

Nutrición y Alimentación de Tilapia Cultivada en América Latina y el Caribe

Sergio José Toledo Pérez y María Cristina García Capote

Centro de Preparación Acuícola Mamposton, Ministerio de la Industria Pesquera,
San José de las Lajas. La Habana, CUBA, Tel: (537) 33 64 11
E-mail:FAO-CUB@FIELD.FAO.ORG

PRESENTACION

El objetivo fundamental de este documento, es tratar de recopilar y actualizar toda la información posible sobre el cultivo de Tilapia en América Latina y el Caribe, haciendo énfasis en la nutrición y la alimentación.

La información presentada, ha sido obtenida a través de una compilación bibliográfica, de diferentes fuentes, gracias a la amabilidad de muchas personas a las que se le ha solicitado, que por su cantidad es imposible enumerar.. A todas ellas nuestro mayor agradecimiento.

Los Autores quisiéramos agradecer especialmente al Sr. Fernando Robayo, Representante de la FAO en Cuba y a la Sra. Asunción Prats Alemán Oficial del Programa de dicha Representación, por la ilimitada ayuda prestada en todos los sentidos. A nuestro querido amigo, el Dr. Albert Tacon, por toda la generosa ayuda, apoyo y amistad siempre mostrada. Sin la ayuda de estas personas este documento no se hubiese realizado.

RESUMEN

Debido a su capacidad de adaptación, y a la posibilidad de ser criada en diferentes sistemas de cultivo, su sabor y las características nutricionales de su carne, la tilapia se ha colocado en el segundo lugar de los peces de agua dulce más cultivados en el mundo. La producción mundial de las tilapias cultivadas sobrepasó en 1995 la cifra de 500 000 ton, que actualmente se ha incrementado gracias al continuo crecimiento de su demanda. En el presente documento, se ofrece una visión general del cultivo de tilapia en la América Latina y el Caribe, haciendo hincapié en la nutrición y alimentación. Se analizan los problemas que se vienen confrontando en este importante aspecto, entre los que destacan: la falta de una metodología correcta en cuanto a las técnicas de alimentación, la necesidad de contar con la fabricación de alimentos de calidad dentro de la región, el empleo de alimentos no convencionales, la profundización de las investigaciones en los aspectos nutricionales, así como la necesidad de homogenizar las metodologías de investigaciones en el área, evidenciándose la urgencia de crear un centro regional de investigaciones sobre nutrición e información y poder contar con una revista de calidad que refleje todos los logros alcanzados en Latinoamérica sobre el cultivo de la tilapia.

INTRODUCCION

La Acuicultura es el sistema de producción de alimento que ha tenido la mayor tasa de crecimiento en el mundo en la última década, incrementando su producción de 10 millones de ton. métricas (mtm) en 1984 a 27.8 mtn. en 1995, (52.8% de peces, 24.5% de plantas acuáticas, 18.3 % de moluscos y 4.1% de crustáceos), lo que representa una tasa de crecimiento del 9.6% comparado con el incremento del 3.1% para la producción de carne de animales terrestres y el 1.6% de las capturas pesqueras en el mismo período. (Tacon y Barg, 1997)

En lo que a América Latina y el Caribe se refiere, este crecimiento ha sido del orden de un 14.5% promedio anual entre 1984 a 1994, o sea de 121 373 ton a 472 429 ton, respectivamente. (FAO , 1997 a)

Dentro de este crecimiento, la tilapia ocupa uno de los lugares primordiales de cultivo, ya que se presenta como la alternativa más ventajosa para la producción de proteína sana y barata, dado sus altos rendimientos, debido a que su crecimiento es mayor que el de otras especies en sistemas de cultivo intensivo. Tiene excelente calidad de carne y por lo tanto buena aceptación en los mercados.

La producción mundial de las tilapias cultivadas, sobrepasó en 1995 la cifra de 500 000 ton/métricas, siendo la segunda especie más cultivada, superada solamente por la carpa. La producción se sigue incrementando, ya que la demanda de las tilapias cultivadas continúa creciendo. (Lovshin and Popma, 1995).

Los principales productores acuícolas de Latinoamérica en 1994 fueron: Chile (190 000 ton), Ecuador (100 000 ton), México (70 000 ton), Brasil (30 000 ton), Colombia (25 000 ton) y Cuba (25 000 ton).(FAO, 1997 a).

En ese mismo año, el cultivo de peces de agua dulce representó el 18% de la producción acuícola total de América Latina, con la siguiente composición por especie: la tilapia (42%), la trucha (25%), carpa (17.9%), cachama (5.4%) y bagres (0.9%) (FAO, 1997 b).

Debido a esta explosión en el cultivo de la tilapia en la región, existe una tendencia creciente a intensificar los sistemas de cultivo, lo que conlleva a la intensificación de la alimentación. En consecuencia, un buen manejo de la misma constituye uno de los principales aspectos para el éxito económico de esta empresa, ya que representa cerca del 60% de los costos de producción.

Actualmente, la acuicultura Latinoamericana, presenta una serie de problemas relacionados a la alimentación y nutrición de la tilapia, siendo uno de los principales la ausencia de una metodología correcta en las técnicas de alimentación y el déficit de alimentos artificiales de calidad a bajo costo, que puedan satisfacer las necesidades nutricionales de los peces en cultivo.

El presente documento reúne información acerca del cultivo de tilapia en aquellos países de la región que lo realizan, haciendo énfasis en el aspecto de la nutrición y la alimentación de la especie.

TILAPIA: DISTRIBUCION Y TAXONOMIA:

Tilapia es un término genérico utilizado para designar un grupo de especies de peces de valor comercial pertenecientes a la familia Cichlidae; la expresión se deriva de la palabra nativa de Bechuana (Africa) "thlape" que significa Pez. Los Cíclidos se clasifican en el Orden Perciformes y habitan las aguas dulces y salobres de Africa, el Medio Oriente, las zonas costeras de la India, América Central, del Sur y el Caribe, incluyendo a Cuba, representada por dos especies de Biajaca. Sin embargo, las verdaderas tilapias son sólo nativas de Africa y el Medio Oriente. En estos momentos, debido a su introducción por el hombre, está representada en la zona tropical y subtropical de todo el mundo, incluyendo Asia y Oceanía. La producción mundial reportada por la FAO en 1993, se acerca a las 500 000 toneladas anuales y son las especies de agua dulce de mayor crecimiento relativo en el tonelaje producido de los últimos 10 años.

Los Cíclidos son bien conocidos como peces de acuario por su gran capacidad de adaptación a los nuevos ambientes. También muestran un comportamiento reproductivo especializado, muy relacionado con su compleja biología evolutiva. La clasificación de los Cíclidos y especialmente la tilapia es motivo de confusión entre los científicos y objeto de constantes modificaciones. Una característica distintiva de los Géneros que integran el grupo de las tilapias es ornamento reproductivo, referido al tipo de cuidado que los progenitores brindan a sus crías. En los Géneros *Sarotherodon* y *Oreochromis*, los padres incuban los huevos en la boca y una vez nacidos, cuidan a la descendencia por un tiempo adicional (incubadores bucales); en las que pertenecen al Género *Oreochromis*, sólo la hembra realiza la incubación. Por otra parte, otro grupo de estas especies realiza la incubación sobre un sustrato fijo en el fondo, o construyendo un "nido" sobre ellos; ellas pertenecen al Género *Tilapia*.

De acuerdo a la clasificación de Berg, modificada por Trewavas (1983), las tilapias se clasifican de la siguiente manera:

Phyllum	Chordata
Subphyllum	Craneata
Superclase	Gnathostomata
Serie	Pisces
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Suborden	Percoidei
Familia	Cichlidae
Género	1) <i>Tilapia</i>
Especie	a) <i>rendalli</i>
	b) <i>zillii</i>
	2) <i>Oreochromis</i>
Especie	a) <i>aureus</i>
	b) <i>niloticus</i>
	c) <i>mossambicus</i>
	d) <i>urolepis hornorum</i>

TILAPIA: ANTECEDENTES HISTORICOS

Las tilapias se han cultivado por algo mas de 2 500 años, inicialmente en la región de Egipto y el Medio Oriente. Algunos teólogos sostienen que el milagro bíblico de los panes y los peces se realizo con ellas, en una alusión directa a los numerosos estanques que abundaban en las orillas del Mar de Galilea. También es conocido que el símbolo de la cristiandad era un pez con la misma forma de una tilapia y que en los relieves de las grandes obras monumentales del Egipto antiguo aparecían estos peces con alguna frecuencia. En el Libro de Lucas, aparecen numerosas citas de estanques de cría de peces, como una muestra de la extensión de este tipo de cultivo.

No obstante, no es hasta después de la Segunda Guerra Mundial que la cría comercial de estas especies no cobra auge, aunque de forma muy lenta, debido a la capacidad precoz de reproducción que poseen, lo que provoca el aumento de las poblaciones con la consiguiente reducción de las tallas y la pérdida de valor comercial.

En la situación económica actual del mundo, se han generado tecnologías muy eficientes de cultivos intensivos, superintensivos e incluso hiperintensivos que se justifican económicamente por el alto valor de este recurso pesquero en el mercado mundial.

Si se tiene en cuenta el alto déficit proteico de la humanidad y el hecho de que existen mercados suntuarios que demandan productos de bajo contenido de Colesterol, el cultivo de tilapias se convierte en una alternativa viable por su alta productividad y la siguiente composición (base fresca):

Proteína total-----	19.2%
Grasas -----	2.3%
Colesterol -----	0.0%
Energía metabolizable -----	96 kcal/100g

Lo que la hace más saludable y alimenticia que la carne de cerdo, aves y res.

BRASIL

GENERALIDADES

En los primeros años de la década de los 50's se introdujo la *Tilapia rendalli* en Brasil desde el Congo, con el objetivo de utilizarla como control biológico de las malezas acuáticas en los embalses, obteniéndose resultados favorables (Nomura y Castagnolli, 1977), mientras que las especies *Oreochromis homorum* y *Oreochromis niloticus* se trajeron a inicios de los años 70's, para mejorar la producción por área, ya que las mismas reúnen las características esenciales para la piscicultura, debido a su gran resistencia, rápido crecimiento, hábitos alimenticios omnívoros y buena aceptación por los consumidores (Mainardes-Pinto, 1988 y Espinhara Da Silva *et al*, 1983).

Las especies *Oreochromis* se distribuyeron prácticamente por todo el territorio nacional, debido a su fácil aclimatación, produciéndose más de 20 millones de alevines de *Oreochromis niloticus* por año en las estaciones de piscicultura del Brasil, distribuidos principalmente para la piscicultura extensiva y semiintensiva (Espinharda Da Silva *et al*, 1983).

No obstante, las tilapias han confrontado problemas de mercadeo a excepción del Noreste del país, donde se ha expandido su comercialización (Negreiro *et al* 1993).

Con respecto a los híbridos, dentro de los diversos tipos de cruzamiento de especies diferentes de tilapia que se conocen, en el Brasil está *Sarotherodon* que se obtiene con hembras de *Sarotherodon niloticus* y machos de *honorum* (Sabue, *et al*, 1984), el cual comenzó en Seara en 1969, en la Estación de Investigaciones de cultivo intensivo de peces de Pentecostés, obteniéndose descendencia del 100% macho (Greenfield, 1974).

De las especies de peces exóticos introducidos en Brasil, una de las más cultivadas parece ser la *Oreochromis niloticus*, la cual viene ocupando desde 1978, los primeros lugares en la producción continental de peces, controladas por el DNOCS (Departamento Nacional de Obras contra a Secas), aportando una media anual de 5114, 4 ton³ hasta 1987 (Alcantara-Filho, *et al*, 1994). Según Mainares-Pinto (1988), esta especie resulta ser la más indicada para la piscicultura intensiva, aunque también se han desarrollado cultivos convencionales y asociados a carnívoros predadores.

Además de estas formas de cultivo, también se ha trabajado en el policultivo de especies, tales como *Cyprinus carpio communis*, híbrido de tilapia (*Sarotherodon honorum* macho x *Sarotherodon honorum* hembra) y *Rhamdia hylarii* (Justo, *et.al*, 1981), *Colossoma brachyopomum* e híbrido de tilapia (*Oreochromis honorum* x *Oreochromis niloticus*) y *Cyprinus carpio*, integrados con cerdos (Rezende-Melo, *et al* 1987).

Teniendo en cuenta todas las especies cultivadas y los diferentes métodos empleados, la producción de peces de agua dulce hasta 1990 no sobrepasó la cifra de 14,430 ton (Negreiro *et. al*, 1993).

FORMAS DE PRODUCCION

Cultivo extensivo

Este tipo de cultivo se realiza en embalses, a los que corresponde la mayor proporción de la piscicultura actualmente, con un volumen estimado de producción de 26 000 tm de peces de agua dulce hasta 1992, de acuerdo a IBAMA. Esta cifra representó el 86,6% del total de la producción acuícola de país (Negreiro *et al* 1993).

La piscicultura extensiva, es prácticamente la única opción existente en el nordeste brasileño, por la falta de ríos y la inestabilidad climática de esa zona, ésta se practica fundamentalmente con *Tilapia rendalli* y *Oreochromis niloticus*, alcanzándose un rendimiento de 100 kg/ha/año (Espinhara Da Silva *et al*, 1983; Gurgel y Fernando, 1994).

En el nordeste brasileño existen 50 000 presas, muchas de ellas con áreas de 2 a 20 ha, pero a pesar de disponer de estas enormes cantidades de ambientes potencialmente adecuados para la piscicultura, así como de existir tecnología apropiada, no se dispone de un buen asesoramiento en la actividad en esta región, que permita una explotación acorde con estas condiciones.

Desde 1970, el DNOCS controla 100 de estos embalses, que en 1991 produjeron el 41,7 % del total de la producción (16 000 tm) en el estado de Ceará, mientras que el resto correspondió a embalses privados (Negreiro *et. al*, 1993).

Estas capturas corresponden a 14 especies de peces, entre las que se encuentran la *Tilapia rendalli* y el *Oreochromis niloticus* (Gurhel y Fernando 1994).

Cultivo Semiintensivo o Convencional

El cultivo convencional se realiza en estanques existentes en propiedades rurales, durante 180 días, con bajas densidades de siembras de alevines de *Oreochromis niloticus* (de 5 cm. 1/1 ó 2 m²) y fertilizados con excreta de aves, cerdos o ganado bovino y alimentación suplementaria con subproductos agrícolas, obteniéndose una producción de 3 ton/ha/año y un peso final de 500g

En el Estado de Río Grande del Sur existen más de 1200 ha de cultivo semiintensivo, pertenecientes a 1500 productores dedicados a las actividades agropecuarias, de las cuales obtienen proteína de alto valor para emplear en este cultivo, a partir del reciclaje de los subproductos agrícolas.

La piscicultura semiintensiva también se realiza con policultivo de especies o cultivo asociado con animales terrestres, como cerdos, patos, etc.

Cultivo integrado

En el cultivo integrado cerdo/peces, éstos últimos se alimentan directamente de los desechos de los primeros, que contienen 70 % de alimento digerible para los peces. El residual porcino se vierte directamente a los estanques, ya que los corrales de los cerdos se construyen sobre el mismo o en sus márgenes; en este último caso, los residuales se llevan al estanque mediante canaletas u otros medios.

En general, la proporción de animales empleados es de 100 cerdos de 60 kg de peso vivo, para fertilizar un estanque de 1 ha, sembrado con 1 ó 2 tilapias/m². Los cerdos tienen que alimentarse con una dieta balanceada y estar vacunados y en perfectas condiciones sanitarias.

Por su parte, el cultivo asociado patos/peces se realiza con 1200 aves/há y una densidad de siembra de peces de 1 ó 2 tilapias/m². Los patos se alimentan de caracoles y plantas acuáticas y sus excretas fertilizan el agua del estanque, favoreciendo el crecimiento del plancton del cual se alimentan los peces.

Cultivo Intensivo

En cuanto al cultivo asociado con predadores carnívoros, se ha obtenido una producción de 3,5 tm/ha año, en la que se incluye la especie *Oreochromis niloticus* y la carnívora, la cual tiene la función de eliminar el exceso de larvas y alevines permitiendo un mejor crecimiento de los ejemplares mayores; entre los carnívoros utilizados se encuentra el tucunaré (*Cicla ocellaris*) para las regiones más calientes y el black-bass (*Micropterus salmoides*) para las regiones más frías. También se ha utilizado el traírao (*Hoplias lacerdae*) como lo refiere Gontejo, 1984.

Otra forma de controlar la presencia de larvas y alevines en la cría intensiva de peces es mediante el cultivo de monosexo macho, el cual crece de 2 a 4 veces más que la hembra. Esto se logra, como se sabe, mediante la selección sexual, la hibridación o la reversión sexual con hormona masculina (alfa-metil-testosterona), la cual se aplica a larvas con 7 días de nacidas, suministrándosele en el alimento durante 30 días. Esta última resulta ser la variante más práctica y económica de obtener descendencia todo macho y se comenzó a experimentar en el Brasil a finales de la década de los 80's.

En trabajos realizados en el Brasil de cultivo intensivo de *Oreochromis niloticus* monosexo macho, se ha obtenido un crecimiento de 500 g entre el octavo y el décimo mes, para una producción de 15 tm/ha (Mainardes Pinto, 1988).

En el cultivo intensivo es necesario alimentar con dietas balanceadas que suministren la calidad y cantidad de nutrientes esenciales para los peces, los cuales crecen casi 5 veces más que aquellos que sólo reciben alimentación natural mediante fertilización.

Manejo comercial de los estanques

Según Mainardes Pinto (1988), el siguiente tratamiento es el más empleado en el Brasil, para cualquier tipo de cultivo comercial en estanque, en lo que se refiere al manejo.

- *Estanque de mantenimiento de reproductores.* Son estanques de cemento con fondo de tierra de 500 a 2000 m² en el que se mantienen peces/m².

- *Estanque de reproducción y alevinaje.* Son estanques de cemento con fondo de tierra de 100 - 200 m². Un tanque de reproducción, con 2 ó 3 hembras/macho y 3 tanques de alevinaje, que deben producir 10000 alevines de *Tilapia nilótica*.

- *Estanque para crecimiento y engorde.* Son estanques de tierra de 2000 - 5000 m².

Limpieza de estanques y fertilización.

Todo tipo de estanque lleva una limpieza con 1000 kg de cal viva/ha, dos semanas antes de sembrar los peces como mínimo. Después del encalado, con el estanque vacío se añaden 1000 kg de excreta de ave/ha, dispersa en el fondo del estanque, aunque también utilizan excreta de cerdo o bovino. Después se llena el estanque y se vuelve a fertilizar quincenalmente con 500 kg de excreta/ha y una mezcla de fertilizantes minerales (14 y 9 kg de superfosfato simple de potasio y sulfato de amonio/há, respectivamente).

Cultivo en jaulas flotantes

En el Brasil, el cultivo de peces en jaulas, se inició en la región del Nordeste en la década de los 70's, en jaulas de pequeño tamaño y con densidades de siembra muy bajas y sin adición de alimento artificial. Estas primeras experiencias no tuvieron éxito, por lo que este tipo de cultivo se dejó a un lado durante casi dos décadas.

En el sur del Brasil, el cultivo en jaulas es reciente, data de los últimos años de la década de los 80's y se llevó a cabo por la Sociedad entre la Empresa Cabanha Azul, Grupo Mancedo y el Sector de Acuicultura de la UFRGS (Universidad Federal de Río Grande del Sur). Las condiciones del cultivo experimentadas fueron muy diferentes a las de la región del Nordeste y el resto del mundo, empleando jaulas de pequeño tamaño y altísimas densidades de siembra (250 a 300 ej/m³) adaptadas a las condiciones ambientales de Cabanha Azul y que pudieran, con pequeñas modificaciones, ser utilizadas en diversas partes del Estado.

