cual es deseable y habla de una buena respuesta del sistema al manejo utilizado. Al igual que en el caso de la temperatura, el sitio Morillos (LS) presentó mayor variabilidad en relación a sus valores medios hacia el final del cultivo.

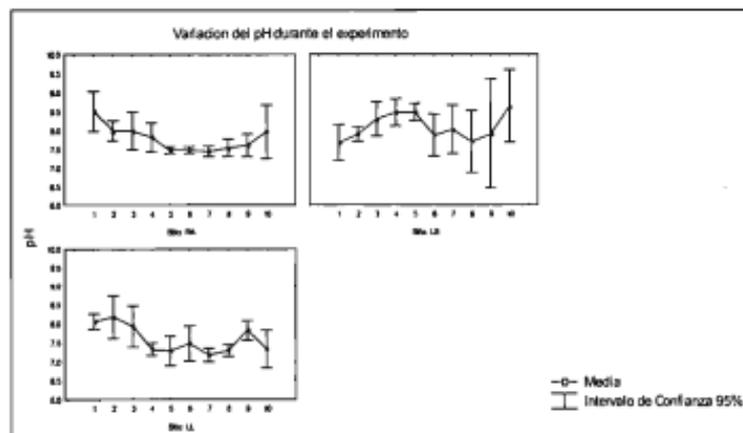


Figura 6. Comportamiento del pH durante el cultivo. Valores medios  $\pm$  Desviación Estándar.

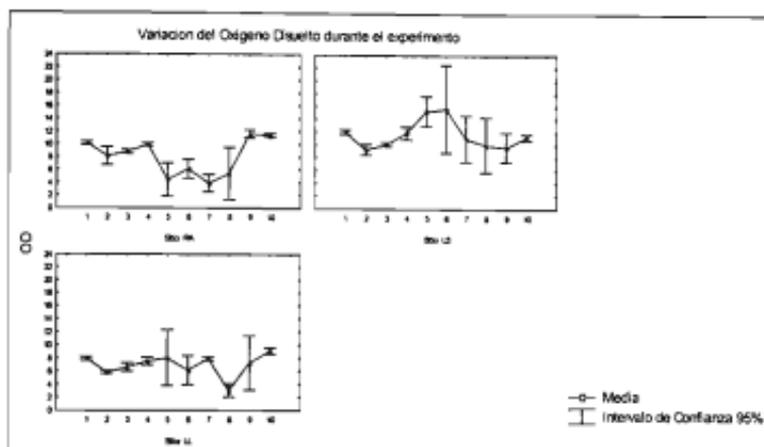


Figura 7. Comportamiento de la concentración de Oxígeno Disuelto durante el cultivo. Valores medios en  $\text{mg l}^{-1} \pm$  Desviación Estándar.

El comportamiento del Oxígeno Disuelto fue heterogéneo entre los cultivos (Figura 7) y aparentemente no se apegó al patrón normal de variación de este gas en sistemas naturales, salvo en el caso del sitio Morillos (LS). Los valores de su concentración, aunque aceptables, resultaron más bajos en el sitio Las Lumbres (LL) durante el desarrollo del cultivo.

Los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas (Tabla V) mostraron que los datos de los factores abióticos no fueron homocedásticos, salvo en el caso de la Temperatura, de lo cual se desprende el uso del análisis de varianza no paramétrico de Kruskal wallis para el caso del pH y el Oxígeno Disuelto.

Tabla V. Prueba de Homogeneidad de Varianzas para los factores abióticos entre sitios.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Efecto SITIO)					
	Hartley F- Max	Cochran C	Bartlett Chi- Cuadrada	gl	p
pH	2.308987	0.526446	13.37588	2	0.001246
Temperatura	1.61845	0.413502	3.36353	2	0.186045
OD	1.99447	0.425254	7.149495	2	0.028022

\* Valores de  $p < 0.05$  no cumplen con la condición de homocedasticidad.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas (Tabla VI) entre sitios de cultivo para los factores abióticos. En el caso del pH se registraron valores más altos y significativamente diferentes en el sitio Morillos (LS) con respecto a los demás sitios. En cuanto a la temperatura los sitios Morillos (LS) y Las Lumbres (LL) registraron temperaturas más elevadas pero estadísticamente iguales a diferencia del sitio Morillos (RA) el cual fue significativamente más bajo en magnitud a estos. En relación al Oxígeno Disuelto, los tres sitios fueron diferentes entre sí, con concentraciones más altas en el sitio Morillos (LS) seguido del sitio Morillos (RA) y Las Lumbres (LL) en orden de magnitud.

Tabla VI. Efecto de los factores abióticos en los resultados de producción de *D. niloticus*.

FACTOR	SITIO		
	Morillos (RA)	Morillos (LS)	Las Lumbres (LL)
pH	7.78 ±0.46 b	8.10 ±0.71 a	7.56±0.48 b
Temperatura	27.26±3.3.0 b	28.28±4.43 a	27.10 ±3.72 b
OD	7.99 ±3.14 b	11.65 ±3.40 a	6.94 ±2.41 c

\*Valores de los factores abióticos ± desviación estándar. Medias con letras diferentes son estadísticamente distintas.

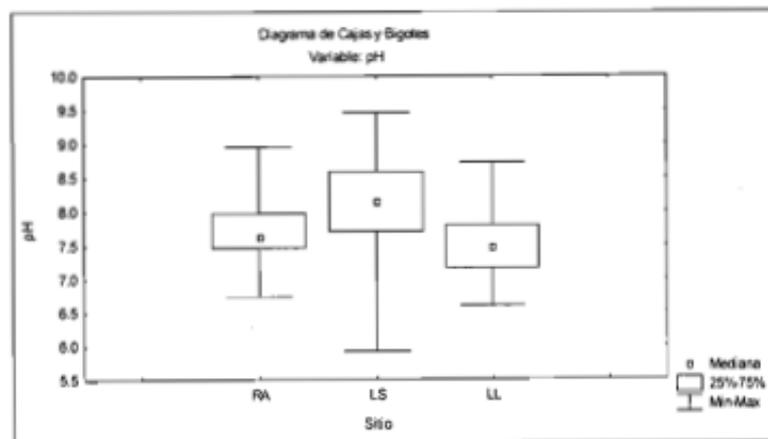


Figura 8. Comparación del pH en los sitios de cultivo.

La figura 8 muestra la comparación de los valores medios del pH y sus rangos de variación en los diferentes sitios de cultivo. En esta representación grafica es posible apreciar una mayor variabilidad de este factor en el sitio Morillos (LS).

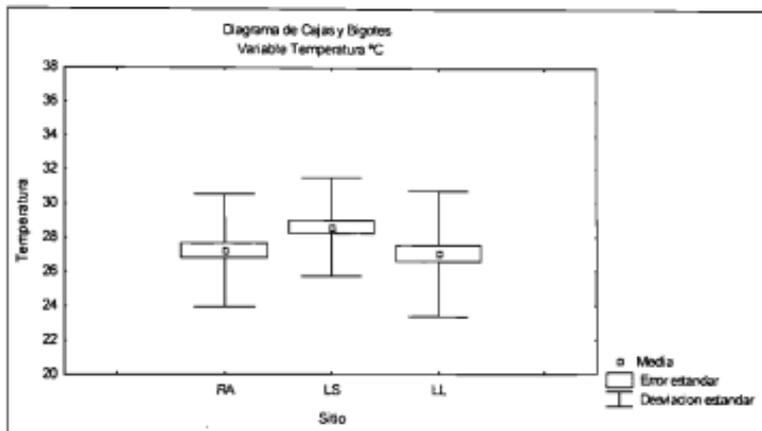


Figura 9. Comparación de la Temperatura (°Celsius) en los sitios de cultivo.