El cultivo en jaulas permite utilizar los recursos hídricos existentes con un uso limitado en otras actividades agropecuarias, como es el caso de centenares de reservorios de agua que sirven para irrigar arroz y más de dos millones de micropresas que se utilizan como abrevaderos para rumiantes, los cuales están esparcidos por toda la región de Río Grande del Sur.

Debido a que *Oreochromis niloticus* es una de las especies más adaptadas al cultivo en jaula y a las condiciones climáticas del sur del Brasil, se decidió emplearla para este tipo de cultivo; prueba de esto es el enorme interés de los piscicultores de esta región por dicha especie; más de 1000 de las 3000 há disponibles están cultivadas con ella. No obstante, se presentan algunos problemas debido a su gran potencial reproductivo, que en pocos meses puede ocasionar una super población en las jaulas.

Dentro de las soluciones buscadas a este problema están:

- Policultivo de Tilapia con especies depredadoras.
- Selección manual de alevines.
- Hibridización inter especie.
- Reversión sexual de las poblaciones con tratamiento hormonal.
- Manipulación cromosómica.

Los tamaños y formas de las jaulas más empleados son:

- cilíndricas de 1.20 m x 1.20 m
- cuadradas de: 1.20 x 1.67 x 1.20 m
1.20 x 1.20 x 1.20 m
2.40 x 2.40 x 1.20 m
- rectangulares: 1.0 x 1.20 x 1.0 m
2.40 x 1.20 x 1.20 m

Los materiales más empleados en la construcción de las jaulas pueden ser: madera, bambú, hierro, aluminio, fiber glass PVC, etc.

ALIMENTOS Y ALIMENTACION

En cuanto a la alimentación, a la *Tilapia rendalli* la alimentan con plancton y vegetales superiores, aunque también se le añade residuos agrícolas e industriales y dietas artificiales.

Para los cultivos con dietas balanceadas, se emplea el siguiente esquema de alimentación, según la talla de los peces.

- Larvas y alevines hasta 5 cm: Dieta con 35% PB, con una ración diaria del 5% del total de la biomasa, para una temperatura de 22°C.
- Crecimiento y engorde de alevines de más de 5 cm: Dieta con 22 - 25% PB y ración diaria del 3% del total de la biomasa, si la temperatura es de 22°C; para temperaturas menores, la ración diaria se disminuye al 1.5% del total de la biomasa.
- Alimentación para el cultivo en jaulas: El alimento artificial que se le añade a las jaulas tiene 32% de Proteína Bruta, incluyendo de 5 a 10% de harina de pescado. La adición del alimento comienza con un 25% del peso corporal para las larvas, un 5% para alevines de 20g y de 1 a 2% para ejemplares de 250 g, hasta los 350 a 380 g, peso de cosecha, que se obtiene a los 5 meses de cultivo en las jaulas. (Zimmermann, comunicación personal.)

En cuanto a las fábricas productoras de alimentos balanceados, son muy pocas las que producen para la Acuicultura. Téngase en cuenta que, de 573 entidades existentes en el Sur del Brasil, sólo 5 producen alimentos para peces, en particular trucha y carpa.

En las Tablas 1 y 2 se ofrecen los datos de la composición proximal y de vitaminas y minerales respectivamente, de los alimentos elaborados para carpa por la fábrica Nuvital del Brasil, la cual utiliza como materias primas: maíz gelatinizado, harina de pasta de soya, harina de pescado, subproductos de trigo, fermento de cervecaría desecado, ortofosfato dicálcico, carbonato de calcio y magnesio, sal común, suplementos y aditivos. Los sustitutos eventuales empleados son: pulpa de tomate desecada, harina de camarón, harina de hígado, harina de germen de maíz, desperdicios de aves, harina deshidratada de alfalfa, solubles desecados de destilería, fosfato de sodio y sulfato de calcio (Silveira, 1993).

Tabla 1. *Composición proximal de los alimentos elaborados para carpas por la fábrica Nuvital en Brasil.*

Indicador	(%)
Humedad	12.5 Máximo
Proteína Bruta	43.0 Mínimo
Extracto etéreo	4.0 Mínimo
Materia fibrosa	5.0 Máximo
Materia mineral	15.0
Calcio	3.2 Máximo
Fósforo	0.9 Mínimo

Fuente: Silveira Jr. N., 1993

Tabla 2. *Mezcla de vitaminas y minerales añadida a los alimentos elaborados para Carpas por la fábrica Nuvital en Brasil.*

Composición de Vitaminas	U.I. o mg/kg Dieta	Composición de Minerales y aditivos	mg/kg Dieta
Vitamina A	6 500 U.I.	Cobre	0.50
Vitamina D ₃	400 U.I.	Zinc	0.50
Vitamina E	50 U.I.	Manganeso	30.0
Vitamina K	2.5 mg	Hierro	4.0
Tiamina	5.0 mg	Yodo	0.3
Riboflavina	12.5 mg	Etoxina	100.0
Acido fólico	2.0mg	Acido Cítrico	100.0
Biotina	0.25mg	Acido Propiónico	10.0 g
Cianocobalamina	10.0 mg		
Inositol	5.0 mg		
Vitamina C	50.0 mg		
Colina	750.0 mg		
PABA	2.50 mg		

Fuente: Silveira Jr. N., 1993

PROBLEMAS Y RECOMENDACIONES

Debido a la falta de alimentos balanceados para peces en el mercado nacional, los productores enfrentan la disyuntiva de producir sus propios alimentos, ante lo cual también confrontan diversos problemas, como lo es la ausencia de una fábrica estatal que elabore harina de pescado y otras con alto valor proteico, ya que existen muy pocas de este tipo. En esto incide de manera determinante el hecho de que el IBAMA impide la apertura de nuevas fábricas por su alto poder contaminante, a pesar de existir suficiente materia prima como las vísceras de pescado y la sardina (Silveira 1993).

Se hace necesaria, la formulación y producción industrial de dietas para la especie *Tilapia*, teniendo en cuenta los diferentes tipos de cultivo y estadios, que permita desarrollar las potencialidades acuícolas del país sobre la base de los enormes recursos hídricos con que cuenta y su carácter de productor más importante de alimentos balanceados para producción animal en América Latina y el Caribe.

COLOMBIA

GENERALIDADES

La evaluación de la acuicultura en Colombia se ha visto marcada por dos grandes tipos de eventos: la sucesivas introducciones de especies exóticas y los diferentes programas de asistencia externa (Martínez, 1986).

El origen de la acuicultura en Colombia se remonta hacia el año 1938, cuando se realizó la introducción de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss*, para el repoblamiento de aguas de uso público en la zona Andina. Posteriormente se introdujo la carpa *Cyprinus carpio* y la mojarra *Oreochromis mossambicus*, con la que se llevaron a cabo los primeros cultivos en estanques, con resultados no muy satisfactorios.

En 1965 se estableció el programa piscícola de la Universidad de Caldas, cuyo objetivo fue básicamente la generación de tecnología apropiada para la zona cafetalera del país. Dos años después se introdujo la *Tilapia rendalli*, con la que se inició el programa de fomento de la piscicultura de la Federación de Cafeteros. En este mismo año se constituyó el Instituto de Piscicultura Tropical de Buga, dependiente de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y al año siguiente se creó el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente INDERENA, el cual tuvo, entre otras funciones, la de promover, administrar, investigar y fomentar la acuicultura hasta finales de 1991, en que comienza sus labores el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA.

En el año de 1972 se inició el proyecto INDERENA-FAO para el desarrollo de la pesca continental, cuyos objetivos se orientaron principalmente hacia el estudio y la evaluación del potencial pesquero, la biología de los peces de mayor interés comercial y la identificación y evaluación de las especies nativas.

A mediados de la década del setenta, se estableció y se puso en marcha el Programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI), con un componente de fomento a la acuicultura rural, que tuvo logros valiosos en los programas dirigidos al pequeño campesino.

Las experiencias de tipo regional, localizadas fundamentalmente en la zona cafetera y promovida con el apoyo del gremio cafetalero, se han desarrollado con una orientación de subsistencia en la cual la acuicultura cumple sólo una función en la nutrición del grupo familiar y la dedicación de recursos a ella es marginal.

Entre los programas de cobertura nacional (INDERENA-DRI) se destacan las experiencias de la regiones Huila y Meta, por la dinámica que registra la actividad como opción de explotación productiva en el conjunto de la unidad económica-familiar.

Se han desarrollado, así mismos diferentes acciones y programas de acuicultura rural en otras regiones del país, típicamente minifundista, promoviendo el cultivo de especies como la Tilapia nilótica, la carpa espejo y la trucha, en áreas de explotación reducida (entre 10 m² y 300 m²) cuyos resultados y alcances obedecen a particularidades regionales (Martínez, 1990).

En 1976 se instaló el proyecto INDERENA-AID (Agencia Interamericana para el Desarrollo) con el objeto de crear la base para el desarrollo definitivo de la acuicultura. Gracias a este proyecto se construyeron las dos principales estaciones del INDERENA en el país, la de Repelón en el Bajo Magdalena y la del Gigante en el Alto Magdalena.

En el año 1979 se introdujo la tilapia *Oreochromis niloticus*. Esta se difundió ampliamente y se constituyó en la base de la producción de aguas cálidas en el ámbito industrial, a mediados y finales de la década de los ochentas.

En 1988 se estableció el proyecto integrado para el desarrollo de la acuicultura, patrocinado por el COLCIENCIAS y el CID y ejecutado por el INDERENA, el cual se realizó en la estación piscícola del Alto Magdalena; su objetivo fue el de incrementar los rendimientos por unidad de área, mediante la práctica de policultivo de cachama blanca *Piaractus brachypomus*, mojarra plateada *Oreochromis niloticus*, carpa *Cyprinus carpio* y camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenberguii*.

En 1990 con la creación del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, se le proporcionó un mayor impulso y fortaleza a la acuicultura, ya que se otorgaron a su cargo la administración, el fomento y la investigación de los recursos pesqueros y acuícolas (Salazar, 1993).

ESTADO ACTUAL

Actualmente, la importancia de la acuicultura radica en que los últimos años se ha presentado un desarrollo considerable, observándose un incremento de la producción a partir de las 572 Ton. obtenidas en 1985,(Salazar, 1993).En la Tabla 3 se da la producción de la acuicultura en Colombia entre 1985 y 1992. En cuanto al cultivo de las especies, para clima medio y cálido, la mojarra plateada (*Oreochromis niloticus*) fue la primera especie en alcanzar un desarrollo notable a nivel de producción comercial, constituyéndose en la más importante en la década de los 80's y proporcionando las bases para el desarrollo de la piscicultura en clima medio y cálido. Esta especie ha sido desplazada en los últimos año por el híbrido rojo *Oreochromis spp.*, que posee mejores características para el cultivo y el consumo, debido fundamentalmente al rendimiento y a su presentación. Se cree que las siguientes sean las variedades hoy en día cultivadas (L.F. Castillo, comunicación personal).

- Red Florida (*O. mossambicus* x *O. urolepsis honorum*)
 - Red aurea (*Red florida* x *o. aureus*)
 - Red Filipina y Singapur (*O. mossambicus roja* y *albina*)
 - Red Taiwan (*O. mossambicus albina* x *O. niloticus*)
 - Red Yumbo (*Red Florida* x *O. niloticus*)
 - Red ACC-1 (*Red Florida* x *O. niloticus* x *O. aureus*)
- (Tomado de Negret, 1993)

Tabla 3. *Producción de la Acuicultura en Colombia 1985 – 1992 (Ton/año).*

Especie	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Langostino	122	250	535	1 282	1 973	6 000	6 717	9 432
Trucha	300	400	550	700	800	1200	1200	1300
Mojarra(1)	100	300	600	700	1000	2 040	3 040	11 050
Cachama	50	300	600	700	800	1 100	1 200	2 100
Otros (2)	-	6	10	10	50	60	80	50
TOTAL	572	1 256	2 295	3 392	5 623	10 400	12 237	23 932

(1)Mojarra roja y plateada, (2)Otros: Carpas y camarón de agua dulce, Fuente: Boletín de Estadísticas, INPA, 1993

Para estas especies se calcula un espejo total de agua de 900 ha, de las cuales el 59% se localiza en la región del Huila y Llanos Orientales, con un tamaño de 6,8 ha/explotación y el 41% en la región Atlántica con un rango de 5 - 70 ha/unidad. Con relación a la mojarra roja, se estima un área de espejo de agua superior a 120 ha, de las cuales el 80% corresponde a la región del Valle del Cauca (Rodríguez *et al* 1993).

La comercialización de los productos de la acuicultura se ha realizado en su mayoría en el país, pero también se ha exportado. En cuanto a la tilapia roja, un bajo porcentaje se comercializa en los Estados Unidos y el resto se destina al mercado nacional (Tabla 4).

Tabla 4. *Comercialización de Tilapias cultivadas en Colombia 1994.*

Especie	Mercado nacional Presentación	% Sobre el total de todas las especies	Mercado Internacional Presentación	% Sobre el total de todas las especies
Tilapia sp.	Descabezado	0.001	CUNDINAMARCA Congelado	0.008
	Entero	0.013	CUNDINAMARCA Eviscerado	0.001
	Eviscerado	0.001	-	-
Tilapia roja	Alevines	100	USA Entero	0.129
	Refrigerado	0.025	USA Filete	1.199
	Entero	3.115	-	-
	Entero Congelado	0.001	-	-
	Congelado	0.018	-	-
	Filete	0.154	-	-
	Eviscerado	0.001	-	-

Fuente: Boletín de Estadísticas, INPA, 1995.

Para el caso de la acuicultura rural y como resultado de los programas de fomento adelantados por el gobierno nacional, para 1991, se reportaron más de 5700 usuarios, con un área en espejo de agua de aproximadamente 400 ha, con un potencial de producción de 2000 Ton./año. Este resultado es producto del trabajo de 40 entidades, con el apoyo de 31 estaciones piscícolas en todos los departamentos del país, excluyendo únicamente a la costa pacífica (Garzón 1991 en Salazar 1993).

Formas de producción

El cultivo de la tilapia plateada (*O. niloticus*) se centra en las escalas de producción de tipo extensivo y semiintensivo, tanto para monocultivo como para policultivo, obteniéndose mediante su cultivo independiente producciones alrededor de 8,5 ton/ha/año. La introducción y el cultivo de la tilapia roja se debe a la iniciativa de la empresa privada. Los niveles que este cultivo ha logrado encajan dentro de los esquemas intensivos y superintensivos, con producciones de 1000 y 4000 ton anuales, aunque puede asegurarse que esta especie viene remplazando con rapidez gran cantidad de los proyectos explotados comercialmente con tilapia plateada (*O. niloticus*) (Negret, 1993).

Cultivo Extensivo

Colombia ocupa el cuarto lugar en el mundo en disponibilidad de agua por unidad de superficie, con 2 680 000 ha de lagos, embalses, ciénagas y pantanos y con 720 000 cauces, cuya longitud fluvial es de 15 519 km., navegables en un 47%

Los 20 embalses y represas existentes en Colombia se han construido fundamentalmente para la producción de energía, desarrollo del regadío y regulación de caudales para disminuir las inundaciones, pero es poca la experiencia colombiana en manejo y desarrollo de programas de aprovechamiento pesquero en embalses (Valderrama, 1984).

Hacia 1984, los embalses más importantes para la pesca eran el Neusa (800 ha), El Prado (5 200 ha), El Peñol (6 700 há) y Betania (7 400 ha); es en estos dos últimos embalses donde se realiza el cultivo de tilapia plateada, que junto a una especie autóctona conocida como el *capaz* (*Pimelodus grosskopfii*), produce una captura anual de 6 124 ton en Betania (Mora-Lara, 1994).

Cultivo semintensivo

Hoy día se desarrolla un amplio programa piscícola rural con las especies tilapia plateada, carpa espejo y cachama, estimándose en 5 000 los usuarios con cultivos a pequeña escala para autoconsumo y de los cuales no se tiene ningún tipo de registro exacto de producción, calculándose una cifra cerrada a las 700 ton de tilapia plateada en 1991 (Negret, 1993). De forma general, el monocultivo semintensivo de la Tilapia roja aparece en la Tabla 6.

Policultivo

En un principio, el policultivo se realizó como una forma de controlar las crías de las especies utilizadas en monocultivo, como en el caso de la *Tilapia rendalli* y *Oreochromis niloticus*, por lo que se emplearon predadores tales como la mojarra amarilla (*Perenia kraussi*), la mojarra negra (*P. umbrifera*) y el tucunaré (*Cichla ocellaris*).

Con posterioridad, se han realizado trabajos de policultivos con especies nativas y exóticas, con el objetivo de incrementar la producción acuícola, al aumentar los rendimientos por unidad de superficie.

Entre los resultados obtenidos, vale la pena destacar el trabajo efectuado a través del convenio INDERENA-CIID-COLCIENCIAS en la estación piscícola del Alto Magdalena entre 1988-1990, en el que se obtuvieron producciones de 11,9, 15,1 y 16 ton/ha/año, utilizando alimento concentrado comercial y empleando para ello el *Piaractus brachypomus*, *Oreochromis niloticus* y *Cyprinus carpio var specularis* (Useche, 1993).

En la Tabla 5, se muestran los datos de los diferentes policultivos empleados en Colombia.

A partir de 1995, el INPA comenzó a brindarle apoyo al desarrollo de la Acuicultura rural empresarial. En el Magdalena Medio, se está ejecutando el proyecto de desarrollo de las comunidades pesqueras artesanales, el cual está diseñado y validando una metodología de capacitación para el fortalecimiento de las bases y el desarrollo empresarial con el montaje de proyectos productivos (Contreras, 1995).

Tabla 5. *Policultivos realizados en Colombia con una duración de 180 días.*

Factores	Policult. I		Policult. II		Policult. III			Policult. IV		Policult. V		
	Cacham	Til.	Cacham	Til.	Cacham	Til.	Carpa	Til.	Carpa	Cacham	Til.	Camar.
Den/especie (ej/m ²)	0.5	0.5	1	0.25	0.5	1	0.06	1.5	0.1	0.5	1	2
Den. Total (ej/m ²)	1		1.25		1.57			1.51		1.5 pez - 2.0 camarones		
Peso inicial (g)	10	20	10	20	10	20	15	20	15	10	20	1
Peso final (g)	626 a 744	291 a 408	577 a 651	333 a 448	632 a 719	335 a 365	712 a 1276	224 a 291	408 a 531	467 a 683	328 a 348	8.61 a 13.4
F.C.A	1.42		1.21		1.12			1.5		1.2-1.5		
Producción (kg/m ²)	0.5-0.6		0.71-1.47		0.66-1.36			0.4-0.85		0.95-1.24		
Costo Prod. (\$/kg)	501-625		501-625		445-538			477-503		1131-1396		

Fuente: Useche, 1993.

Cultivo integrados

Al respecto no se ha encontrado mucha información sobre el trabajo realizado en Colombia. En este sentido, Valencia y Dorado en 1990, llevaron a cabo un policultivo de camarones y peces (tilapia plateada revertida, cachama negra y bocachico), integrado con patos. En el trabajo se utilizaron 573 ha y una densidad de siembra de 1 200 peces/ha y 1 00 000 camarones/ha, obteniéndose una producción de 6.26 ton/ha/año de productos acuícolas y 6.85 ton/ha/año de patos.

Por otra parte, Fadul y Dorado en 1992, realizaron un policultivo de 13 000 peces/ha con tilapia plateada, cachama negra, cachama blanca y bocachico, asociado a una cría de cerdos de engorde, con lo que lograron en 60 ha 8,4 ton/ha/año de cerdos y 4,5 ton/ha/año de peces.

Cultivo intensivo y superintensivo

Estas modalidades de cultivos son las más comunes en Colombia y se realizan en estanques y jaulas flotantes, siendo la tilapia roja la especie mayormente explotada. En consecuencia, las investigaciones fundamentales que realiza en INPA en estos momentos en las estaciones piscícolas de La Terraza (Villavicencio), Repelón, Gigante (Huila) y Oiba, están dirigidas al mejoramiento genético de la llamada mojarra roja, mediante el cruce de ejemplares de líneas importadas y obtención de supermachos (Mora, comunicación personal).