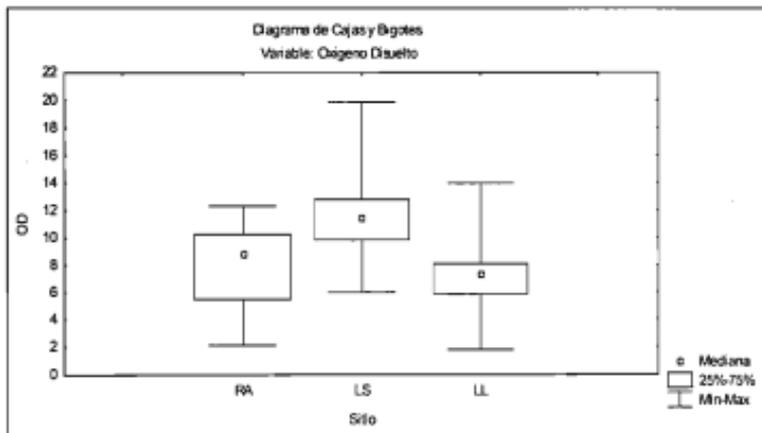


Figura 10. Comparación de la concentración de Oxígeno Disuelto ( $\text{mg l}^{-1}$ ) en los sitios de cultivo.

En relación a la temperatura (Figura 9) la variación de este factor fue muy homogénea entre sitios de cultivo. Para el caso de la concentración de oxígeno la variabilidad fue mas amplia en el sitio Morillos (LS) en comparación con lo demás sitios.

## V. DISCUSION.

### 5.1. Crecimiento de *O. niloticus* en los diferentes sitios.

Los peces cultivados crecieron de manera muy similar en los diferentes sitios. La talla y peso de los organismos al final del cultivo fueron bajos para los estándares del mercado con una variabilidad de tallas relativamente estrecha en los tres sitios.

En los diferentes sitios fue notable la interrupción del crecimiento tanto en la talla como en el peso, efecto que se prolongó por espacio de 45 días en los que los peces prácticamente no respondieron a la alimentación. Durante estos días se observó una inflexión de los valores de la temperatura que evidentemente afectaron la alimentación. Esta circunstancia tuvo un efecto negativo en los resultados de crecimiento, que se presume pueden ser mejorados si se evita el efecto del invierno en el desarrollo del cultivo. La decisión de iniciar el cultivo en el mes de Octubre obedeció a problemas con la gestión de los recursos. Originalmente se planteó iniciar el cultivo en Marzo para concluirlo en Noviembre, lo cual probablemente es lo adecuado, si se toma como criterio básico el hecho de que las Tilapias son organismos con un preferendum térmico característico de climas tropicales. Esto concuerda con lo descrito por Swingle, (1956, 1960) y por Uchida, (1962) para las especies *O. niloticus* y *O. mossambicus* en Alabama.

Los peces crecieron mejor en talla en el sitio de Morillos (LS), pero lo hicieron mejor en peso en el sitio de Morillos (RA), el cual basó su estrategia en combinar los beneficios de la fertilización orgánica y química con el uso de alimentos balanceados económicos aunque no específicos, como el alimento para cerdo y el alimento para pollos.

Es ampliamente conocido que las tilapias han sido cultivadas en innumerables formas con diferentes fuentes de alimento, desde las totalmente artificiales hasta las completamente naturales con calidad nutricional muy diversa. La amplia gama de posibilidades que pueden usarse para su cultivo no implica resultados económicamente viables en todos los casos y es necesario analizar

estos resultados en términos de su relación costo beneficio y en cuanto a la calidad e inocuidad alimentaria del producto (Alamilla, 2002).