En la Tabla 6. aparecen los datos comparativos según los niveles de intensificación, del cultivo de tilapia roja en estanques.

Un ejemplo de cultivo intensivo lo constituye la granja Colapia (la más importante del país), construida y puesta en marcha con asesoría israelí, con unas 44 ha de extensión y una producción anual entre 4 000 y 4 500 ton. Esta granja es operada en 4 etapas:

- 1- Reproducción, reversión sexual y crecimiento de alevines hasta 5 g.
- 2- Crecimiento desde 5 hasta 80 g.
- 3- Crecimiento desde 80 hasta 100 g.
- 4- Engorde desde 150 g hasta 450 - 500 g.

Tabla 6. *Características generales del cultivo de la Tilapia roja en Colombia, según el nivel de intensificación.*

Características	Semintensivo	Intensivo	Superintensivo
Volumen (m ³)	1 000	950	400
Peso inicial (g)	20	1	1
Densidad inicial (ej/m ³)	3	10.5	50
Peso final (g)	287	393	350
Densidad final (ej/m ³)	2.8	10.5	35
Días de cultivo	131	197	260
FCA	1.66	1.23	1.80
Rendimiento (ton/ha/año)	21	34	34
Alimento (% P.B.)	21	34	34
Mortalidad (%)	7.7	n/a	30
Intercambio de agua	Bajo	Medio	Alto
Aireación	No	Medio	Alto
Fertilización	Si	No	No

Fuente: Negret, 1993

Las densidades de siembras utilizadas en Colapia son 11 eje./m², 33 eje/m², 15 eje/m² y 7,5 - 8 eje/m² para las diferentes etapa, mientras que los alimentos contienen entre 48% y 28 - 32% de proteína bruta, según sea el estadio de crecimiento. Cada estanque de engorda produce unas 40 ton por ciclo y realizan 4 ciclo al año (Vázquez, 1996).

En cuanto al cultivo en jaulas entre las especies más cultivadas está el *Oreochromis niloticus*, el cual puede ofrecer en 6 meses una producción promedio de 37,6 kg/m³ a densidades de 135, 147, 291, y 300 peces m³, con pesos promedio finales de 262, 299 y 172 g. en 163, 182, 350 y 182 días de cultivo respectivamente, suministrando alimento concentrado al 3% de la biomasa total (Mercado y Gómez, 1983 citado por Dorado Longas 1993).

Reversión sexual

La hormona utilizada para producir machos (100%) en larvas de tilapia es la alfa-metil-testosterona en una proporción que varía según la metodología e infraestructura a utilizar. La reversión puede realizarse en estanques de tierra o de cemento, o canaletas.

La hormona se disuelve en etanol al 95% y se mezcla con un concentrado pulverizado de alto valor proteico (45%), en una proporción de 100 ml de solución para 100g de alimento; la mezcla se seca en horno a 60°C (Torres, 1993).

Preparación de estanques

La fertilización se realiza con abono orgánico en diferentes proporciones (Tabla 7) mientras que el encalado se realiza cuando la alcalinidad del agua es inferior a 20 ppm, en este caso se aplica cal (Ca CO₃) en una proporción de 2 000 a 3 000 kg/ha; esto se realiza anualmente con el estanque semi-húmedo, dejándose secar durante 3 a 4 días para llenarlo posteriormente con agua (Torres, 1993).

Tabla 7. Fertilización utilizada en la preparación de los estanques en Colombia.

Tipo de fertilizante	Dosis suministrada (g/m²/semana)
Residual porcino	60
Gallinaza	17
Vacaza	70
NPK 10:30:10	1.5 – 2.25
NPK 11:53:00	1.3
NPK 18:46:00	1.5
Urea	1.5 – 2.0
Superfosfato	1.25 – 1.5

Fuente: Torres, 1993

ALIMENTOS Y ALIMENTACION

Las tablas de alimentación que se aplican se basan en el peso corporal del pez, variando según la temperatura, pero ninguno de ellos ha sido diseñado para los productos colombianos, los cuales comparados con otros de origen europeo o estadounidense tienen deficiencias energéticas hasta del orden del 20%

Los alimentos elaborados en Colombia utilizan como materia prima fundamentalmente la harina de pescado, la cual es importada en un 90 % del Perú y el Ecuador. Otras fuentes de proteína animal utilizadas son las harinas de carne, hueso y sangre.

Las fuentes vegetales más empleadas son las harinas de trigo, maíz, arroz, sorgo, las tortas de soya y algodón y algunos subproductos industriales, como el gluten de maíz y el salvado de trigo. Además se utilizan otras materias primas de mejor calidad, como la harina de krill y calamar, las cuales se importan (Negret, 1993)

La relación de los principales fabricantes de alimentos, así como las características de éstos, aparecen en la Tabla 8.

Tabla 8. Principales alimentos para tilapia en Colombia. Características generales.

Fábrica	Tipo de alimento	Tamaño de partícula	Proteína Bruta (%)
Purina Colombiana S.A	Granulado sumergible	5/32"	20;24 y 25
	Extruído flotante	migajas: 3 y 5 mm	24;32;34 y 40
Solla S.A.	Granulado sumergible	5/32"	25
Fines S.A.	Granulado sumergible	5/32"	23;27 y 32
Itacol S.A.	Granulado sumergible	5/32"	24 y 28
Raza S.A.	Granulado sumergible	5/32"	25

Fuente: Negret, 1993

El nivel de participación de tales fabricantes y sus volúmenes de producción anual se dan a continuación:

Empresa	Participación (%)	Producción (t/año)
Purina Colombiana S.A	58	19 000
Raza S.A	14	4 500
Solla S.A.	8	2 600
Finca S.A.	6	1 900
Otros	14	4 500

PROBLEMAS Y RECOMENDACIONES

Deficiencias en la adquisición de materias primas nacionales o importadas, de buena calidad y en las cantidades requeridas.

La tecnología existente para la fabricación de alimentos es inadecuada, ya que presenta problemas para la producción de alimento extruído y en la pulverización y mezclado, lo cual limita la incorporación de grasas, lo que trae como consecuencia dietas de baja calidad en cuanto la estabilidad y digestibilidad, así como una alta producción de finos.

- No existe un control de calidad riguroso en las dietas comercializadas.
- No existen diferencias en las fórmulas comerciales, en cuanto a los diferentes estadios cultivados (larvas, post-larvas, alevines y engorda).
- Los alimentos fabricados no son competitivos en el mercado internacional por sus altos costos de producción.
- En los cultivos comerciales se obtienen elevados factores de conversión del alimento (1,8 a 2,0), lo que está muy por encima de la media internacional.

Ante esta dificultades se recomienda:

- Crear un Centro de Investigaciones de la Acuicultura que entre sus objetivos se incluya la solución de los problemas antes mencionados.

- Utilizar los desperdicios de la pesca marina y continental como ingredientes de alto valor nutricional, para fabricar dietas alternativas no convencionales de uso potencial en la acuicultura.

COSTA RICA.

GENERALIDADES

El cultivo de la tilapia se inició en Costa Rica en 1963 con la introducción de *Oreochromis mossambicus* y *Sarotherodon melanopleura*, traídas desde El Salvador por el Ministerio de la Agricultura y Ganadería (MAG). Los primeros esfuerzos organizados en la actividad los efectuó el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en 1965 y en 1966 el Comité de Diversificación Agrícola de Turrialba, que importó las tilapias *mossambica* y *aurea* nuevamente de El Salvador y brindó asistencia técnica organizada a pequeños productores de la zona, fortaleciéndose este esfuerzo en 1974 mediante la creación del Departamento de Acuicultura dentro de la Dirección General de Recursos Pesqueros y de Vida Silvestre del MAG (Durán, 1995).

En este periodo se introdujeron nuevas especies de tilapias incluyendo *Oreochromis hornorum*, *O. niloticus* y *O. aureus*, tilapia roja y tilapia dorada de Taiwan, México, Panamá y Cuba.

En 1977 se construyó la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, perteneciente al MAG en la provincia de Guanacaste. En este mismo año se inició la construcción de dos estaciones en la provincia de Limón, mediante un convenio con la Asociación Bananera Nacional (CORBANA), que trabajaron en la investigación y producción de diferentes tipos de híbridos de tilapia.

En la misma provincia se construyó la estación los Diamantes en 1979, la cual se utilizó para investigaciones del cultivo intensivo de tilapia, mejoramiento genético y producción de tilapia roja. En ese mismo año, la Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA), con la asesoría del Dpto. de Acuicultura desarrolló un proyecto que generó tecnología para el cultivo intensivo de diferentes híbridos de tilapia en jaulas flotantes en las lagunas litorales del Atlántico. En 1981 se construyó una pequeña estación acuícola en Cuestillas de San Carlos, que ha servido como centro demostrativo y de producción de alevines de tilapia para toda la zona.

En 1986 inicia sus operaciones, en el ámbito de gran empresa, la Compañía Aquacorporación S.A., localizada en Cañas, Guanacaste.

Al año siguiente, con la ayuda técnica y económica de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), se estableció en el embalse Arenal un proyecto con una duración de tres años, en donde se generó la tecnología de cultivo intensivo de tilapia en jaulas flotantes. Al finalizar, el Dpto. Acuicultura en un convenio con el Centro de Investigación de Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), estableció un programa de entrenamiento a futuros acuicultores residentes en la zona, transfiriéndose así la tecnología.

En 1994 se creó el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INFOPESCA) para coordinar el sector acuícola, promoviendo y ordenando la acuicultura e investigación, fomentar la conservación y el uso sostenible de los recursos biológicos y normar el aprovechamiento racional de los productos acuícolas.

ESTADO ACTUAL

En la actualidad se dedican a cultivo de tilapia 76.6 ha de agua, sin tener en cuenta las estaciones experimentales del INFOPECA y de otras instituciones que alcanzan a 16 ha. Unas 100 personas propietarias de proyectos se dedican a este cultivo y producen alrededor de 3 000 ton/año. En general, las especies más cultivadas son: *O. niloticus*, *O. aureus* y tilapia roja.

Más del 40% tienen estanques pequeños para cultivos de subsistencia o fines deportivos. Un 30% se dedica al cultivo semiintensivo con fines comerciales y un 10% cultiva intensivamente.

La compañía Aquacorporación S.A produce en estanques de aguas rápidas 3 000 ton/año de *O. niloticus* que se procesa en filetes para exportar.

FORMAS DE PRODUCCION

Cultivo extensivo. Utiliza una densidad de siembra de 0.5 – 1 pez/m² y tiene un rendimiento de 1.8 – 2.0 ton/ha/año.

Cultivo semiintensivo. Siembra de 1 a 4 peces/m² y el rendimiento promedio es de 2 a 4 ton/ha/año.

Cultivo intensivo. Siembra de 5 a 50 peces/m² y el rendimiento promedio es entre 4 y 25 ton/ha/año.

Cultivo superintensivo. Siembra superior a 50 peces/m² y el rendimiento promedio es mayor de 25 ton/ha/año.

Las cosechas para el mercado nacional se realizan cuando se alcanzan entre los 500 y 600 gramos con una duración de cultivo de 8 meses. Para la exportación de filetes, los peces tienen que tener un peso de 900 gramos y el periodo de cultivo dura 14 meses.

REVERSION SEXUAL Y ALEVINAJE.

En Costa Rica existen 6 estaciones de alevinaje (5 estatales y una privada) con una capacidad de producción instalada de más de 20 millones de alevines al año. Actualmente se producen alrededor de 12 millones/año, todos revertidos sexualmente mediante la técnica de alfa-metil testosterona.

PREPARACION DE ESTANQUES.

Para la etapa de desarrollo de 1 a 70 gr es la siguiente:

Se desinfecta el estanque con 800 kg/ha de cal viva durante 3 días y después se llena hasta unos 30 a 50 cm de altura; después se agregan 400 kg/ha de fertilizante orgánico (gallinaza) y se deja “madurar” durante 4 días, al cabo de los cuales se llena totalmente y se siembran los alevines.

En las etapas de engorde, se desinfectan durante 3 días utilizando la misma cantidad de cal viva, se llena totalmente y se siembran los peces.

ALIMENTO Y ALIMENTACION

El alimento más utilizado es el extruído comercial con 30% de proteína, aunque también se utiliza el granulado con 28% de proteína, los peces se alimentan 4 veces al día con una ración que depende del peso corporal de los peces:

Intervalo de peso (g)	Ración de alimento (%)
5 - 10	6.3
10 - 20	5.3
20 - 50	4.6
70 - 100	3.3
100 - 150	2.8
150 - 200	2.2
200 - 300	1.7
300 -900	1.3

Existen 2 grandes empresas nacionales que producen estos alimentos, capaces de cubrir la demanda actual y futura.

CUBA

GENERALIDADES.

A partir de la década de los 60's comienza en Cuba un desarrollo acelerado de la Agricultura y la ganadería, con vista a incrementar el nivel de alimentación de la población. Para estas actividades el país contaba en 1959 con un total de 13 embalses, con una cantidad aproximada de 48 millones de m³ de agua. Como resultado de las construcciones hidráulicas, el volumen de agua embalsada creció en 1982 a 5 732.5 millones de m³ de agua lo que posibilitó el análisis de utilizar estos embalses para la pesca comercial; esto motivó unos estudios de las especies autóctonas e introducidas hasta la fecha, llegando a la conclusión de que ninguna de ellas tenía el poder reproductor y la tasa de crecimiento necesario para soportar pesquerías comerciales, por lo que se comenzó la introducción de especies que permitieran una futura explotación pesquera a gran escala (Díaz *et. al*, 1989).

En la década de los 60's se creó el Centro de Repoblación Fluvial, perteneciente al Ministerio de la Industria Pesquera (MIP), cuya finalidad fue aclimatar y reproducir diferentes especies para repoblar los cuerpos de agua existentes. En la siguiente década se realizó un proceso intenso de formación y especialización en esta actividad de técnicos de nivel medio y superior, que se encargarían de acometer los trabajos relacionados con la selección de los embalses susceptibles de ser explotados; paralelamente se crearon las primeras empresas acuícolas provinciales. Para finales de esta década, se concluye la primera estación piscícola del país y se adelantan otras dos.

En 1980 se creó la Empresa Nacional de Acuicultura (ENACUI) agrupándose en ella las empresas ya existentes y las nuevas unidades creadas dedicadas tanto a la organización y ejecución de la producción acuícola, como a su investigación y desarrollo; en este último aspecto trabajaron los

Centros de Investigación de Occidente, Centro y Oriente, los que desarrollaron tareas de investigaciones sobre pesquerías y biología de especies en cultivo, piscicultura, Limnología, nutrición e ictiopatología, alcanzándose importantes resultados en todos los temas. En la nutrición y alimentación de especies, el período 1980 -1990 representó una etapa fundamental en las investigaciones básicas, particularmente para la especie tilapia (*Oreochromis aureus* y algunos híbridos), al realizarse estudios sobre requerimientos de proteína bruta, relación proteína - carbohidratos y grasas, formulación de dietas comerciales, técnicas de alimentación y utilización de ingredientes alternativos no convencionales, todo esto para diferentes estadios de crecimientos.

A partir de entonces se produjo una fuerte inversión dirigida a la construcción de 26 estaciones de alevinaje y a los centros de recepción y procesamiento de pescado en los diferentes embalses, así como la construcción y montaje de varias plantas de hielo.

En el período 1991 - 1994 se produce una estrecha coordinación del MIP con otros organismos nacionales, con el propósito de incorporarlos a la explotación pesquera de todos los reservorios de agua del país. A su vez, se produce un extensionismo de la acuicultura a la población, fomentándose el desarrollo de la acuicultura popular y comunitaria.

A finales de 1995 dejó de existir la ENACUI, pasando el control y asesoría metodológica de la actividad acuícola a la Dirección de Acuicultura del MIP, creada para tal efecto, mientras que la investigación pasó al Centro de Preparación Acuícola Mampostón (CEPAM).

Durante todos estos años, el cultivo de tilapia constituyó el principal rubro acuícola en Cuba, realizándose de forma extensiva en embalses mediante la repoblación periódica con alevines obtenidos en las estaciones de alevinaje.

En cuanto a la introducción de la tilapia en el país, ésta se realizó por primera vez en 1960, cuando se trajo la especie *Oreochromis aureus* desde México. y también de ese país se introdujo la *Oreochromis mossambicus* en 1968, de la cual se hizo una reintroducción en 1983. En el año de 1968 se trajo la *Tilapia rendalli*. También de México se trajo la *Tilapia homorum* en 1976 y 1983, mientras que en 1982 se introdujo la *Oreochromis niloticus* desde el Perú. Por último, en 1983 se importó el híbrido rojo de *Oreochromis mossambicus* desde México.

ESTADO ACTUAL.

Los últimos años ratificaron el criterio de que la acuicultura de agua dulce es la única vía posible para incrementar los niveles de consumo de pescado de la población cubana por lo que se ha trabajado en la elaboración de un programa de desarrollo que incluye la utilización adecuada de todos los sistemas de cultivo conocidos (extensivos, semiintensivos, intensivos y superintensivos) para los peces de agua dulce, bajo un ordenamiento y un marco legal adecuado considerando, el impacto ambiental que representa, así como la participación de otros sectores en ella.

Las premisas básicas de este programa son:

- Introducción de sistemas productivos de mayor intensidad, fundamentalmente como vías de obtención de moneda libremente convertible.

- Optimización de los cultivos extensivos y desarrollo del semiintensivo, haciendo hincapié fundamentalmente en el policultivo con ciprinidos para poder utilizar completamente el alimento natural del estanque y el empleo de dietas suplementarias, integradas a los territorios estableciendo los mecanismos institucionales que vinculen los sectores pertinentes.
- Centralizar los esfuerzos en el control y mejoramiento de la eficiencia de los laboratorios de semillas para que sean capaces de satisfacer las necesidades previstas.
- Extender la capacitación para garantizar la formación del personal utilizando las capacidades instaladas de capacitación pesquera y la asesoría del personal calificado con que se cuenta.
- Dirigir las investigaciones hacia los programas de tecnologías avanzadas que coadyuven al desarrollo planteado.
- Buscar la eficiencia económica para cada forma de cultivo que se realice.
- Desarrollo de los cultivos marinos.

A partir de 1996, la producción acuícola, exceptuando el cultivo de camarón, se lleva a cabo por las Unidades Básicas Económicas Independientes (UBE), pertenecientes a las Asociaciones Pesqueras provinciales.

Para el año 2 000 se prevé que la producción de la Acuicultura sea más de 100 000 ton.

FORMAS DE PRODUCCION.

Como se indicó anteriormente, hasta 1995 se había desarrollado en el país el método de cultivo extensivo fundamentalmente, dirigido a la tilapia; también se había producido el despegue del cultivo semiintensivo, utilizando las técnicas de policultivo de ciprinidos y tilapias en micropresas y el empleo de fertilizantes orgánicos. Esto trajo como consecuencia un aumento progresivo en la producción de alevines en las estaciones piscícolas (Tabla 9), para responder a la necesidad de repoblar los embalses y la siembra de micropresas.

Ya en 1996 se impulsa la construcción de granjas acuícolas dedicadas al cultivo semiintensivo en estanques, utilizando policultivo con ciprinidos (fundamentalmente) y tilapia, empleando para ello fertilización (orgánica e inorgánica) y dieta suplementaria. Además se pone en marcha en el país los primeros módulos experimentales de cultivo superintensivo para tilapia principalmente.

CULTIVO EXTENSIVO.

En este tipo de cultivo se distinguen dos grupos de embalses, atendiendo a su magnitud:

- Grandes Embalses de Cultivo Extensivo.