La sobrevivencia de los organismos fue alta aun cuando en el sitio Las Lumbres existió una mortalidad aproximada del 2% de la población de peces en el mes de enero, aparentemente causada por *Ichthiophthiriasis*. El brote pudo confirmarse por el tipo de lesiones que provoca en la piel y branquias, con apariencia de pecas abultadas de color blanquecino lechoso distribuidas uniformemente a lo largo del cuerpo. Esto coincidió con la captura y traslado de organismos a un tercer estanque recién habilitado para disminuir la densidad y propiciar un mayor crecimiento. En este periodo se presentó una inflexión de la concentración de oxígeno (Muestreo 8) a concentraciones de  $4.0 \text{ mg l}^{-1}$  que, bajo condiciones normales, no generan mayores problemas a las tilapias, aunque no se descarta un efecto sinérgico de este factor ante condiciones fisiológicas de estrés en los peces.

## 5.2. Costos de Producción.

Los diferentes protocolos planteados en este trabajo consideraron la necesidad de abaratar costos sin sacrificar el éxito en los resultados de producción. Para ello se buscaron soluciones creativas que incorporan estrategias de manejo de la fertilización y el uso de alimentos balanceados complementarios.

Un factor con el que se tuvo que lidiar es la baja cotización en el mercado nacional del producto Tilapia. La especulación y control de precios que ejercen los compradores que acaparan la producción de pescados y mariscos, someten a una gran presión económica a los productores que ante la imposibilidad de darle valor agregado a la producción se ven obligados a vender en fresco entero y a pie de granja.

La utilidad económica que se logró en los diferentes protocolos de producción fue baja y varió entre los diferentes sitios. La máxima utilidad obtenida fue del 32.92% en el sitio Morillos (RA) y vario hasta un mínimo de 7.04% en el sitio Morillos (LS). Estos márgenes, aun el más alto serían incosteables para los objetivos económicos de una planta comercial.

Un hecho notable es que los mejores resultados económicos se obtuvieron en la granja que considero en su protocolo el uso de insumos más económicos como la fertilización orgánica y alimentos no específicos que también resultan más baratos. Este protocolo privilegio la sustitución de fuentes alimentarias y el fortalecimiento de la biota planctónica y zoobentónica como base de la alimentación natural, lo que sustituye parcialmente el suministro de alimentos artificiales (Peña, 2002). Existe poca información sobre la evaluación de costos de Producción en instalaciones comerciales que haya sido reportada formalmente. No obstante, para instituciones como FIRA (Banco de México), es fundamental para la aprobación de financiamiento, que la tasa de rendimiento de los proyectos no sea menor al 47% del costo de Producción, a fin de garantizar su amortización.

### 5.3. Efecto de los factores abióticos.

Los factores abióticos presentaron diferencias significativas entre sitios de cultivo. Las diferentes observadas en la temperatura pueden deberse a la hidrodinámica característica de cada sistema y a las variaciones estacionales normales. Algo notable durante el cultivo fue la disminución de la temperatura del agua en los sitios Las Lumbres (LL) y Murillos (RA) en los que de manera consistente y sostenida la temperatura bajó aproximadamente 10°C en un periodo de un mes. Esta condición afectó el crecimiento, que prácticamente se detuvo por espacio de mes y medio. En el caso del sitio Murillos (LS) esta disminución alcanzó las mismas proporciones aunque con un intervalo mayor de variación con el mismo efecto en el crecimiento. En el caso del pH es común observar diferencias entre sistemas de cultivo e incluso entre estanques del mismo sistema dadas las características de circulación y acumulación de materiales en el suelo de los mismos. La acumulación de materia orgánica aumenta la demanda bioquímica de oxígeno y cuando la presencia de este gas se abate, se suscitan una serie de procesos anaeróbicos de los cuales se originan sustancias como el ácido sulfúrico, el metano y el amoníaco, que acidifican el fondo de los estanques y alteran el pH en la interfase agua-sedimento (Boyd, 1990). Respecto al oxígeno en el sitio las lumbres se presentaron los valores mas bajos, lo cual pudo afectar la sobrevivencia de los peces. No obstante, es poco común que las tilapias

presenten afección por bajas de oxígeno (García, *et al.*, 1994). En este sitio los alevines se sembraron en dos de los tres estanques disponibles hasta alcanzar el peso de 100g, después de lo cual los organismos sembrados se repartieron al tercer estanque para su mejor crecimiento. Esto pudo haber estresado a los organismos y causó mayor susceptibilidad a la enfermedad y efectos letales en aquellos que resultaron golpeados o escoriados por el manejo, lo cual se relaciona con la depresión de sus sistema inmune causado por daño físico.