Son embalses de más de 2000 ha de superficie media anual, con un manejo ambiental nulo, densidades de siembra de hasta 2000 alevines por hectárea con Tilapia como especie principal. La especie principal de las capturas es la Tilapia aunque están presentes generalmente las Carpas Chinas con un predominio general de la Carpa Común sobre otras. Fueron identificados en este grupo 5 embalses, entre ellos Zaza, Alacranes y Porvenir. No se encontraron en la región Occidental. El método principal de pesca es con redes agalleras utilizadas de forma pasiva o semiactiva.

Tabla 9. Producción nacional: Captura y alevinaje de las principales especies comerciales en Cuba de 1970 – 1996.

Año	Alevinaje (millones)			Captura (toneladas)		
	C. chinas	Tilapia	TOTAL	C. chinas	Tilapia	TOTAL
1970 -1979 (x anual)						1 356
1980 -1983 (x anual)	0.6	5.8	6.4	254*	12 475*	12 729*
1984	9.0	9.8	12.8	335	13 900	14 200
1985	3.6	10.1	13.1	500	14 700	15 100
1986	3.9	14.5	18.4	415	14 000	15 600
1987	8.9	17.5	26.4	761	14 500	16 800
1988	13.5	19.5	33.1	1 273	13 200	14 800
1989	12.7	21.1	34.0	1 859	15 700	18 000
1990	18.6	29.1	47.5	2 873	18 400	21 800
1991	42.0	168.4	210.1	3 436	16 200	20 010
1992	73.0	242.6	308.7	3 665	16 900	23 800**
1993	75.0	164.7	239.9	5 481	11 600	21 400**
1994	79.4	183.0	262.4	4 805	14 418	24 900**
1995	90.8	127.1	218.0	10 249	10 026	29 100**
1996	43.6	105.2	148.8	15 841	12 090	45 044**

* Cifra aproximada

** Diferencia por otras especies y producción de otras Instituciones.

- Embalses Medianos de Cultivo Extensivo.

Son embalses de más de 100 y menos de 2000 ha de superficie media anual, con poco o ningún manejo ambiental y densidades de siembra similares al grupo anterior. Al igual que los anteriores la especie principal en las capturas es la Tilapia aunque presenta en mayor o menor grado el grupo de Carpas Chinas sin predominio de ninguna especie entre ellas. Este grupo es el más numeroso con 38 embalses distribuidos por todo el país, entre ellos se encuentran Minerva, Nipe y Najasa. El método principal de pesca es con redes agalleras utilizadas de forma similar al anterior grupo.

En ambos casos se obtiene un rendimiento de 200 kg/ha/año. La producción de tilapia no está muy relacionada con la intensidad de la población, ya que al principio sólo se sembraron los embalses a un nivel bajo de densidad en 1973 - 1974, no llegando en ningún caso a 100 individuos por hectárea. Estas repoblaciones iniciales no fueron sistemáticas por varios años. La explotación comenzó oficialmente en 1977, pero el máximo de intensidad de explotación, cuando se incorporó a la pesquería la casi totalidad de los embalses es en 1980 - 1982. Es en este último año que se alcanza por primera vez la producción de 10 000 ton (Tabla 9), a ocho años de la primera repoblación (Fonticiella, *et. al*, 1995). Según estos autores, en el cultivo extensivo, en el que la especie principal es la tilapia, la influencia de las repoblaciones es mucho menor que en el cultivo semiintensivo, en el que las especies predominantes pertenecen al grupo de las Carpas Chinas, ya que por sus características biológicas, la tilapia se reproduce libremente en los embalses. Por esta razón, recomiendan no emplear la repoblación de tilapia como forma de manejo de sus pesquerías, sino mediante una administración pesquera eficiente, lo cual aumenta la eficiencia económica al no incurrirse en gastos innecesarios.

Cultivo semintensivo en embalses.

1. Embalses medianos.

Los embalses medianos llegan a 6 en el país y tienen más de 100 y menos de 2 000 ha de superficie. El manejo ambiental del embalse es por medio de residuales agropecuarios principalmente, a través del escurrimiento, provocado por las lluvias, de las fertilizaciones empleadas en los cultivos agrícolas, o de forma dirigida. Las densidades de siembra oscilan entre 5 000 y 6 000 alevines/hectárea con las Carpas Chinas como especies principales, con casi 70% de Carpa Plateada y Cabezona y con poca o ninguna tilapia, lo que se refleja de la misma forma en las capturas. El método principal de pesca es con redes agalleras de forma semiactiva y el uso del chinchorro playero, obteniéndose excepcionalmente un rendimiento pesquero de 500 - 600 kg/ha/año.

La talla de cosecha obtenida es de 1 a 2 kg para las carpas, luego de un período de 9 a 10 meses de cultivo que se inicia en abril y mayo (Fonticiella, *et. al*, 1995).

Este cultivo se intensificó a partir de 1988, pero en la actualidad no se practica por haber disminuido, drásticamente los niveles tradicionales de fertilización agrícola, lo que implica la eliminación de la principal fuente de fertilización de esta piscicultura.

2. Embalses pequeños.

Estos estanques tienen menos de 100 ha de superficie y están extendidos por todo el país. Su manejo ambiental es con fertilización dirigida sobre la base de residuales agroindustriales y fertilizantes nitrogenofosforados. La densidad de siembra utilizada es la misma del cultivo anterior, pero sin incluir tilapia; en este caso también se emplean como especies principales las Carpas Plateadas y Cabezona, mientras que la proporción de amura está en dependencia del grado de población vegetal del embalse. En cuanto a la pesca, el método principal empleado es por chinchorro con vaciado periódico del embalse, lo que ocurre en el mes de abril, cuando éste alcanza su volumen mínimo dado su régimen hídrico anual, caracterizado por dos estaciones, la de lluvia de mayo a octubre y la de seca de noviembre a abril. Los rendimientos pesqueros alcanzados como promedio son de 1.5 a 5 ton/ha/año y las tallas de cosecha son iguales al sistema anterior (Fonticiella, *et. al*, 1995).

Actualmente esta forma de cultivo ha variado, como consecuencia de la poca disponibilidad de fertilizantes inorgánicos y la baja calidad de los de origen orgánico, de tal forma que el cultivo semiintensivo en embalses se realiza bajo las condiciones siguientes:

Embalses de hasta 40 ha de superficie y 4 a 5 m de profundidad media.

Siembra con 5 000 alevines de Carpa China (55% de Carpa Plateada, 3% de Carpa Cabezona, 5% de Amura y 5% Carpa Común) y 500 de tilapia, en todos los casos con 10 g de peso inicial.

Fertilización mensual con 40 kg de urea y 40 kg de superfosfato de potasio por hectárea, así como con 1 a 2 ton/ha de fertilizante orgánico, fundamentalmente residual porcino, aunque también se emplea vacaza y composta obtenida de residuales de la industria azucarera.

-Rendimiento de 1.2 a 1.4 ton/ha con talla de cosecha de 1 kg para las Carpas Chinas y 120 130 g para las tilapias.

El tiempo de cultivo y los métodos de pesca son los mismos, aunque también se realizan pescas parciales de tilapia con redes agalleras.

CULTIVO EN ESTANQUES

.I. *Semintensivo.*

Policultivo.

El tiempo de cultivo es de 12 meses en total 3 meses para alevinaje y 9 meses de engorde.

Especie	Policultivo %	Siembra Total de peces	Superv. %	Cosecha Total de peces	Peso (g) cosecha	Biomasa
T. blanca	55	8250	70	5775	1200	6930
T. manch.	20	3000	70	2100	1200	2520
C. común	8	1200	70	840	800	672
A. blanca	4	600	70	420	1000	420
Tilapia	13	1950	70	1365	300	410
Total	100	15000	70	10500		10952

Duración del cultivo: Alevinaje 3 meses. Engorda 9 meses.

Peso de siembra de los alevines: 30 g.

Productividad en el período: 11 ton/ha

Fertilizante: Inorgánico. Urea - Superfosfato. Dosis inicial: 50 kg/ha, seguido de 25 kg/ha/semana.

Orgánico. 1000/kg/ha/semana. Se utiliza gallinaza, excreta de cerdo o vacaza.

Compost. Capa de hierba de 20 cm.

Capa de estiércol de 40 cm.

Una parte de miel final (caña) en 10 litros de agua. Repetir capas anteriores.

Utilizar a los 10 - 20 días según temperatura.

También se utilizan otras variantes de fertilización, que consisten en: Mezcla de miel final con excretas de cerdos, 1000 l/ha/días alternos.

450 - 500 kg de hierba marchita/ha, colocadas en las esquinas de los estanques.

Alimento adicional:

Hierba fresca: Se ajusta de acuerdo al consumo, generalmente se añade 25 ton/ha/9 meses, entre las hierbas más empleadas está el King grass.

Alimento granulado: Para Tilapia y Carpa 3 ton/ha/9meses.

Cosechas: A partir del octavo mes de engorde, en aquellos lugares no electrificados.

Aereadores: Se utilizan a partir de una biomasa de 7 ton/ha o cuando las condiciones hidroquímicas del estanque lo necesitan.

Cultivo integrado con otras actividades agropecuarias.

Existen diferentes niveles y tipos de integración, pero en Cuba la forma más extendida es la que asocia la piscicultura con el cultivo de animales terrestres como aves, cerdos, vacas, etc.

Piscicultura integrada con pollos.

Se utilizan de 500 a 1000 aves por hectárea de espejo de agua dedicada al cultivo de peces; son gallinas ponedoras se puede disminuir el número de aves a integrar en el cultivo.

Piscicultura integrada con patos.

Este es uno de los cultivos semintensivos integrados que más se está utilizando en el país, por su fácil tecnología y resultados económicos.

Se utilizan de 350 a 500 patos por hectárea de agua sometida a cultivo. El ciclo de engorda de los patos dura alrededor de 63 días para alcanzar un peso de cosecha de 2 kg; durante este tiempo, las aves consumen 6 kg de alimento, además de la vegetación que pueda ofertárseles. Este sistema permite realizar hasta 5 ciclos al año, pues los patos se llevan al estanque con 18 ó 20 días de nacidos.

Piscicultura integrada con cerdos.

En ocasiones se crían en los taludes de los estanques o en naves cercanas al estanque y sus desechos se sitúan en lagunas de oxidación, que posteriormente se distribuyen en los estanques. Generalmente se emplean de 10 a 20 cerdos, crías y pre-engordas por hectárea de estanques.

Los datos del cultivo integrado fueron tomados de González (manuscrito).

II. Intensivo.

Monosexo.

Tiene 3 etapas, a partir del pre-engorde, con una duración de 90 días cada una:

Alevinaje: Sembrar 570 000 larvas de 0.5 g, las cuales ya han sido revertidas sexualmente, hasta que alcancen 10 g de peso en 60 días con 75% de supervivencia.

Pre-engorde I: Sembrar alevines revertidos de 10 g de peso en un total de 3 hectáreas, a densidad de 140 000 ej/ha, para alcanzar 100 g de peso en 90 días, obteniéndose una supervivencia de 80% y un rendimiento de 11.2 ton/ha/ciclo

Pre-engorde II: Sembrar ejemplares de 100 g en 3 hectáreas, a densidad de 110 000 ej/ha para alcanzar 250 g de peso en 90 días, se obtiene una supervivencia de 85% y un rendimiento de 23.4 ton/ha/ciclo.

Engorde: Sembrar 70 000 ej/ha, en un área de 4 hectáreas, con un peso inicial de 250 g hasta alcanzar 450 g de peso en 90 días, la supervivencia final es de 90% y el rendimiento de 28.4 ton/ha/ciclo.

Al final se obtiene una producción de 113.6 ton/ciclo y una producción total anual de 458 toneladas, para un rendimiento del sistema de 41 ton/ha.

Policultivo escalonado con alto rendimiento.

Se realiza en dos etapas:

Primera. Dura 4 meses y los peces se siembran con 10 g de peso Se emplean 3.346 ton de alimento para amura blanca, carpa y tilapia, obteniéndose una supervivencia de 80%.

Especie	%	Peces iniciales	Peces Finales	Peso (g) promedio	Biomasa (Kg)
T. blanca	50	18750	15938	300	4781
T. manchada	10	3750	3188	400	1275
A. blanca	10	3750	3188	300	956
Carpa	15	5625	4781	100	478
Tilapia	15	5625	4781	50	239
Total	15	37500	31876		7729

Segunda. Dura 6 meses y se realiza en 2 hectáreas por hectárea empleada en la primera etapa. Se emplean 6.094 ton. de alimento para amura blanca, carpa y tilapia y se obtiene una supervivencia del 90%.

Resultados de la segunda etapa por hectárea sembrada.

Especie	%	Peces Iniciales	Peces Finales	Peso prom. (g)	Biomasa (Kg)
T. blanca	50	7969	7173	800	5738
T. manchada	10	1594	14341	1000	1434
A. blanca	10	1594	1434	1000	1434
Carpa	15	2390	2151	500	1075
Tilapia	15	2390	2151	250	538
Total	100	15937	14343		10219

Policultivo intensivo escalonado.

Tiene 3 etapas: Alevinaje, pre-engorde y engorde.

El alevinaje se realiza en la propia granja de engorda.

Pre-engorde. Se siembran 80 000 alevines de 50 g/ha, pudiendo llegar a tener un máximo en la proporción de especies de 50% de ciprinidos más 50% de tilapia; el cultivo dura 4 meses y se obtiene una supervivencia del 85%.

Engorde. Se siembran 30 000 alevines por hectárea, los ciprinidos con 300 g y las tilapias entre 70 y 100 g; esta etapa dura 4 meses y tiene una supervivencia del 90%. Se debe obtener un rendimiento entre 20 y 21 toneladas por hectárea de engorde por ciclo, que al año reportarían 60 toneladas por estanque y 40 toneladas por hectárea por año.

El peso final promedio es de 840 g para los ciprinidos y 250 g para tilapia, si se siembran 25 ciprinidos por cada tilapia.

En los policultivos escalonados se emplea el mismo tipo de fertilización que en el cultivo semiintensivo.

Cultivo superintensivo.

Reversión sexual y alevinaje.

La reversión sexual se realiza en larvas recién eclosionadas, a las que se le aplica la hormona alfa-metil-testosterona durante 30 días, a través de una dieta de iniciación con 50% de proteína.

En cuanto al alevinaje, éste se realiza en dos etapas: pre-cría y crecimiento.

Pre- cría. Consta de 5 pasos:

- 1- Preparación de estanques.
- 2- Siembra de larvas (1.5 millones/ha)
- 3- 20 días de cultivo con 85% de supervivencia.
- 4- Muestras cada 10 días (gravimétrico)
- 5- La alimentación depende de los resultados del muestreo.
- 6- Pesca.

Preparación de estanques.

- Chapea de fondo y talud.
- Remoción del suelo.
- Encalado aplicando una ton de cal por ha.
- Fertilización orgánica. (Excretas de cerdo, aves o vacuno)
- Fertilización inorgánica.(Urea y superfosfato)
- Llenado medio del estanque.
- Dipterex 0.5 g/m³ o petróleo + aceite quemado. Relación 4:1 a razón de 10 litros/ha.
- Llenado completo del estanque.
- Dos días después se siembran los peces.

- *ALIMENTO Y ALIMENTACION.*

Hasta 1995, la alimentación artificial en el cultivo de la tilapia sólo se empleaba para la fase de crecimiento o alevinaje, ya que la piscicultura practicada era del tipo extensivo. En los primeros años se utilizó una fórmula que contenía 41.35% de proteína bruta, la cual se suministraba 2 veces al día al 6% de la biomasa total de los peces en el estanque (Díaz *et. al*, 1989), pero a partir de 1984 se sustituyó por otra más eficiente y económica (Tabla 10), como resultado de los trabajos de investigación sobre requerimientos de nutrientes y dietas comerciales realizados por el grupo de nutrición creado en 1981 en el Centro de Investigaciones Acuícolas de Oriente. La nueva fórmula se fabricó industrialmente en forma de granulado en la planta de alimentos de Cienfuegos, perteneciente al Ministerio de la Agricultura (MINAGRI). En 1984 se creó el grupo de nutrición en el Centro de Investigaciones de Occidente, que continuó con los trabajos de la tilapia iniciados en el Oriente. Entre sus logros aplicados se incluye el diseño de una dieta mucho más económica, al no contener harina de carne (Tabla 10), pero que mantenía su calidad en cuanto al nivel proteico y contenido de harina de origen animal. Esta dieta comenzó a emplearse en 1987 y se fabricó en

granulado y migajas, para utilizarla de acuerdo a la talla de los peces; con ella se obtenía un Factor de Conversión del Alimento de 2 y una ganancia en peso de 10 g, durante 45 días de cultivo, con una densidad de siembra de 600 000 ej/ha.

Ya al inicio de la década de los 90's y como consecuencia de la crisis económica que vive el país desde entonces, esta dieta fue sustituida por otra de más bajo precio (Tabla 10), que no contenían proteína animal, sino que la fuente principal de tal nutriente lo era la harina de soya.

Tabla 10. Dietas empleadas en Cuba, para la alimentación de Tilapia.

INGREDIENTES	Alevinaie				Engorda
	I	II	III	IV	V
Harina de Pescado	30	20	-	-	20
Harina de Soya	10	15	50	44	10
Harina de Girasol	15	15	-	6	15
Harina de Carne	17	-	-	-	15
Salvado de Trigo	20	42	42	42	32
Premezcla de Vit. y Min.	1	1	1	1	1
Carbonato de calcio	2	2	2	2	2
Bentonita	5	5	5	5	5
Proteína Bruta (%)	39	31.6	27.5	28.3	32.6

Fuente: Toledo y García, 1996

En la actualidad, y gracias a los niveles de recuperación financiera, se están empleando nuevamente dietas que contienen harina de pescado, excepto las que se utilizan en la engorda intensiva en estanques. Estas últimas además, se suministran en forma de harinas mezcladas, trayendo como consecuencia un Factor de Conversión del Alimento sobre 6.

En 1997 se prevé fabricar 2 520 toneladas de alimento granulado para alevines, en una planta especializada perteneciente al MIP, que radica en Santa Cruz del Sur en la provincia de Camagüey, mientras que las fórmulas para reproductores, 2 988 toneladas de alimento granulado, se producirán en la planta de Cienfuegos (MINAGRI). Tanto en las fórmulas para reproductores como las del alevinaje (Tabla 11) se utilizarán como ingredientes las harinas de pescado, soya, girasol, trigo entero molido, salvado de trigo, aceite vegetal y premezcla de vitaminas y minerales para camarones. En cuanto a las harinas pre-mezcladas para la engorda (Tabla 11) contienen harina de soya, de girasol, salvado de trigo y premezcla de vitaminas y minerales para camarones y de ellas se fabricarán 25 376 toneladas en las plantas de Pinar del Río, Ciudad de la Habana, Cienfuegos, Sancti Spiritus, Holguín, Camagüey, Santiago de Cuba y Bayamo. Todas estas producciones totalizan 30 884 toneladas de alimento para el cultivo de la tilapia.

Tabla 11. Dietas actuales empleadas en el cultivo de Tilapia en Cuba.

INGREDIENTES	Alevines	Reprod.	Engrorda	Engrorda
Harina de Pescado	20	20	20	20
Harina de Soya	15	15	20	15
Harina de Girasol	10	10	10	18
Salvado de Trigo	44	41	39	44
Aceite Vegetal	3	3	3	-
Premezcla de Vit. y Min.	1	1	1	1
Fosfato dicálcico	2	2	2	2
Bentonita	5	5	5	5
Proteína Bruta (%)	39	31.6	27.5	28.3

Fuente: Dirección de Acuicultura, MIP.

Investigaciones de nutrición y alimentación de tilapia.

Con la creación del grupo de investigaciones de nutrición en 1980, se fijaron las líneas fundamentales de trabajo en este sentido, correspondientes a los siguientes objetivos:

- Determinación de requerimientos nutricionales.
- Empleo de ingredientes convencionales y alternativos no convencionales.
- Formulación de dietas comerciales.
- Técnicas de alimentación.

Las investigaciones se han llevado a cabo con varias especies cultivadas en el país, como son: carpa común, bagre del canal, tilapia aurea y sus híbridos, con las cuales se ha experimentado en diferentes tallas (Tabla 12), pero la mayor parte de los trabajos se han realizado con alevines de tilapia, pues a éstos correspondían el grueso del cultivo con alimento balanceado en Cuba hasta 1995. También se realizaron investigaciones en la alimentación de estas especies de peces con varias formas de alimento vivo, como son: las microalgas, nemátodos de vida libre y cladóceras.

Problemas y recomendaciones.

- En la actualidad, no existe una planta especializada que garantice todo el alimento con la calidad requerida (forma de presentación, tamaño de grano, cantidad de finos, sin control de calidad en la composición nutricional del producto final) que la acuicultura demanda.
- Inestabilidad en la adquisición de las materias primas importadas por los actuales problemas económicos, lo que motiva la constante reformulación de los alimentos balanceados para los diferentes estadios.
- Problemas en la transportación del alimento terminado, motivado por la lejanía de las plantas productoras de alimento y las dificultades actuales del transporte automotor.

Tabla 12. Principales estudios realizados en Cuba en nutrición y alimentación de tilapia.

Especie y estadio	Estudio realizado	Resultados
Oreochromis aureus. Alevines	Determinación de requerimientos nutricionales:	
	Proteína Bruta (Caseína)	Se requiere 30% (1)
	Relación proteína – carbohidrato (Caseína – Dextrina)	Relación óptima 30:30 (2)
	Fuente y nivel de lípidos	Aceite de Girasol 5% (3)
	Nivel de fibra bruta (alfa celulosa)	Nivel máximo 12 % (4)
	Empleo de ingredientes convencionales y no convencionales	
	Sustitución de harina de pescado por harina de cephalotorax de camarón.	Sustituye el 15% (5)
	Alimentación con <i>Lemna sp</i> (suministrando hasta el 300% de la biomasa)	Como alimento único afecta el crecimiento (6)
	Sustitución de harina de pescado por otros ingredientes protéicos. (H.de Soya y Carne)	Se sustituye a un nivel del 30% de proteína. (7)
	Inclusión del Salvado de arroz.	Hasta un 75% como relleno y fuente de energía. (8)
	Inclusión de Salvado de arroz precocido.	Hasta un 60% como relleno y fuente de energía. (9)
Inclusión de Levadura torula, sustituyendo Harina de soya.	Hasta un 25% (10)	
	Empleo de Sacharina (derivado de la caña de azúcar)	30 % como relleno (11)
Juveniles	Determinación de requerimientos nutricionales:	
	Proteína Bruta (Caseína)	Se requiere 15% (1)
	Empleo de ingredientes convencionales y no convencionales	
	Sustitución de harina de pescado por harina de morralla	Sustituye el 15% (12)
Híbrido: (<i>O. homorum</i> x <i>O. mossambicus</i>)	Determinación de requerimientos nutricionales:	
Alevines	Proteína Bruta (Caseína)	Se requiere 30% (13)
	Empleo de ingredientes convencionales y no convencionales	
	Sustitución de harina de pescado por otros ingredientes protéicos. (H.de Soya)	Se sustituye a un nivel del 30% de proteína. (14)
	Empleo de ensilaje de pescado.	27% como sustitución de H. De pescado y carne (15)
Juveniles	Determinación de requerimientos nutricionales:	
	Proteína Bruta (Caseína)	Se requiere 20% (13)
<i>O. mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i> Alevines	Determinación de requerimientos nutricionales:	
	Proteína Bruta (Caseína) y relación preteína-energía	Se requiere el 30% de proteína bruta y la mejor relación es entre 111 – 131 mg PB/kcal EM (16)
	Empleo de ingredientes convencionales y no convencionales	
	Empleo del Salvado de Trigo	Hasta el 40% como relleno (17)

Fuente: (1) Toledo, Cisneros y Ortiz, 1983., (2) Cisneros, Toledo y Ortiz , 1984., (3) González, Toledo Rubio, 1988., (4) Baisre, 1994., (5) Toledo, Ortiz y González, 1986., (6) García, Toledo y González, 1992, (7) González, Toledo y Santana, MS., (8) García, Toledo, González y Vidaud, 1992., (9) Padrón y González, 1991, (10) Toledo, García y González, 1993., (11) Toledo y González, 1989., (12) Toledo, Cisneros y Ortiz, 1987, (13) Santana y Toledo, 1988., (14) González y Toledo, 1988., (15) Pérez, Penedo y Brull, MS., (16) Santana y Toledo, 1989., (17) González y Toledo, 1989.

- Se confrontan algunas indisciplinas con la aplicación de las normas técnicas establecidas para la alimentación en las granjas de cultivo.

Por lo que se recomienda:

- Establecer una planta que produzca alimento balanceado de calidad, para fines acuícolas; en la actualidad se está trabajando para lograr este objetivo.

Incrementar el control técnico en las granjas de cultivo, para evitar las violaciones de las normas alimentación establecidas y mejorar la eficiencia de los cultivos.

- Intensificar las investigaciones con alimentos no convencionales, que ayuden a suplir el déficit de algunas materias primas tradicionales importadas.

- Profundizar en el empleo de dietas suplementarias en los cultivos semintensivos.

GUATEMALA

GENERALIDADES

A Guatemala fueron introducidas las especies *O. niloticus* y *O. hornorum* en los años 1950 a 1954, con el apoyo de la FAO y la asistencia técnica del Dr. Shu Yen Lin en la construcción de centros acuícolas con fines experimentales.

En 1960 se introdujo en el país la especie *O. mossambicus*, cultivándose con éxito sólo en estanques y reservorios naturales pocos profundos (Lin. 1973).

Desde 1987-88 la producción derivada de la acuicultura de subsistencia se ha duplicado, mientras la lucrativa ha disminuido notablemente, a pesar de que la primera se destina exclusivamente al mercado interno. Entre las especies cultivadas en aguas continentales se encuentra la *Oreochromis spp.* (Clavera y Gordillo. 1993).

FORMA DE PRODUCCION

Cultivo extensivo.

El cultivo extensivo se realiza tanto en embalses como en estanques.

Cultivo en embalses.

A él se dedican 95 000 ha con una producción anual de 431.8 ton y un rendimiento de 4.5 kg/ha. La densidad de siembra utilizada es de 1 ejemplar/m³, cultivándose solamente especies de tilapias.

Cultivo en estanques.

Se encuentran construidas y en explotación 378 ha, las que producen anualmente 1 718 ton, con un rendimiento de 0.5 kg/m²/año. Se utiliza una densidad de siembra de 1 – 2 tilapias/m² en policultivo con caracoles (100/m²), carpas (1/5m²) y guapote tigre (1/20 m²); no se utiliza recambio de agua. La alimentación se realiza con fertilización y alimento concentrado. El cultivo se realiza durante 240 días con una supervivencia del 97%.

Cultivo semintensivos.

En este tipo de cultivo se encuentran en producción 5 ha (con un potencial de 5 000 ha) que producen anualmente 45.5 ton, con un rendimiento de 0.5 kg/m²/año. La densidad de siembra es de 4 peces/m², realizándose el monocultivo de tilapia. No se emplea recambio de agua y se suministra alimento concentrado 2 veces al día, obteniéndose un Factor de Conversión de 1.78. El periodo de cultivo es de 180 días y la supervivencia del 97%.

Cultivo intensivo.

El cultivo intensivo en Guatemala se realiza en dos modalidades, en estanques y en jaulas:

En estanque, este tipo de cultivo tiene 8 ha, (tiene un potencial de 10 000 ha) con una producción anual de alrededor de 54 ton, mediante monocultivo de tilapia, a una densidad de siembra inicial de 100 peces/m². El intercambio de agua se realiza de 1-3 litros/minutos. El alimento empleado es artificial, granulado, el Factor de Conversión del alimento, es de 1.6. Durante el ciclo de cultivo, que dura de 180 - 240 días, se obtiene un 90% de supervivencia.

En cuanto al cultivo en jaula, tiene un potencial en el país de 5 000 m³, pero de estas están en producción 1 504 m³, con una producción anual de 431 kg y un rendimiento de 4.5 kg/ha. La especie cultivada es la tilapia, con una densidad de siembra inicial de 100 ejemplares/m³. El periodo de cultivo esta entre 150 –180 días, con un 90% de supervivencia.

Producción de alevines.

En la actualidad Guatemala cuenta con 6 centros para la producción de alevines de tilapia y otras especies, los cuales son manejados técnica y administrativamente por el Gobierno. A continuación se relacionan sus nombres, ubicación geográfica y especies que se reproducen:

- Centro de Acuicultura de Amatitlán, Municipio del mismo nombre, Dpto de Guatemala, reproduce tilapia (nilotica y roja).
- Centro de Acuicultura de San Jerónimo, ubicado en el Municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz, reproduce tilapia (*nilotica* y *aurea*) revertida.
- Los Centros de Acuicultura de La Fragua, Dpto de Zacapa; el de San Pedro Pínula en el Municipio del mismo nombre, Dpto de Jalapa y el de Los Brillantes, ubicado en el Municipio de Santa Cruz de Mulúa, Dpto de Mazatenango, llevan a cabo reproducción de *tilapia nilotica*.
- El Centro Regional de Pesquerías de Amatitlán, Municipio de Amatitlán, Dpto. de Guatemala, reproduce tilapia (*nilotica* y *aurea*).

HONDURAS

GENERALIDADES.

La primera introducción de tilapia en Honduras se produjo en 1936, a través de la especie *Oreochromis mossambicus* proveniente del Salvador. Posteriormente, entre 1977 y 1981 se introdujeron las especie *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis hornorum*.

De 1954 a 1958 se construyeron las estaciones acuícolas El Picacho (Tegucigalpa) y la de Jesús de Otoro. En 1972, el Instituto Nacional Agrario (INA) y el Ministerio de Recursos Naturales llevaron a cabo la construcción de pequeños proyectos piscícolas por grupos de campesinos. En 1974 se crearon estaciones experimentales en diferentes zonas del país, para promover el desarrollo de la piscicultura a nivel nacional, auspiciado por la Dirección General de Recursos Renovables. En el período 1977 a 1980 se creó el Centro Nacional de Investigación Piscícola y se adecuó la estación acuícola El Picacho, mediante la cooperación de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID). Más adelante, de 1981 a 1984, se construyó la estación acuícola de Río Hondo por el proyecto Desarrollo Rural Integrado. A partir de 1989 - 90 se inicia la acuicultura comercial, con el proyecto de Cultivo Especial de Tilapia "Pitisa", localizado en Río Lindo, Departamento de Cortés, el cual produce en estanques de tierra alrededor de 227 ton/año de las especies *O. niloticus* e híbrido rojo de tilapia. Esta producción se procesa en forma de filetes frescos para el mercado internacional. A partir de esta fecha se sucedieron varios proyectos del mismo tipo, como Red Tilapia San Eduardo que produce aproximadamente 236 ton/año de *Oreochromis sp.*, comercializadas en forma de filete fresco hacia el mercado norteamericano. También se pusieron en práctica, para el mercado nacional los proyectos San Elías Fish Farming (Villanueva, Cortés) y Tilapia Copán (Santa Rita Departamento de Copán), con una producción cercana a las 227 y 327 ton/año, respectivamente, de las especies *Oreochromis niloticus* y tilapia roja. En la actualidad, la empresa San Elías Fish Farming produce para la exportación filete fresco de tilapia.

En cuanto al fortalecimiento metodológico y de investigación de la acuicultura, en 1991 se formó la Dirección General de Pesca y Acuicultura (DIGEPESCA) que se encarga de promover un desarrollo ordenado y sostenible, adaptando la actividad a las posibilidades técnicas y económicas de los productores, en donde el cultivo de tilapia es una de las actividades principales, efectuando investigaciones relacionadas con el cultivo, producción de alevines, extensión, capacitación, etc. También en ese mismo año (1991), el Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de la Pesca (PRADEPESCA) ha venido operando a través de su Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Acuicultura, para que los países de Centro América dispongan de los medios adecuados para la Investigación y experimentación enfocados a promover el desarrollo de esta actividad.

Estado actual.

En la actualidad existe un área aproximada de 113.3 ha de espejo de agua para el cultivo de tilapia, 10 de ellas correspondientes a estaciones gubernamentales y el resto de piscicultores privados, distribuidos en todo el país. La mayoría de los piscicultores poseen estanques pequeños con fines familiares, los que en su mayoría utilizan sistemas extensivos y semintensivos con fines comerciales.

Existen 11 empresas principales dedicadas al cultivo de tilapia a mayor escala, tanto para el comercio nacional como internacional, con un área aproximada de 100 ha y una producción de poco más de 1 500 ton/año.

FORMAS DE PRODUCCION.

En cualquier tipo de cultivo, la duración del mismo depende de la comercialización del producto, pues para el mercado nacional, la cosecha se realiza cuando los peces alcanzan entre 150 y 350 g, mientras que para la exportación, la talla comercial promedio es de 550 g lograda en 11 meses de cultivo.

Cultivo Extensivo.

Se realiza con densidades de siembra de 1 a 2 peces/m², utilizando sub-productos agropecuarios como la gallinaza o vacaza. Tienen una producción promedio de 1.5 a 2.0 ton/ha.

Cultivo Semiintensivo.

La densidad utilizada es de 1 a 4 peces/m² y la fertilización se realiza con materia orgánica (vacaza y gallinaza) y sales minerales. También emplean alimentación suplementaria y produce de 2 a 3.8 ton/ha.

Cultivo Intensivo.

La densidad de siembra aplicada es muy variable, pues se utilizan de 2 a 30 peces/m² de estanque, para una producción de 10 a 20 ton/ha.

Cultivo en Jaulas.

Se emplea una densidad de siembra de 15 a 100 ej/jaula. En la actualidad existen dos proyectos de cultivo localizados en el lago Yojoa, uno de ellos con 28 jaulas de 4.5 m³ y el otro con 32 jaulas de 72 m³, los cuales producen más de 90 ton/año.

Preparación de estanques.

La preparación de estanques se realiza de la siguiente forma:

Secado y exposición al sol durante 2 ó 3 días.

Llenado del estanque y aplicación de 500 ó 600 kg de fertilizante orgánico, gallinaza.

-Esperar de 4 a 6 días para la siembra de peces.

Reversión sexual y alevinaje.

Los alevines que demandan los pequeños y medianos productores se obtienen fundamentalmente en la estación gubernamental "El Caiáo", la cual alcanza una producción cercana a los 3 millones/año, mientras que los proyectos comerciales producen sus propias semillas, llegando a obtener 15 millones anualmente.

En lo que respecta a la reversión sexual, ésta se realiza según la conocida tecnología de aplicación oral de la hormona alfa-metil-testosterona a las larvas recién eclosionadas.

Alimento y alimentación.

En el país existe una única planta productora de alimento que se utiliza en los cultivos piscícolas, el cual tiene entre 28 y 30% de proteína y se suministra 3 ó 4 veces al día.

Las raciones más utilizadas en la alimentación, dependiendo del peso corporal de los peces, son las siguientes:

Peso en gramos	Por ciento de alimento
0 – 1	20.0
1 – 20	15.0
21 – 140	3.0
141 - 250	2.0
251 - 430	1.5
431 - 567	1.2

Toda la información ofrecida sobre Honduras se tomo de la fuente: Sarmiento, M. Y Lanza, W. Situación Actual del Cultivo de Tilapia en Honduras en Memorias del I Simposium Centroamericano sobre el Cultivo de Tilapia, San José de Costa Rica, 1995 y El cultivo de tilapia en Honduras (DIGEPESCA, 1996).

JAMAICA

GENERALIDADES

En el año 1949 se introdujo la especie *Oreochromis mossambicus* en Jamaica, comenzándose su cultivo en los primeros años de la década de los 50's, mediante investigaciones a pequeña escala que auspició la División de pesquerías del Ministerio de Agricultura. Posteriormente, tal especie fue sustituida por la *O. niloticus* y el híbrido rojo de la tilapia, iniciándose el cultivo masivo de ambas en la década de los 70's. Esto significó un incremento en las capturas de agua dulce de 2.2 ton en 1977 a un estimado de 2 600 ton en 1987 (Chakalall y Noriega-Curtis, 1992). Entre las causas que contribuyeron a esta explosión productiva se encuentran la disminución de las pesquerías marinas y la baja en los precios internacionales del azúcar.

En Jamaica la acuicultura continental se desarrolla básicamente mediante sistemas semintensivos e intensivos, en los que la especie principal resulta ser la tilapia híbrida roja. Además de ésta, también se cultiva la especie *Oreochromis niloticus*, pero en muy pequeñas cantidades, así como diferentes especies de carpa y la cachama, las que se emplean también en pequeñas cantidades, en policultivo con la tilapia híbrida roja (Pompa *et. al*, 1990, tomado de Steele, 1993.).

ESTADO ACTUAL

Hacia 1986, en Jamaica ya existían 167 granjas de cultivo, con un total de 485.76 ha, de las cuales el 73% se distribuían en granjas pequeñas (de 0 a 2 ha) y solo el 6% correspondieron a aquellas con 50 ha o más. Los diferentes cultivos realizados garantizaron una cosecha entre 2 400 y 2 600 ton, para el período 1990 – 1994, captura que se comercializó mayoritariamente en el mercado nacional, destinándose a la exportación sólo el 10%.

FORMAS DE PRODUCCION.

Cultivo semiintensivos

En la mayoría de las granjas de cultivo de tilapia se utiliza el sistema semiintensivo, que emplea una densidad de siembra de 12 000 a 16 000 ej/ha. La cosecha se realiza al cabo de 12 a 20 semanas, cuando los peces alcanzan un peso de 225 a 450 g, lográndose una supervivencia de 95.4 a 90.0%.

Pompa *et. al*, (1990) estiman una producción de 3 ton/ha/cosecha, para las granjas de pequeña y mediana escala y un promedio de 2.5 cosechas/año. La tasa de conversión alimenticia está entre 1.5 y 2.0.

Cultivo intensivo.

Existen 2 granjas grandes de cultivo intensivo en Jamaica, que utilizan una densidad de siembra de 160 000 ej/há, aereadores, intercambio de agua, que fluctúa entre el 10 y el 40% y un alimento concentrado. Bajo estas condiciones de cultivo se logran factores de conversión del alimento de 2 a 2.9 y supervivencias del 85% (Pompa *et. al*, 1990).

Reversión sexual y alevinaje.

Las larvas obtenidas en los centros de desove se revierten sexualmente a macho según la tecnología que emplea la hormona alfa-metil-testosterona. A partir de entonces se siembran con un peso de 0.5 a 2.0 g en estanques de pre-cría, a una densidad de 80 000 a 120 000 ej/ha, alcanzando un peso de 25 a 30 g, al cabo de 9 semanas. El alimento suministrado al 3% de la biomasa se utiliza inicialmente en forma de polvo y posteriormente granulado.

Fertilización de estanques

En los cultivos semintensivos se emplean fertilizantes orgánicos y/o inorgánicos, que pueden ser excretas de aves, vacunos y cerdos, para los primeros y los fertilizantes del tipo NPK y superfosfatos (19%), en el caso de los segundos, todos de producción nacional. Las fórmulas de NPK más utilizadas son 12:24:12; 8:8:2 y 0:8:2, las cuales se aplican a los estanques 4 ó 5 días antes de sembrar los alevines, a razón de 40kg/há/día. Esta operación se realiza colocando las bolsas de fertilizantes, primeramente perforadas en dos plataformas bajo el agua, de manera que facilite la disolución y dispersión lenta del producto en todo el estanque. Tales aplicaciones se repiten a lo largo del ciclo de cultivo, de acuerdo a las necesidades, aunque el promedio por cosecha es de 300 a 400 kg de fertilizante químico/ha.