## VI. CONCLUSIONES.

1. El cultivo de tilapia *O. niloticus* en la llanura costera Norte de Nayarit, es factible por las altas tasas de sobrevivencia obtenidas en los diferentes sitios, bajo los tres protocolos de producción empleados.
2. La inflexión de la temperatura del agua en el invierno, retrasó el crecimiento de las tilapias por espacio de mes y medio, lo cual generó tallas y pesos individuales no aptos para el mercadeo en términos del precio de venta.
3. La recaptura, traslado y resiembra de peces en el sitio Las Lumbres (LL) en combinación con valores bajos de oxígeno, tuvieron relación con la mortalidad de organismos durante el invierno.
4. La estrategia de combinar fertilización química y orgánica con alimento artificial complementario no específico, mostró mejores resultados económicos que las otras que consideran alimentos específicos y fertilización química. Lo cual tiene que ver más, con el costo de inversión en insumos que con la producción.
5. Los factores abióticos tuvieron un comportamiento diferenciado y estadísticamente significativo en los diferentes sitios. No obstante los resultados de producción fueron muy similares en cuanto al crecimiento y producción de los organismos.
6. El cultivo semiintensivo de tilapia bajo los protocolos de producción empleados puede ser económicamente factible si se disminuye al máximo la dependencia de fuentes de alimento artificial y se manejan estrategias de sustitución alimentaria con fertilizantes orgánicos o cualquier otra vía de promoción de la biota planctónica.

## VII. RECOMENDACIONES.

1. Debido al comprobado efecto de temperaturas bajas en el crecimiento o de un umbral amplio de variación de este factor en el periodo de invierno, se recomienda iniciar el cultivo a mediados del mes de marzo y concluirlo a mediados de Noviembre.
2. La captura y traslado de peces con el uso de atarrallas resulto ser estresante y causó daños y excoriaciones en el cuerpo de los animales, lo que se tradujo en susceptibilidad a la mortalidad; por lo que se recomienda el uso de mangas o chinchorros de malla pequeña para su manejo.
3. El uso de insumos caros como el caso de dietas específicas de alto contenido de proteína, resulta incosteable para el cultivo semiintensivo de tilapia cuando su uso se contempla como única fuente de nutrición. Se recomienda la aplicación de técnicas de manejo de la productividad natural y de promoción de la biota planctónica, como la fertilización química y orgánica.
4. Es necesario realizar mas estudios con la evaluación de protocolos de producción tendientes a disminuir los costos de producción del recurso Tilapia.

## VIII. BIBLOGRAFIA.

- Alamilla, H. 2002 Cultivo de Tilapias. ZOE Tecno Campo. México: 16 p.
- Boyd, Claude E. 1990. Water Quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station.
- Chimits, P. 1955. La tilapia y su cultivo. *Bol. de Pesca, FAO, vol 8 (1)*
- Conde-Porcuna, J.M., Ramos-Rodríguez, E. y Pérez-Martínez, C. 2002. Correlations between nutrient limitation and zooplankton populations in a mesotrophic reservoir. *Freshwater Biology* 47: 1463-1473.
- Cortés, A.R. y Arredondo, F.J.L. 1976. Contribución al estudio limnobiológico de la presa "La Angostura" en el Estado de Chiapas, México. Memorias del Simposio Sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla Gutiérrez Chis., México. INP.
- De la Lanza, E.G. 1993. La acuicultura en México: de los conceptos a la aplicación. "Algunos conceptos sobre hidrología y calidad del agua"
- García, A.; Nagaya y L.O. Castañeda. 1994. "Hidrología, nutrientes y productividad primaria en dos sistemas costeros del estado de Chiapas, Méx." *Revista de Investigaciones Marinas*, Vol. 15-3: 171,190 pp.
- Guerrero, 1975. use of Androgens for the production of all male *Tilapia aurea*.