La excreta de ave resulta ser el más efectivo, dentro de los fertilizantes orgánicos y se aplican semanalmente con un poco de bagazo de caña, a razón de 125 kg/ha. Las aplicaciones de la excreta se realizan diariamente, dispersándola sobre la superficie del estanque.

Alimentos y alimentación

La mayoría de los piscicultores consumen alimento de la firma Master Blend Feeds y el resto lo compran en la Jet Foods. En las Tablas 13 y 14 se ofrecen los datos generales de ambos productos.

Tabla 13. *Composición proximal de los alimentos elaborados para Tilapia en Jamaica.*

Composición proximal (%)	Alimento Hi-Pro, ración II	Alimento Jet Pet
Proteína Bruta	30 mín.	28.5 mín.
Grasa Bruta	30 mín.	3 mín.
Fibra Bruta	5 máx.	8 máx.
Ceniza		6 máx.
Fósforo		1 mín.
Mezclas		12 máx

Fuente: Steele, 1993

Tabla 14. *Características generales de los alimentos para Tilapia elaborados en Jamaica.*

Marca	Tipo de alimento	Presentación
Hi-Pro Tilapia Fish Ration II	Pelet (3.2 mm/diámetro) Polvo	Bolsas y a granel Bolsas y a granel
Jet Pet Fish	Extruido	Bolsas

Fuente: Steele, 1993

En cuanto al sistema de alimentación, en la fase de pre-cría y cría se emplea el alimento en polvo, conocido como "mash", el cual se suministra 4 veces al día. En la fase de engorde emplean alimento granulado o extruido, que se suministra durante toda la semana con una frecuencia de 2, 3 ó 4 veces al día. Más de la mitad de los productores alimentan al 3% de la biomasa y de forma manual.

Para la fabricación industrial de alimentos se importan materias primas como harina de pescado, de soya, de maíz, vitaminas, etc.

Problemas y recomendaciones

1. Poca disponibilidad de alimento comercial.
2. Baja calidad del alimento comercial producido nacionalmente, en cuanto a la inestabilidad del tamaño de partícula y su poca flotabilidad.

Se recomienda profundizar en los trabajos experimentales de nutrición y alimentación que permitan mejorar la eficiencia en los cultivos.

MEXICO

GENERALIDADES

El cultivo de la tilapia se inició en México en 1964, con la importación de los primeros ejemplares procedentes de los Estados Unidos, los cuales fueron depositados en la estación piscícola de Temascal, Oaxaca (Morales, 1974). Las especies introducidas fueron la *Tilapia rendalli*, *Oreochromis mossambicus* y *Oreochromis aureus*, las cuales se distribuyeron ampliamente en una gran cantidad de cuerpos de agua naturales y artificiales, pertenecientes a las zonas tropical y templada del país (Arredondo 1983).

Posteriormente, en 1978 se introdujo la especie *Oreochromis niloticus* en el mismo sitio, procedente de Panamá. Con la llegada al país de la Tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis urolepis hornorum*) en 1981, proveniente de los Estados Unidos, se implementaron programas de reproducción controlada en jaulas flotantes, distribuyéndose a los centros acuícolas de Zacatepec y el Rodeo, Morelos.

En 1986, la primera línea roja de *Oreochromis niloticus* llega a México, procedente de Escocia; esta especie se introdujo en el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida, desde donde se distribuyó a varios centros acuícolas del país. En 1987 nuevamente se introdujeron las especies *Oreochromis urolepis hornorum* y *Oreochromis mossambicus*, así como la Tilapia zillii. A partir de este año, tanto el Gobierno Federal, como los Gobiernos Estatales y algunos productores privados, introducen algunas nuevas variedades, como la tilapia híbrido rojo, procedente de Puerto Rico, la tilapia blanca conocida como Rocky Mountain, la *Oreochromis aureus* procedente de Cuba y la *Oreochromis aureus* azul, entre otras (Arredondo y Lozano 1996).

La adaptación de todas estas especies en México ha sido amplia, principalmente en las zonas cálidas, en donde se registran capturas anuales del orden de las 90,000 toneladas (SEPESCA, 1988), creando con esta actividad fuentes de alimentación y empleo. Esta cifra es aproximada,

pues en ella no se incluyen las producciones obtenidas en los pequeños cuerpos de agua así como las de unidades de producción del país, con todo lo cual la captura podría rebasar las 100,000 toneladas anuales, siendo por esto una de las tres principales especies en las pesquerías del país, con un impacto importante a nivel mundial, ya que en 1993 la captura nacional de la tilapia representó la quinta parte de la producción mundial.

Las tilapias más cultivadas en México son las que tienen hábitos alimentarios microfagos, como es el caso de *O. niloticus*, *O. mossambicus* y *O. aureus*. De ellas, la mayor cantidad de alevines producidos en la actualidad corresponde a la especie *Oreochromis niloticus* (Arredondo y Lozano, 1996).

ESTADO ACTUAL

En 1989, en cuanto a los cultivos extensivos, semintensivos e intensivo, se reporta un total de 322 unidades de cultivo de tilapia que cuentan con 127 estanques con una superficie de 298 ha; 228 jaulas, 68 estanques que totalizan 995,6 ha y 4 encierros con una superficie de 210 ha. Comparando estos datos con 1991 (información incompleta), se reporta un aumento en las unidades de producción, así tenemos que para este año existen 1 346 unidades de producción, 2 854 hectáreas de cultivo, 366 estanques y 605 jaulas. (Chavez, 1993). En la Tabla.15 se relaciona la producción histórica de la tilapia por Acuicultura, incluyendo las pesquerías, desde 1983 a 1991.

Tabla 15. Producción de Tilapia en México 1983 – 1991.

Año	Producción en Toneladas*
1983	57 558
1984	65 569
1985	53 724
1986	65 568
1987	75 093
1988	74 843
1989	73 766
1990	83 900
1991	75 174

* La producción incluye pesquerías continentales Fuente: Chávez, 1993.

FORMAS DE PRODUCCION

Cultivo extensivo.

El cultivo extensivo, también conocido como "acuicultura de repoblación", fue el primer modelo tecnológico aplicado en México para el cultivo de la Tilapia y consistió en una política enfocada a la distribución de alevines de diferentes especies de Tilapia en 20 cuerpos de agua mayores de 10 000 ha y en otros 95 de menor superficie, en toda la república mexicana. Entre los años 1982 y 1986, la *Oreochromis aureus* constituyó más del 70% de la captura en los grandes embalses (Quirós, 1994).

A pesar de los elevados rendimientos pesqueros obtenidos a partir de este tipo de cultivo (Tabla 16), sobre todo si se tiene en cuenta que en la mayor parte de la región es de alrededor de 15 kg/ha/año (FAO, 1996), al mismo no se le ha dedicado suficiente atención en muchos años, lo que ha motivado la aparición de problemas tales como: pérdida de vigor genético de las especies, reducción de las tallas, sobrepesca y enfermedades (Arredondo y Lozano, 1996).

Tabla 16. Superficie y rendimiento pesquero de los principales embalses de México.

Embalse	Superficie (km ²)	Rendimiento Pesquero (kg/ha/año)
Infiernillo	300	482
Temascal	350	62
El Palmito	150	71
La Angostura	640	94
Las Adjuntas	525	6
Lago de Chapala	1 226.9	71
Miguel Hidalgo	120	140
Josefa Ortiz de Domínguez	52	210
Gustavo Díaz Ordaz	79	91
Lago de Pátzcuaro	90	162
Lago de Cuitzeo	400	17
Lago de Zirahuén	10	12
Opopeo	0.06	300

Fuente: FAO, 1996.

Cultivo semiintensivo.

A partir de la década de los 80's se comenzó la práctica de este otro modelo de producción, realizado en cuerpos de agua pequeños y estanques, mediante monocultivo, bicultivo y policultivo de *O. niloticus*, *O. aureus* y *O. mossambicus*, además de algunos híbridos rojos y otras líneas de reciente introducción (*mossambica roja*, *nilotica roja*, *nilotica blanca* y *aurea azul*).

Los estanques que se emplean pueden ser de concreto de 90 a 1 600 m² o estanques rústicos de 1 500 a 5 000 m².

El monocultivo se realiza con sólo una especie de las antes mencionadas y se manejan densidades que van de 4 a 6 individuos por m²; algunas veces, después de los 7 u 8 cm se sexan y se practica el cultivo monosexo macho, llevándose a una talla comercial de 250 a 320 g. Otras vías empleadas para controlar la reproducción precoz de la tilapia, que disminuye notablemente el rendimiento de las tallas comerciales en la cosecha, es la introducción de un depredador como la lobina negra (*Micropterus salmoides*) o mediante el cultivo de híbridos estériles o triploides.

Los rendimientos acuícolas son de 5 a 8 ton/ha en 8 a 10 meses de cultivo, utilizando fertilización y alimentación complementaria (Arredondo y Lozano, 1996).

El bicultivo de tilapia se realiza con *Machrobranchium rosebergii* y *O. niloticus*, empleando densidades de siembra de 39 990 individuos por ha para cada especie, con un período de cultivo de 150 días y un peso promedio de 12 y 420 g respectivamente. La supervivencia es de 46.9 y 56.2 % para langostino y 58.6 a 77.1 % para la tilapia, mientras que los rendimientos van de 375.1 a 449.5 y de 843.6 a 2 112.9 Kg/ha en ese mismo orden (Granados, 1996).

Policultivo

Se realiza en combinación con algunas especies de carpas, como la carpa herbívora (*C. ideal*), carpa plateada (*H. molitrix*), carpa cabezona (*A. nobilis*) y carpa común (*C. carpio*).

Cultivo intensivo

Se practica en jaulas, canales de corriente rápidas y en canales de riego secundarios y terciarios, empleando densidades que fluctúan entre 80 y 100 ejemplares/m², lo que permite obtener 20 kg por m² de rendimiento. El suministro de alimento artificial de calidad es la limitante principal de este cultivo.

En el cultivo en jaulas se utilizan módulos de 56 m³ (7x4x2m), con una densidad de 100 ejemplares/m³, en las cuales se obtienen producciones cercanas a una ton en sólo 8 meses, alcanzando los ejemplares una talla de 250 a 300 g (Arredondo y Lozano, 1996).

Producción de alevines y reversión sexual.

En la mayoría de los sistemas de cultivo que se practican en México se utilizan alevines de 3 cm, obtenidos por separación de los progenitores, luego que reabsorben el saco vitelino y alcanza una talla de 0.1g y en casos extremos, 0.4g.

Al efectuarse la separación, las post-larvas se depositan en corrales de 4 a 24 m³ o en estanques denominados de crianza, los cuales pueden ser rústicos y tener una superficie de 2 000 a 5 000 m², de concreto de 5.5 a 640 m² o semi rústicos de 640 m² (Engordallos y Velázquez, 1988).

En cuanto a la reversión sexual, ésta se realiza según la técnica ya establecida basada en la utilización de alfa-metil-testosterona, la cual se disuelve en etanol y se mezcla con el alimento de iniciación de 45% de proteína bruta, a razón de 40 mg por kg de alimento. La mezcla así obtenida se suministra durante 28 a 30 días a las larvas recién eclosionadas, obteniéndose del 90 a 100% de machos. Algunos productores utilizan propionato de testosterona, soluble en aceite.

Fertilización de estanques.

En los centros de producción se emplean fertilizantes orgánicos (desechos fecales de bovinos, ovinos, porcinos o de aves) en forma fresca, secos o fermentados, e inorgánicos (superfosfato triple, triple 17 y urea); éstos últimos se disuelven previamente en agua para después incorporarlos a los estanques.

Normalmente se recurre a la combinación de fertilizantes, utilizando 2 ó más de ellos para dicho proceso. La frecuencia de aplicación empleada está en dependencia del criterio técnico del productor, aunque existen normas de dosificación de acuerdo a la fase del cultivo, tipo de fertilizante, etc.

ALIMENTOS Y ALIMENTACION.

La Dirección General de Acuicultura de la Secretaría de Pesca reportó que en México estaban registradas 22 empresas productoras de alimentos para la acuicultura. En la tabla 17 aparecen los datos generales de los productos elaborados por 2 de ellas, para los que se emplean, esencialmente, harinas de sardinas y/o anchoveta nacional o importada de Chile o Perú, harina de carne y hueso nacional o importada de Estados Unidos, soya extraída con solventes, sorgo, maíz, trigo, harina de cabeza de camarón, premezclas de vitaminas y minerales y aglutinantes (Chávez, 1993).

Tabla 17. Características generales de algunos alimentos para Tilapia fabricados en México.

Marca	Tipo de alimento	Análisis proximal (%)					
		Proteína (mín)	Grasa (mín)	Fibra (máx)	Ceniza (máx)	Humedad (máx)	E.L.N. (mín)
Aceitera la Junta	Tilapia AS 35%	35	4	5	10	12	34
	Tilapia As 30% flotante	30	4	5	10	12	39
Anderson Clayton	Api-tilapia 4	25	2	6	12	12	43

Fuente: Chávez, 1993

En cuanto al suministro de alimentos balanceados, éstos se añaden en una ración diaria del 3 al 8%, distribuida en una frecuencia de 3 a 4 adiciones/día para la fase de crianza; en la engorda, una tasa de alimentación del 2 al 7%, distribuida de 2 a 7 veces/día, mientras que para los reproductores se emplean raciones de 2 a 3% del peso corporal, con una frecuencia de alimentación de 1 a 3 veces/día (Engordallos y Velázquez, 1988).

Con respecto al factor de conversión del alimento (F.C.A), sólo un 30% de los productores lo tienen en cuenta en su proceso y fluctúa entre 1.4 a 2.5 para las diferentes fases de cultivo.

En algunos casos, se emplea alimento vivo para la fase de cría, obteniéndolo en cultivos específicos o mediante captura; los organismos empleados para este fin son: *Daphnia pulex*, *Artemia salina*, *Azolla sp.*, *Elodea sp.* y rotíferos.

Con relación al estudio de fuentes alternativas de proteínas que sustituyan total o parcialmente a las tradicionales, México ha desarrollado un trabajo importante con algunas materias primas en diferentes especies de tilapia, como son: Utilización de leguminosas *Sesbania grandiflora*; 35% de harina de alfalfa (Medicago sativa); Empleo de *Canavalia ensiformis* todos como sustitutos parciales de la harina de pescado en la dieta de *O. mossambicus* (Olvera *et al*, 1988; Olvera, *et. al*, 1990, Martínez *et. al*, 1988).

PROBLEMAS Y RECOMENDACIONES.

- Falta de disponibilidad de crías genéticas de líneas seleccionadas, lo que ha traído como consecuencia la importación de numerosas especies, variedades e híbridos, pero los productores no han contado con la información necesaria sobre la productividad de las mismas en diferentes condiciones de cultivo y climáticas, por lo que adquieren crías de baja calidad genéticas.
- Son pocas las plantas productoras de alimentos balanceados de calidad para organismos acuáticos y las que existen no están distribuidas en todo el país, por lo que muchos productores se ven precisados a adquirir alimentos diseñados para otras especies.
- En muchos casos, los alimentos fabricados no tienen certificado de calidad al no contar la planta productora con un laboratorio de control; esto atenta contra los requerimientos del cultivo al emplearse productos inadecuados y deficientes en nutrientes.

- Existen problemas en el manejo de los alimentos, en cuanto a la distribución, almacenamiento, control de calidad y hasta en la forma y frecuencia en que se suministran en el cultivo, redundando en un mayor consumo y por consiguiente, en un aumento del factor de conversión del alimento, baja tasa de crecimiento y la aparición de enfermedades nutricionales, particularmente en los cultivos intensivos, que se expresan en bajos rendimientos acuícolas.

- Se conoce que varios fabricantes de alimento balanceados adquieren las premezclas de vitaminas y minerales ya mezcladas, lo cual es un error por desconocimiento, ya que tanto los minerales como la vitamina C y la Colina reducen la estabilidad del resto de las vitaminas, lo que disminuye la calidad del alimento fabricado.

- La producción nacional de harinas y de aceites de pescado está afectada por factores, como los cambios climáticos, sobrepesca, etc.

Se recomienda:

- Contar con un banco nacional de genomas que asegure la calidad genética de las crías.

- Promover la producción y distribución nacional de alimento de calidad diseñado para la acuicultura, así como la creación de un programa de fertilización adecuada y la capacitación del personal encargado para llevarla a cabo.

- Elaborar las normas de calidad para los alimentos de la acuicultura y establecer los laboratorios que puedan certificar esta calidad.

Potenciar estudios sobre la utilización de fuentes alternativas de proteínas, que sustituyan la utilización de harina de pescado en los alimentos balanceados, así como optimizar la producción de alimento vivo, mediante la fertilización de los estanques y utilizar alimentos suplementarios con menos proteínas, vitaminas, minerales y aditivos.

NICARAGUA

La introducción de la Tilapia en Nicaragua se realizó en la década de los 60's, a través de la especie *Tilapia mossambica*, que fue traída de El Salvador y sembrada en pequeños cuerpos de agua. Posteriormente se comenzó a reproducir sin control, con el objetivo de proporcionar alevines para la siembra directa en haciendas y granjas, así como en las micropresas de los ingenios azucareros.

Más adelante, se trajo al país la especie *Oreochromis aureus*.

En 1980 se obtuvo una donación de la International Foundation for Sciences (IFS), para realizar estudios de nutrición en especies nativas y exóticas con subproductos agrícolas como la cáscara de yuca y otros similares, que se llevaron a cabo en la estación La Calera (Omar Torrijo).

En esta década, dicha estación amplió su capacidad e inició trabajos para masificar el cultivo de peces (*Oreochromis aureus* y *Cyprinus carpio*) en todo el país, incluyendo la siembra de peces en estanques artificiales, cuerpos de agua naturales y embalses (se sembraron algunas presas

destinadas al riego de la caña, con un periodo de cultivo de 195 días y una productividad natural de 1.5 ton/ha). También se desarrollaron trabajos de acuicultura integral con proyectos agrícolas, que incluían el cultivo de animales de granjas y hortalizas.

A partir de 1988 se orientó la piscicultura al cultivo intensivo mediante proyectos de tipo empresarial y a la producción masiva de semillas para repoblar embalses.

Entre los años 1983 y 1988 se inician 15 proyectos piscícolas organizados en cooperativas con carácter de subsistencia para el autoconsumo, así como dos proyectos comerciales que totalizaban 12.55 ha de engorde. En el año 1989 esto había disminuido a 13 proyectos de subsistencia con 29.54 ha dedicadas a la producción de *C. Carpio*, *O. aureus* y *C. Managuense*, habiéndose obtenido un total de 15.3 toneladas. En este mismo año funcionaron 3 proyectos de producción semicomercial en un área total de 4.35 ha y su producción fue 45.4 ton entre las 3 especies.

El programa de piscicultura se cerró en junio de ese mismo año por falta del apoyo financiero necesario.

Al año siguiente sólo quedaban 6 proyectos de cultivo de tilapia a nivel de subsistencia con un área de 0.95 ha, que produjeron 5 ton, mientras que se mantenían funcionando los 3 proyectos comerciales ya mencionados, cuyas producciones totalizaron 28.8 ton.

En 1992 se mantenían trabajando 4 proyectos de subsistencia con 0.65 ha y de una producción total de 2.8 ton.

En 1995 el gobierno de Nicaragua inició la rehabilitación de la estación de alevinaje que había quedado abandonada en 1989, para apoyar granjas pequeñas y comerciales que puedan reactivarse o iniciarse en la piscicultura. Los alevines obtenidos son monosexados mediante la técnica de alfa-metil-testosterona.

Toda la información sobre Nicaragua fue tomada de "Situación del cultivo de tilapia en Nicaragua". Saborío Coze, 1995.

SITUACION ACTUAL

En 1995 el gobierno de Nicaragua inició la rehabilitación de la estación de alevinaje que había quedado abandonada en 1989, para apoyar granjas pequeñas y comerciales que puedan reactivarse o iniciarse en la piscicultura. Los alevines obtenidos son monosexados mediante la técnica de alfa-metil-testosterona. En apoyo a esta gestión, se importó desde Costa Rica una línea de *Tilapia nilotica*, para producir 2.0 millones de alevines/año.

En 1995 se iniciaron 12 proyectos piscícolas, la mayoría con sistemas intensivos y superintensivos, con asesoría internacional fundamentalmente israelita.

PANAMA

GENERALIDADES.

La tilapia se introdujo en el país en 1940 con fines deportivos, siendo la *Oreochromis mossambicus* la especie introducida.

En 1976 se reemplaza por las siguientes especies:

Oreochromis niloticus, *Oreochromis urolepis hornorum*, el híbrido de Tilapia roja (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*), otra línea de *O. Mossambicus*, *O. Aureus*, un híbrido de *O. Niloticus* x *O. u. Hornorum*, una línea de *O. mossambicus* roja, la línea roja de Jamaica (*O. niloticus* x *O. u. hornorum* x *O. mossambicus*) y la línea Red Florida; también se introdujo la *Tilapia rendalli* para estudio de control de malezas en los grandes embalses (Morales, 1995).

En la década de los 80's se lleva a cabo un proyecto piloto en coordinación con la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos, cuyo objetivo principal consistía en adiestrar a los grupos pobres organizados en el manejo de los sistemas integrados de producción, siendo la tilapia la especie principal, en policultivo con las carpas chinas y el guapote tigre (*Cichlasoma managuense*) como predador en el caso de la tilapia sin monosexar.

En dicho proyecto, la alimentación de los peces se efectuaba mediante la integración de los estanques a la cría de aves, cerdos o ganado vacuno, además de actividades agrícolas como el cultivo de hortalizas.

En 1986, dentro del programa de "Producción de alimentos y desarrollo comunitario en comunidades marginales mediante un programa de agro-acuicultura" en Panamá, promovido por el Programa Mundial de Alimentos (PMA) y La Dirección Nacional de Acuicultura, se puso en práctica el sistema anterior a través del cultivo de peces en arrozales, utilizando la tilapia como especie principal y la carpa como suplemento.

En 1987, se crea la primera finca comercial de peces en la comunidad de Pacora, como consecuencia del proyecto anteriormente descrito, con una superficie de espejo de agua de 4 ha y una producción anual de 1.4 a 1.6 ton/ha.

Según la DINAAC (1995) entre 1993 y 1994 la producción de tilapia aumento de 49.3 a 108.8 ton (221% de crecimiento).

Paralelamente se crearon dos asociaciones de productores en las provincias de Chiriqui y Panamá para la producción comercial de la tilapia y en otra en la provincia de Coclé para el desarrollo de la piscicultura integrada a la cría de aves.

En 1993 existían 1262 acuicultores de subsistencia en comunidades rurales, que representaban el 88.9% de los piscicultores del país.

ESTADO ACTUAL.

Actualmente para el cultivo de tilapia se dedica un área estimada 2 000 ha.
Formas de producción.

Cultivo extensivo.

Este tipo de cultivo se lleva a cabo tanto en embalses como en estanques.

Cultivo en estanques.

Es el más practicado en Panamá, (27.18 ha) y se realiza en estanques de 0.1 a 1.0 ha, con una densidad de siembra de 0.5 a 2.0 peces/m² y un peso promedio inicial de 1 a 5 g. El recambio de agua es ocasional y se emplea la fertilización orgánica (gallinaza) a razón de 500 a 1 000 kg/ha o alimentación con subproductos agrícolas.

Se utiliza el policultivo con carpas chinas (plateada y cabezona 1/10 m², herbívora 1/50 – 100 m² y carpa común 1/10 m²), colossoma 1/5 a 10 m² y guapote tigre 1/5 a 10 m². La cosecha se realiza al cabo de 180 a 365 días, con un peso promedio final de 250 a 400 gr.

Cultivo en embalses.

Según lo reportado por Morales (1995), la pesca de tilapia en el lago Gatún alcanzó las 3 015 ton en 1994, con un peso promedio de 2.25 kg/ejemplar y un rendimiento pesquero entre 18 y 23 kg/3 pescadores/días con utilización de arpón.

En cuanto al lago Alajuela, se realiza pesca combinada de red china (50 – 60 mts), redes agalleras de 3.5 plg. , arpón y ocasionalmente embarcaciones con motor fuera de borda. Los ejemplares capturados tienen un peso promedio de 0.9 kg y el rendimiento pesquero es de 27 – 36 kg/día.

Cultivo semiintensivo.

Para este tipo de cultivo se utilizan estanques de 0.5 – 1.0 ha (con un total de 35.36 ha), con recambio de agua ocasional.

Se utiliza alimento balanceado del 25 al 30% de proteína y fertilización orgánica (gallinaza de 1 – 2 ton/ha) y/o química (urea 50 kg/ha o abono completo 60 kg/ha). La densidad de siembra es de 2 a 7 alevines /m², cuyo peso promedio es de 2 a 5 g.

Para el policultivo se utilizan tilapia y colossoma.

La cosecha se realiza al cabo de 160 a 300 días con peces de 280 – 500 g de peso promedio.

Cultivo intensivo.

En el cultivo intensivo se utilizan 1.02 ha de estanques y 830 m³ de jaulas flotantes (18 – 200 m²), los estanques de concreto tienen un área de 214 m² y otros tipos de estanques de 180 – 240 m². La densidad inicial utilizada es de 10 – 30 alevines/m² para estanques y de 100 – 150/m³ para jaulas. El recambio de agua diario es superior al 50%.

La fertilización inicial se realiza con 800 – 1 000 kg de gallinaza/ha, mientras que la frecuencia de alimentación es de 4 – 6 veces/día con alimento granulado flotante.

La cosecha se realiza a los 180 – 240 días, con pesos promedio de 450 – 800 g.

Preparación de estanques y fertilización.

Para la limpieza de los estanques en los cultivos de subsistencias se utiliza cal agrícola a razón de 45 - 100 kg/ha, dos veces al año. En el caso de disponer de cal hidratada, se puede emplear la dosis de 220 a 500 kg/ha, antes de la fertilización orgánica.

La fertilización se realiza dependiendo del cultivo:

Extensivo – orgánica con gallinaza (500 – 1 000 kg/ha) en su gran mayoría o alimentación con subproductos agrícolas.

semiintensivo – orgánica con gallinaza (200 – 1 000 kg/ha) y química (urea 50kg/ha o abono completo 60 kg/ha).

Intensivo – orgánica con gallinaza (800 – 1 000 kg/ha) Morales (1995).

Producción de alevines y reversión sexual.

En el país existen 3 estaciones para la producción de alevines: Estación Dulceacuícola de Divisa, en la región central; Estación Experimental Dulceacuícola de Gualaca en la región occidental y la Estación Acuícola Lago Gatún, en el oriente del país. De ellas, la más importante en la producción de tilapia es la Estación de Divisa.

La producción de tilapia de estas tres estaciones está alrededor 4.5 – 5 millones de alevines.

La reversión sexual se realiza en las estaciones de Divisa y Gualaca, empleando para ello la técnica de la hormona alfa-metil-testosterona, por un período de 28 a 30 días; obteniéndose una efectividad del 95%.

Alimento y alimentación.

El tipo de alimento utilizado y la frecuencia de alimentación dependen del sistema de cultivo empleado. Para el cultivo extensivo en estanque, la alimentación es ocasional con subproductos tres veces por semana, mientras que en el semiintensivo se utiliza tanto el alimento natural como el artificial flotante granulado; este último, se suministra de 2 - 4 veces por día. En el cultivo intensivo, la alimentación se realiza 4 – 6 veces por día con alimento granulado flotante.

En el país existen 4 plantas procesadoras de alimento con una capacidad instalada de alrededor de 120 ton/día de alimento granulado y extruído (Morales, 1995).

Problemas y recomendaciones.

El costo de los alimentos producidos en el país es muy alto.

Existen criterios diversos en cuanto a la limpieza de los estanques con cal y la tecnología de fertilización empleada.

Teniendo en cuenta tales problemas se impone la adopción de una tecnología única para el encalado y la fertilización de los estanques, basada en la experiencia de los productores.

OTROS PAISES

ANTILLAS HOLANDESAS (ARUBA, BONAIRE Y CURAZAO)

La acuicultura es una actividad de reciente desarrollo en las Antillas Holandesas. En 1980, se inició un programa gubernamental para la producción de *Strombus gigas*, cuyo éxito inspiró la formalización de la Fundación Maricultura, la cual se dedica a la investigación y producción de camarón, tilapia y peces ornamentales. (Hensen, R. 1991).

BOLIVIA

A pesar de contar con muy poca información sobre el desarrollo de la acuicultura en Bolivia, se ha podido conocer que en los últimos años esta actividad creció, particularmente en los sistemas de cultivo semicomercial y extensivo, llegándose a obtener 308 toneladas de pescado por esta vía (58,4% comercial y 41.6% de subsistencia) en 1992.

Ya en este mismo año se encontraban activos 9 centros acuícolas principales, con una producción estimada en 1991 de 1.5 millones de alevines de diferentes especies, de los cuales más del 70% correspondió a varios tipos de truchas y el 21% a tilapia.

Hasta 1993, la tilapia se empleaba sólo en cultivos de subsistencia, pues los de tipo semicomercial, comercial y de repoblación se llevaban a cabo fundamentalmente con truchas.

El cultivo de subsistencia se realiza en los departamentos Cochabamba, Chuquisaca, La Paz, Tarija y Santa Cruz. En Cochabamba se está desarrollando desde 1990 un proyecto de "unidades de producción demostrativa con tilapia", a fin de difundir la piscicultura en comunidades campesinas (Arteaga y Bravo 1993)

En el departamento de La Paz, durante el período 1989-1990 y a través del proyecto AGROYUNGAS (asistencia PNUD), se intentó diversificar la producción agrícola con la incorporación de la acuicultura en pequeña y mediana escala, principalmente cultivo de tilapia, con base en la Estación de Servicios Integrados de Minachi-Coroico. Este proyecto produjo 9.6 ton de tilapia en estanques en 1990, pero posteriormente se paralizó por falta de financiamiento.

También en el departamento de Santa Cruz, con el Proyecto El Prado, desarrollado por la Universidad Gabriel René Moreno (UGRM) y la Corporación Regional de Desarrollo de Santa Cruz (CORDECRUZ), los productores de subsistencia obtuvieron 20 y 51 ton de tilapia en 1990 y 1992 respectivamente, además de cosechar otras especies, pero en menor cuantía (Arteaga y Bravo 1993).

ECUADOR

La tilapia se introdujo en Ecuador en la década de los 70's (Marcillo, 1995).

La industria camaronera es una de las actividades más importantes del sector productivo del Ecuador; en términos de ingreso de divisas por exportación, ocupa el segundo lugar después del petróleo y es la mayor fuente de ingresos del exterior para el sector privado (Calderón, 1993).

En 1990, la camaronicultura aportó el 98.3% del total de la producción acuícola de Ecuador; el resto de la producción fue de camarón de agua dulce (*M. rosenbergii*), tilapia (*O. niloticus*) y chame (*D. latifrons*).

Con relación a la tilapia, ésta se cultiva en apenas 500 ha, la cuales están distribuidas entre 25 y 30 pequeños productores, localizados en la región oriental del país y un productor en la cuenca del Guayas, que cuenta con 160 ha. Las granjas de la región oriental tiene un área promedio de 1 a 5 ha y su sistema de cultivo es extensivo (3 ej/m²), el cual se realiza con *O. niloticus*, fundamentalmente y sin emplear fertilización ni alimentación suplementaria. En estas condiciones, se deja que los animales alcancen 2 libras aproximadamente y entonces se pescan para utilizarlos en el consumo interno.

Solamente un grupo, no identificado en la fuente de información, ha desarrollado una infraestructura de importancia en Ecuador, con el objetivo de exportar filetes de tilapia al mercado norteamericano. En este caso, se emplea una densidad de siembra de 5 ej/m² y un alimento concentrado para truchas con 45% de proteína en la fase inicial y 25 % de proteína para el engorde, el cual se añade 3 veces al día, al 10% de la biomasa al inicio del cultivo y al 1% en la fase de engorde. Los estanques también se fertilizan con urea y superfosfato triple de potasio, a razón de 50 kg/ha al mes. Los alevines utilizados son revertidos con alfa-metil-testosterona y se cultivan durante 7 meses, llegando a alcanzar un peso de 600 g, produciéndose hasta 1.7 ciclos/año y aproximadamente 3.2 ton/ha/cosecha (Calderón, 1993).

En lo que al cultivo de repoblación se refiere el Ecuador cuenta con el embalse Chongón, el mayor construido en la costa pacífica de América del Sur, el cual alcanzó capturas de tilapia del orden de las 8 000 ton durante 1995 (Marcillo, 1996).

EL SALVADOR

En 1991 El Salvador produjo 1 145 ton de productos acuícolas continentales, principalmente tilapia y camarón de agua dulce, los cuales se comercializaron en el mercado nacional.

Para 1993, esta cifra se superó, pues sólo con el cultivo extensivo realizado en el embalse Cerrón Grande se obtuvieron 2 370 ton de tilapias. A pesar de esta cosecha, se ha estado observando una disminución paulatina de la producción en dicho reservorio, por lo que se tomaron medidas para regular los artes de pesca y establecer un plan de repoblación de tilapia FAO. 1996).

HAITI

La introducción de tilapia en Haití se produjo en 1951, cuando se importó la especie *Oreochromis mossambicus* desde Singapur; esto fue necesario debido a la ausencia en el país de especies nativas apropiadas para el cultivo (Lin *et.al*, 1959).

En 1987 se ejecutó un proyecto para el Caribbean Research Center en la bahía de Fort Liberte, en el que se cultivó en jaulas flotantes la especie tilapia Red Florida, utilizándose alevines machos, obtenidos mediante tratamiento hormonal.

Los ejemplares se sembraron en densidades de 300-600/m³ en jaulas de 1 m³ y su peso inicial fue de 10 g, alcanzando mayoritariamente un peso de 120 g en tres meses de cultivo; el alimento utilizado contenía 32% de proteína bruta (Brass. 1987).

Durante 1989 se llevó a cabo un proyecto de la FAO, para desarrollar la acuicultura rural en este país, con el objetivo de aumentar la oferta de proteína animal y de frenar el éxodo de la población rural. El mismo se realizó en la estación piscícola de Damien y se trabajó fundamentalmente con las especies *O. aureus* y *O. niloticus* (Miller. 1989).

PARAGUAY

La acuicultura que se realizaba en Paraguay hasta 1993 era de subsistencia y semicomercial, dedicada fundamentalmente al cultivo de la tilapia *Oreochromis spp.* y de la carpa *C. Carpio*. El cultivo artesanal contaba hasta esa fecha, con una superficie de 19.16 ha que producían 67 ton de peces, mientras que el semicomercial lograba alcanzar 80.6 ton en 10.07 ha (Galeano. 1993).

PERU

Hacia 1993, en el Perú la tilapia sólo se cultivaba en sistemas semicomerciales, pues desde 2 años atrás, el Ministerio de Pesquerías dictó un dispositivo legal prohibiendo su cultivo en ambientes naturales, para proteger y fomentar las especies nativas de potencial comercial (Chumbiray *et. al*, 1993).

REPUBLICA DOMINICANA.

En la década de los años 50 se inició la actividad acuícola en la República Dominicana, predominando al inicio la acuicultura continental, pero ya en los años 80's, se orientó al cultivo de camarones marinos y de agua dulce, fundamentalmente.

En la actualidad, se desarrollan en el país tres tipos de cultivos: de subsistencia, comercial y empresarial o industrial.

La acuicultura de subsistencia se practica en comunidades del Sur y Noroeste del país, en las que predomina el cultivo extensivo o semiintensivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*), tilapia roja y carpa (*Cyprinus carpio*). La cosecha así obtenida es para autoconsumo.

La acuicultura comercial se realiza en 37 granjas agrícolas. que cuentan con un área de 1.5 a 4 ha cada una, de las cuales 33 cultivan especies de agua dulce, como tilapias, carpas y camarón.

Por último, la acuicultura industrial la llevan a cabo tres empresas industriales para la producción de camarón de agua dulce, tilapia y carpa.

Para 1993 la producción de peces de agua dulce alcanzó la cifra de 313 ton/año (Nodasco y Zapata, 1993)

VENEZUELA

En 1992, se inicia en Venezuela el cultivo de tilapia, prohibido hasta ese entonces para proteger las especies nativas. A partir de ese año se autorizó su cultivo, pero sólo en las especies del género *Oreochromis*, iniciado por 6 empresas dedicadas al cultivo de los híbridos de *Oreochromis*, en sistemas semintensivos e intensivos, que incluyen en algunos casos cultivo con *Macrobranchium*. En 1991 el cultivo semiintensivo de híbridos de tilapia, realizado en 34.2 ha de estanques, produjo 6 000 ton/ha/año.

Una de estas empresas, la AQUAFRESH, granja privada ubicada al sudoeste de Venezuela, ha desarrollado un paquete tecnológico, de conjunto con la Corporación Venezolana del Sudoeste, para el trabajo de pequeños y medianos productores. Esta granja posee 8 ha de estanques de engorde, 14 estanques de pre-cría y preengorde de 350 m² cada uno. La densidad de siembra en la pre-cría es de 100 alevines/m², mientras que la densidad promedio final en el engorde es de 3 a 5 peces/m², alcanzando un peso promedio de cosecha de 458 g en 6 meses, lo que permite obtener 2 cosechas por año.

Las tasas de conversión obtenidas varían con la densidad de siembra, por lo que para una densidad de 1 a 3 ej/m² la tasa de conversión promedio es de 0.89 a 1.2, mientras que densidades mayores (3 a 5 ej/m²) provocan una tasa de 1.58. Como alimento concentrado utilizan "Puripargo", alimento fabricado en el país con 30% de proteína y granulado, pero con una sola presentación, por lo que tiene que ser triturado para ofrecérselo a los distintos estadíos de cultivo. También se utiliza Mojarra 30 y Mojarra 34, que son alimentos extruidos importados de Colombia, con los cuales los productores aseguran obtener mejores resultados en sus cultivos.

En Venezuela, sólo las empresas Purina y Miradores producen alimentos balanceados para tilapia. La primera fabrica 4 tipos de alimento, Puripargo 24, Puripargo 28, Puripargo 30 y Puripargo 32, mientras que la otra sólo produce la variante Pargo rosado; en todos los casos, el producto se vende granulado con un sólo tamaño de partícula y en sacos de 40 Kg

De lo anterior se concluye que los problemas más importantes relacionados con la alimentación son:

- Alto costo del alimento.
- No contar con alimento de calidad y tamaño de partícula adecuado, lo que provoca pérdidas por la producción de finos durante la trituración.
- Carecer de control de calidad de los alimentos para organismos acuáticos en general.