- (Steindachner). *Trans. Amer. Fish. Soc.* 104: 342-348 p.
- Jensen, 1976. The effects of several naturally occurring estrogens on *S. aureus* (Steindachner) and their potential application to yield monosex genetic males. M.S. thesis, Auburn University, Ala. 129 p.
- Lee, G.I. Castro, A.J.L. y Morales, D.A. 1976. Posición Taxonómica del Genero Tilapia en México. Memorias Simposio sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla Gutiérrez, Chis. México. INP. Tomo II pp. 437-446.
- Lowe (McConell), R.H. 1979. Ecological aspects of seasonality in fishes of tropical waters. *Symp. Zool. Soc. London* 44: 219-241.
- Martínez-Córdoba, L.R. y E. Peña-Messina. 2005. Biotic communities and feeding habits of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) and *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson 1974) in monoculture and polyculture semi-intensive ponds. *Aqua. Res.* 2005. 36, 1075-1084
- Morales, D.A. 1974. El cultivo de la Tilapia en México. Datos biológicos. Instituto Nacional de la Pesca. INP. 25 p.
- Morales, D.A. 1976. Estadísticas pesqueras en siete embalses mexicanos. Memorias del Simposio sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Pp 203-2237, Tomo II.
- Morales, D.A. 1991. La tilapia en México. Biología cultivo y pesquerías. A.G.T. Editores., S.A. 190 p.
- Pesca, 1988. Morales, D.A., Castañeta, C.A., De la Paz, O.C., Olmedo, S.H., Galván, U.J.R., Montoya, M.J.M., Pérez, G.R.M., Cabañas, L.P. "Manual Técnico para el Cultivo de la Tilapia en los Centros Acuicolas de la SEPESCA. 197 pp.

- Peña M.E. 2002. Productividad Natural en el Embalse de Aguamilpa, Memorias del Congreso Estatal de Ciencia y Tecnología de Nayarit, México.
- Popma, T.J. y Lovshin, L. 1994. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. *Auburn, Alabama, USA*.
- Shelton W.L. Hopkins, K.D. y Jensen, G.L. 1978. Use of hormones to produce monosex Tilapia for aquaculture, in R.O. Smitherman, W.L. Shelton y J.H. Grover editors. Culture of exotic fishes Symposium. Proceedings. Fish Culture Section. Am. Fish Soc. Auburn University. Auburn Alabama: 10-33.
- Swingle, H.S. 1956. A representative factor controlling reproduction fishes. *Proc. Pac. Sci. Congr.* 8: 865-871.
- Swingle, H.S. 1960. Comparative evaluation of two Tilapias as pond fishes in Alabama. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 89: 142:148.
- Uchida, R.N. y J.E. King. 1962. Tank culture of Tilapia. *Fish Bull.* 62:21-52 p.
- Watanabe, W. O.; C. M. Kuo and M. C. Huang. 1985. Salinity tolerance of Nile Tilapia fry (*Oreochromis niloticus*) spawned and hatched at various salinities. *Aquaculture* 48:159-176.
- Yashuov, A. y A. Halevy. 1967. Studies on growth and productivity of Tilapia aurea and its hybrid "Gan-Shamuel" in experimental ponds at Dor. *Bamidgeh* 24: 31-39.
- Weatherley, H.A. 1972. Growth and Ecology of Fish Populations. Academic Press. London. New York. 11-71 pp.