Referencias:

- Alcantara-Filho, J., Barbosa-Filho y G. Florencia du Cunha.** 1994. Análisis cuantitativa con diferentes densidades de estocogem de machos da Tilapia do nilo, *Oreochromis (O) niloticus*_(Linnaeus) en viveros. *Cienc. Agron. Fortaleza* 25 (1/2): 72- 81.
- Arteaga, F. y N. Bravo.** 1993. Estudio nacional de Bolivia. En Diagnostico sobre el Estado de la Acuicultura en América Latina y el Caribe. Síntesis regional GCP/RLA/102/ITA. Aquila II, FAO, Doc. de Campo (11):151-155.
- Arredondo, F.J.** 1983. Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. *Biótica.* 8 (2): 175-199 p.
- Baisre, J. A.** 1994. Efecto del nivel de fibra sobre el crecimiento de la tilapia (*O. aureus*). Tesis en opción al título de Ingeniero Pecuario. Inst. Sup. de Cienc. Agrop. de la Habana (ISCAH). 38 p.
- Arredondo, F.J. y S.G. Lozano.** 1996. El cultivo de la tilapia en México, en Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia. UNAM, SEMARNAP, UAMI y Fac. Med. Vet. y Zoot. México: 7-18 p.
- Brass, J.** 1987. Elevage de poissons en cage dans la baie de Fort Liberte. En Deroulement du seminaire sur 1991'aquaculture en Haiti. FAO/PNUD-HAI/84/010. Port-au-Prince, 14-15 octubre: 54-58.
- Calderón, V.J.** 1993. El estado actual de la acuicultura en Ecuador y perfiles de nutrición y alimentación, en La Nutrición y la Alimentación en la Acuicultura de la América Latina y el Caribe, FAO, Proyecto Aquila II, GCP/RLA/102/ITA, Doc. de Campo (9), México: 89-97.
- Castillo, J.** 1995. Situación del cultivo de la Tilapia en Guatemala. Memorias del I Simposium Centroamericano sobre cultivo de tilapia. Ed. PRADEPESCA, INCOPEPESCA, ACUACORPORACION y Universidad Nacional Heredia Costa Rica: 10 - 15.
- Cisneros, J.; J. Toledo y E. Ortiz.** 1984. Requerimientos nutricionales en alevines de *O. aureus*. II. Relación proteína-carbohidratos. *Rev. Lat. de Acuic.* (19):8-12.

- Contreras, P.J.** 1995. Acuicultura rural tipo II en Colombia, Carta Circular No. 22, Red de Cooperación Técnica en Acuicultura y Pesca, FAO, Oficina Regional, para América Latina y el Caribe. 11 p.
- Chakalall, B. and P. Noriega-Curtis.** 1992. Tilapia farming in Jamaica. Proc. of the Forty-First Annual. Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Nov de 1988: 545-569.
- Chávez, M.C.** 1993. El estado actual de la acuicultura en México y perfiles de nutrición y alimentación, en La Nutrición y la Alimentación en la Acuicultura de la América Latina y el Caribe, FAO, Proyecto Aquila II, GCP/RLA/102/ITA, Doc. de Campo (9), México:109-149
- Chumbiray, M.F.; V.C. Cisneros.; E.K. Sotomayor., O.M. Díaz.; C.C. Salinas.: T.G.Morales y E. Mancinelli.** 1993. Estudio Nacional del Perú. En Diagnostico sobre el Estado de la Acuicultura en América Latina y el Caribe. Síntesis regional GCP/RLA/102/ITA. Aquila II, FAO, Doc. de Campo (11):208-213.
- Clavería, H.R. y S.F. Gordillo.** 1993. Estudio Nacional de Guatemala. En Diagnostico sobre el Estado de la Acuicultura en América Latina y el Caribe. Síntesis regional CP/RLA/102/ITA. Aquila II, FAO, Doc. de Campo (11):187-188.
- Díaz, G.; J. Vázquez y A. Marí.** 1989. Desarrollo de la Acuicultura en Cuba. Manejo de estaciones y pesquerías en aguas interiores. COPESCAL, FAO, Doc. Tec. (6).69 p.
- DIGEPESCA.** 1996. El cultivo de tilapia en Honduras. Direc. Gen. De Pesca y Acuic. (DIGEPESCA), Secretaría de Recursos Naturales, Tegucigalpa. 7 p.
- DNA (MS).** Orientaciones metodológicas para el cultivo de peces en estanques. Dir. Nac. Acuic. (DNA), Min. Ind. Pesq. (MIP).
- Dorado Longas, M.P.** 1993. Cultivo de peces en jaulas flotantes y corrales, en "Fundamentos de Acuicultura Continental" INPA, Colombia. 286 p.
- Dorado Longas M.P. y G.S. Ariza.** 1993. Cultivo integrado a otras actividades agropecuarias, en "Fundamentos de Acuicultura Continental", INPA, Colombia. 286 p.
- Durán Sancho, E.** 1995. Situación del cultivo de tilapia en Costa Rica. . Memorias del I Simposium Centroamericano sobre cultivo de tilapia. Ed. PRADEPESCA INCOPECA ACUACORPORACION y Universidad Nacional Heredia Costa Rica: 27- 32.
- Espinhara da Silva, J., Martín Guerra, C.A. y Mora Filho, M. A.** 1983. Cultivo da tilapia do nilo, en viveros e acudes de Pernambuco. Instrucoes Técnicas do IPA No. 11 Brasil.
- Fadul y Dorado.** 1992. Referido por Dorado Longas M.P. y G.S. Ariza. 993, en "Fundamentos de Acuicultura Continental", INPA, Colombia. 286 p.
- FAO.** 1996. Consulta técnica de la COPESCAL sobre manejo de la pesca en embalses de América Latina. La Habana. Cuba. Informe de Pesca (552) 40 p.
- FAO.** 1997 a. Consulta técnica sobre nutrición y control de enfermedades en la acuicultura de América Latina. La Habana. Cuba. Informe de Pesca (557) 21 p.
- FAO.** 1997 b. La pesca y la acuicultura en la América Latina y el Caribe: situación y perspectivas en 1996. Circular de pesca (921). Roma. 60 p.
- Fonticiella, D.W.; Z. Arboleya y G. Díaz.** 1995. La repoblación como forma de manejo de pesquerías en la acuicultura de Cuba. COPESCAL, FAO, Doc.: Ocas. (10) 45 p.
- Galeano, V.F.** 1993. Estudio Nacional de Paraguay. En Diagnostico sobre el Estado de la Acuicultura en América Latina y el Caribe. Síntesis regional GCP/RLA/102/ITA. Aquila II, FAO, Doc. de Campo. (11):205-207.
- Garzón, F.** 1991. La piscicultura de fomento en Colombia, análisis de la situación actual, DRI, Bogotá, referido por Dorado Longas M.P. y G.S. Ariza. 1993. en "Fundamentos de Acuicultura Continental", INPA, Colombia. 286 p.
- García, M.C.; J. Toledo.; B. González. y Z. Vidaud.** 1992. Influencia del salvado de arroz y su enranciamiento en el crecimiento de alevines de *Oreochromis aureus*. Memoria del I Seminario de Ciencia y Tecnología Pesquera. CIP, La Habana.

- García, M.C.; J. Toledo; B. González.** 1992. Empleo de la *Lemna sp.* en la alimentación de alevines de *Oreochromis aureus*. I Encuentro Nacional de Grupos Multidisciplinarios de la Acuicultura. Resúmenes.
- Gontejo, V.P.** 1984. Producao consorciada de trairao e tilapia. Inf. Agropec. Belo Horizonte, 10 (110).
- González, B.; J. Toledo y M. Rubio.** 1988. Influencia del nivel y fuente de lípidos en la dieta sobre el crecimiento de alevines de *O. aureus*. Bol. de Acuicultura Vol. 1 (4): 11-14.
- González, B.C.; J. Toledo y S. Santana** (manuscrito). Nivel máximo de inclusión de ingredientes proteicos en las dietas de alevines de *Oreochromis aureus*. Laboratorio de Nutrición, Centro de Preparación Acuícola Mampostón (CPAM).
- González, B.C.; J. Toledo y S. Santana** 1988. Nivel máximo de inclusión de ingredientes proteico en las dietas de híbridos de tilapia (*O. homorum x O. mossambicus*) Boletín de Acuicultura, Vol. 1 (1);
- Granados, R.** 1996. Aspectos relevantes de la acuicultura en México, en Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia. UNAM, SEMARNAP, UAMI y Fac. Med. Vet. y Zoot. México: 237-239.
- Greenfield, J.B., E.R. Lira and J.W. Jensen.** 1974. Economic evaluation of tilapia hybrid culture in northeast Brazil. FAO/Carpas Symp. on Aquac. in Latin America. Montevideo.Uruguay.
- Gurgel, J.J. y C.H. Fernando.** 1994. Fishes in semiarid northeast Brazil with special reference to the role of tilapias. Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol. Vol. 79 No. 1: 77-94.
- Hensen, R.** 1991. Development of aquaculture in the Netherlands Antillas and Aruba. Proc. of the Fortieth Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute Curacao Netherland Antilles, Nov. 1987, M.H eds, vol.40.
- INPA.** 1993. Boletín Estadístico Pesquero Colombiano, Colombia. 65 p.
- INPA.** 1995. Boletín Estadístico Pesquero Colombiano, Colombia. 91 p.
- Justo, C., N. Castagnolli, O.A., Cantelmo y F.F. Lindemberg.** 1981.Efecto do manejo na producao de peces em sistema de policultivo. Annais: 2. Simposio Brasileiro sobre Aquicultura 2. Encontro Nacional de Rancultores. pp. 84-85.
- Lin, S.Y. et S.** Tal. 1956. Rapport au gouvernement de Haiti sur la pisciculture. Rapport (538).FAO/56/9/6935. 25 p.
- Lin, S.Y.** 1963. Segundo informe al gobierno de Guatemala sobre fomento de la pesca continental; FAO/EPTA, (1719):44 P.
- Lovshin, L.L. and Popma. T.J.** 1995. Commercial production of tilapia fry and fingerlings. Situación del cultivo de la tilapia en Panamá. Memorias del I Simposium Centroamericano sobre cultivo de tilapia. Ed. PRADEPESCA, INCOPEPESCA, ACUACORPORACION y Universidad Nacional Heredia Costa Rica: 95 - 101.
- Mainardes Pinto, C.S.** 1988 Criacao de tilapia. Boletín Técnico Inst. Pesca No.10. Sao Paulo. Brasil. 13 p.
- Marcillo, E.** 1995. La tilapia en Ecuador. El Universo.
- Marcillo, E.** 1996. Represa de Chongón: Medidas de prevención. El Universo, 2 de Febrero.
- Martínez, E.M.** 1986 Acuicultura rural en América Latina. Estudio de casos en Colombia, Costa Rica y El Salvador. FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Serie RLAC/87/PES-15. Santiago. Chile.
- Martínez, C.A.; C.R. Galván; N.M. Olvera y C. Chávez.** 1988. The use of jack beans (*Canavalia ensiformis* Leguminosae) meal as a partial substitute for fish meal in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus* Ciclidae). Aquaculture, 68:165-175.
- Martínez, E.M.** 1990. Informe de la reunión sobre acuicultura rural en América Latina y el Caribe, Maracaibo, Venezuela, 24-26 de octubre de 1989, FAO, Circular de Pesca No. 829, Roma. 39 p.
- Mercado, J. y C. Gómez.** 1983. Cultivo experimental con *Sarotherodon niloticus* (mojarra plateada) en jaulas flotantes. Informe técnico. Estación Amansaguapo, INDERENA, Bolívar, Colombia referido por Dorado Longas M.P. y G.S. Ariza. 1993. en "Fundamentos de Acuicultura Continental", INPA, Colombia. 286 p.
- Miller, J.W.** 1989. Rapport Final. PNUD/FAO/HAI/84/010. 51 P.

- Morales, D.R.** 1974. El cultivo de la tilapia en México. Datos Biológicos. Inst. Nac. Pesc. INP. 24:24.
- Morales, R.** 1995. Situación del cultivo de la tilapia en Panamá. Memorias del I Simposium Centroamericano sobre cultivo de tilapia. Ed. PRADEPESCA, INCOPEPESCA, ACUACORPORACION y Universidad Nacional Heredia Costa Rica: 1 - 9.
- Negreiros, J.A.; J. Medeiros; J. Pinto; J. Bezerra; O. Costa; P. Lira; R. Ribeiro y S. Silva.** 1993. Estudio nacional de Brasil. En Diagnostico sobre el Estado de la Acuicultura en América Latina y el Caribe. Síntesis regional GCP/RLA/102/ITA. Aquila II, FAO, Doc. de Campo (11):156-161.
- Negret, C.E.** 1993. El estado actual de la acuicultura en Colombia y perfiles de nutrición y alimentación en la "La Nutrición y la alimentación en la acuicultura de América Latina y el Caribe". FAO, Proyecto Aquila II, GCP/RLA/102/ITA Documento de Campo (9) México: 41-57
- Nolasco, R. y Z. Zapata.** 1993. Estudio nacional de República Dominicana. En Diagnostico sobre el Estado de la Acuicultura en América Latina y el Caribe. Síntesis regional GCP/RLA/102/ITA. Aquila II, FAO, Doc. de Campo (11):214-216.
- Olvera, N.M.; P.C. Martínez; C.R. Galván y S.C.Chavez.** 1988. The use of seed of the leguminous plant *Sesbania grandiflora* as a partial replacement for fish meal in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Aquaculture, 71: 51-60.
- Olvera, N.M.; P.C. Martínez; G.S. Campos y P.M. Sabido.** 1990. The use of alfalfa protein concentrates as a protein source in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Aquaculture, 90:291-302.
- Orozco, M.L. y M.A. Velazquez.** 1988. Perfiles de la alimentación de peces y crustáceos en los centros y unidades de producción acuícola en México. GCP/RLA/075/ITA. Aquila/FAO. 139 p.
- Padrón, A. y B. González.** 1991. Empleo del salvado de arroz pre-cocido en dietas para alevines de *O. aureus*. Taller de ACPA, ENACUI. Resúmenes.
- Pérez, E.; J. Penedo y L. Brull.(MS)** Utilización del ensilaje de pescado en dietas para alevines de Tilapia roja. Dir. Acuic.Granma.
- Pompa, T.; U. Hatc.; J. Molnar and F. Ross.** 1990. Draft Report. Jamaica Aquaculture Industry Assessment. Kingston. USAD, Jamaica (citado por Steele, 1993).
- Quiroz, R.** 1994. Intensificación de la pesca en los pequeños cuerpos de agua en América Latina y el Caribe. FAO, COPEPESCAL, Documento Ocasional No. 8, Roma. 41 p.
- Rezende-Melo, F., A. Varneiro-Sobrinho., J.W. Bezerra e Silva y F.M. Barroa Filho.** 1987. Resultados de un policultivo de tambaqui *Colosoma macropomum*. Cuvier 1818; híbridos de tilapias (*Oreochromis homorum* Trev. x *Oreochromis niloticus* L. 1766) e Carpa spelho, *Cyprinus carpio* L., 1758 vr. *Specularis*, consorciado com suínos. Cienc. Cult. Sao Paulo.Vol. 39(4): 379 - 386
- Rodríguez, H.; G. Salazar y G. Polo.** 1993. Estudio nacional de Colombia. En Diagnostico sobre el Estado de la Acuicultura en América Latina y el Caribe. Síntesis regional GCP/RLA/102/ITA. Aquila II, FAO, Doc. de Campo (11):162-165.
- Rubio, M.; J. Toledo y B. González.** 1990. Alimentación de larvas de tilapia (*O. aureus*) con nemátodos de vida libre (*Panagrellus redivivus*). Taller de ACPA. ENACUI. Resúmenes.
- Saborío Coze, A.** 1995. Situación del Cultivo de Tilapia en Nicaragua. Situación del cultivo de la Tilapia en Nicaragua. Memorias del I Simposium Centroamericano sobre cultivo de tilapia. Ed. PRADEPESCA, INCOPEPESCA, ACUACORPORACION y Universidad Nacional Heredia Costa Rica: 22 - 26.
- Salazar, G.** 1993. Consideraciones generales sobre la acuicultura en "Fundamentos de Acuicultura Continental" INPA, Colombia. 286 p.
- Santana, S. y J. Toledo.** 1988. Determinación de requerimientos de proteína para híbridos de tilapia (*O. homorum* x *O. mossambicus*). Rev. Lat. de Acuicultura. (37): 16-19.
- Santana, S. y J. Toledo.** 1989. Determinación de requerimientos de proteína y mejor relación proteína- energía en híbridos de tilapia (*O. mossambicus* x *O. niloticus*). Bol. Acuic. Vol. 2 (4): 10-13.

- Santamaría, E.L.** 1993. El estado actual de la acuicultura en Panamá y perfiles de nutrición y alimentación. En La Nutrición y la Alimentación en la Acuicultura de la América Latina y el Caribe, FAO, Proyecto Aquila II, GCP/RLA/102/ITA, Doc. de Campo (9), México:151-158.
- Sarmiento, M. T. y Lanza, W.** 1995. Situación actual del cultivo de tilapia en Honduras. Memorias del I Simposium Centroamericano sobre cultivo de tilapia. Ed. PRADEPESCA, INCOPECA, ACUACORPORACION y Universidad Nacional Heredia Costa Rica: 16 – 21.
- SEPESCA.** 1988. Panorama Sexenal 1983-1988. Dirección General de Informática. Estadística y Documentación, México. Tríptico.
- Silverira N.** 1993. El estado actual de la alimentación y la nutrición en la acuicultura de Brasil Sur. En La Nutrición y la Alimentación en la Acuicultura de la América Latina y el Caribe, FAO, Proyecto Aquila II, GCP/RLA/102/ITA, Doc. de Campo (9), México:25-29.
- Sobue, S., R.M.A> Ferreira y V. de P.M. Gontijo** 1984. Producao de alevinos híbridos de tilapia. Inf. Agropec. Belo Horizonte, 10 (110).
- Steele, R. D.** 1993. El estado actual de la acuicultura en Jamaica y perfiles de nutrición y alimentación. En La Nutrición y la Alimentación en la Acuicultura de la América Latina y el Caribe, FAO, Proyecto Aquila II, GCP/RLA/102/ITA, Doc. de Campo (9), México:99-107.
- Tacon, A.G.J. and U. B. Barg.** 1997 Major challenges to feed development for marine and diadromus finfish and crustacean species. In: Tropical Mariculture (S.S.de Silva, ed) Academic Press. London (In Press)
- Toledo, J.; J. Cisnero. y E. Ortiz.** 1983. Requerimiento nutricionales en alevines de *O. aureus*. I: Nivel óptimo de proteína con dietas purificadas. Rev. Lat. Acuic. (18):8-12.
- Toledo, J.; E. Ortiz y B. González.** 1986. Sustitución de la harina de pescado por harina de céfalo-tórax de camarón en dietas para alevines de *O. aureus*. Bol. Tec. (3), Emp. Nac. Acuic. (ENACUI). 8 p.
- Toledo, J.: J.A. Cisneros y E. Ortiz.** 1987. Utilización de la harina de morralla en lugar de harina de pescado en la dieta de juveniles de tilapia (*O. aureus*). Rev. Inv. Mar. Vol. 8 (2):
- Toledo, J. y B. González.** 1989. Empleo de la sacharina (derivado de la caña de azúcar) en dietas para alevines de *O. aureus*. Bol. Tec. (17), ENACUI. 6 p.
- Toledo, J. y M.C. García .** 1996. Manual práctico de nutrición y alimentación de peces de agua dulce. Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnologías Acuícolas Mampostón. La Habana. 32 p.
- Toledo, J.; M.C. García y B. González.** 1993. Influencia de la levadura torula en el crecimiento de alevines de *O. aureus*. Memorias del III Congreso de Diversificación de la caña de azúcar. ICIDCA. La Habana.
- Torres, E.** 1993. Cultivo de la mojarra plateada (*O. niloticus*) y la mojarra roja (*Oreochromis spp.*) en "Fundamentos de Acuicultura Continental" INPA, Colombia. 286 p.
- Trewavas, E.** 1983. A review of the Tilapiine fish of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.) Zool.
- Urquía, R.C.** 1993. El estado actual de la acuicultura de Venezuela y perfiles de nutrición y alimentación. En la "La Nutrición y la alimentación en la acuicultura de América Latina y el Caribe". FAO, Proyecto Aquila II, GCP/RLA/102/ITA Documento de Campo (9) México:159-168.
- Useche, C.A.** 1993. Algunas experiencias de policultivo en Colombia en "Fundamentos de Acuicultura Continental" INPA, Colombia. 286 p.
- Valderrama, M.** 1984. Análisis de la situación actual y perspectiva de desarrollo pesquero en embalses de Colombia. INDERENA. Bogotá. 91 p. Vázquez, J. (MS). Informe de la visita a Colombia e Israel. 12 p.