Wickl, G. y Luchini, L. 1996. Estrategia para un desarrollo acuícola en el agro argentino. *Acuicultura en Latinoamérica. IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura. ALA. Coquimbo, Chile.*

IX. ANEXOS.

## 1. Anexo 1.

DATOS MERISTICOS PARA EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO								
MUESTREO:	2		FECHA:	11/10/81		SITIO:	MORISCOS MARITIMA	
Especimen No.	O. niloticus		O. aureus		O. mossambicus			
	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla	Peso		
1	7	6.8	5.7	2.6	6.9	4.8		
2	4.7	1.7	4.8	1.8	5.8	3.2		
3	6.3	4.6	6.8	3.9	6.5	4.9		
4	6.9	6.5	8.0	7.8	6.0	3.9		
5	6.8	5.4	5.8	3.3	6.7	5.0		
6	6.8	5.2	6.5	4.7	5.7	2.8		
7	7.0	6	4.3	1.9	6.7	4.1		
8	6.0	4.3	7.4	6.2	6.1	4.1		
9	6.8	5.9	6.0	7.5	6.8	5.4		
10	7.0	6.0	6.5	4.7	5.6	3.9		
<b>MEDIA</b>								

DATOS MERISTICOS PARA EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO								
MUESTREO:			FECHA:			SITIO:		
Especimen No.	O. niloticus		O. aureus		O. mossambicus			
	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla	Peso		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
<b>MEDIA</b>								

DATOS MERISTICOS PARA EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO								
MUESTREO:			FECHA:			SITIO:		
Especimen No.	O. niloticus		O. aureus		O. mossambicus			
	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla	Peso		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
<b>MEDIA</b>								

## 2. Anexo 2.

HORA INICIO	HORA FINAL	COBERTURA
11:25	1:10	

## FORMATO DE REGISTRO DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

ESTANQUE	SITIO: <i>MARILLOS MANDEZ.</i>			
	FECHA: <i>11/10/01</i>		MUESTREO: <i>2</i>	
	pH	TEMPERATURA	OXIGENO DISUELT	CONDUCTIVIDAD
1E	<i>7.88</i>	<i>34.7</i>		<i>-0.60</i>
1S	<i>7.88</i>	<i>33.2</i>		<i>-0.49</i>
2E	<i>8.96</i>	<i>34.2</i>		<i>-1.12</i>
2S	<i>8.93</i>	<i>32.8</i>		<i>-1.09</i>
3E	<i>8.67</i>	<i>33.2</i>		<i>-0.98</i>
3S	<i>8.74</i>	<i>33.1</i>		<i>-0.98</i>
MEDIA				

HORA INICIO	HORA FINAL	COBERTURA
10:10	11:15	

## FORMATO DE REGISTRO DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

ESTANQUE	SITIO: <i>MARILLOS MARTIN.</i>			
	FECHA: <i>11/10/01</i>		MUESTREO: <i>2</i>	
	pH	TEMPERATURA	OXIGENO DISUELT	CONDUCTIVIDAD
1E	<i>8.26</i>	<i>32</i>	<i>6.0</i>	<i>-0.75</i>
1S	<i>8.2</i>	<i>29.6</i>	<i>14.8</i>	<i>-0.56</i>
2E	<i>7.3</i>	<i>31.4</i>	<i>12.4</i>	<i>-0.14</i>
2S	<i>7.3</i>	<i>29.3</i>	<i>10.8</i>	<i>-0.07</i>
3E	<i>7.63</i>	<i>32.3</i>	<i>12.7</i>	<i>-0.29</i>
3S	<i>7.32</i>	<i>28.6</i>	<i>12.7</i>	<i>-0.27</i>
MEDIA				

HORA INICIO	HORA FINAL	COBERTURA

## FORMATO DE REGISTRO DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

ESTANQUE	SITIO:			
	FECHA:		MUESTREO:	
	pH	TEMPERATURA	OXIGENO DISUELT	CONDUCTIVIDAD
1E				
1S				
2E				
2S				
3E				
3S				
MEDIA				