

TILAPIA: SU CULTIVO Y SISTEMAS DE PRODUCCION.

Por L. Luchini (Dirección de Acuicultura, 2006)



Cualquier emprendedor que pretenda cultivar tilapia, deberá comenzar por conocer sus características biológicas, así como las ventajas y desventajas del cultivo de este pez. Por tales motivos, hemos seleccionado, resumidamente, el material básico al alcance de un potencial productor, con el ánimo de que se inicie en el conocimiento de un pez que, como la tilapia, posee un amplio margen productivo, otorgando beneficios a quien se dedique a su adecuada explotación.

Figura.1: producción de pre-engorde en estanques



Fuente: Isla-Pé (Formosa).

PRIMERA PARTE:

Introducción: situación del cultivo de tilapias a nivel mundial y nacional

La FAO sostiene que a nivel mundial, la actividad de acuicultura ha crecido a un ritmo promedio del 9,2% anual desde 1970, comparado con el 1,4% de la pesca de captura y el 2,8 % de los sistemas de producción de carne en tierra firme. Más de 1000 millones de personas en el mundo dependen del pescado como fuente de proteína animal, por lo que se prevee que el consumo por persona/año, ascenderá

desde los 16 kg actuales hasta los 19 a 21 kg en el 2030. La única producción mundial que llega a superar a la producción de la tilapia, es la de la carpa. Si bien el producto tilapia en su gran mayoría proviene de cultivo, tanto de los países latinoamericanos como los asiáticos; también existen pesquerías de esta especie. Dentro de los países latinoamericanos, México lleva la delantera en cuanto a consumo de pescado de captura, con un 90% y por el otro lado su producción proveniente de cultivo (que en el 2002 se encontraba por debajo del 11%), creció últimamente hasta un 15 % (Infopesca, 2005). Por su parte, Brasil mantiene un ritmo de crecimiento anual del 26 % para su sector acuícola total y el cálculo para el 2005, llevaría a duplicar su producción, incrementándose fuertemente el número de piscicultores que cultivan en estanques, represas, lagos, canales de riego, etc.; estando basada tal producción total de acuicultura en especies como la tilapia, el pacú y el tambaquí.

Figura 2: Tilapias de engorde en estanques, talla de comercialización



Fuente: Isla – Pé (Formosa).

Colombia es un país interesante de observar, pues la gran mayoría de su producto tilapia proviene de cultivo y abastece al mercado interno, superando en el 2002 las 35.000 TM, de las cuales 22.000 eran propias y 15.000 importadas desde Ecuador para satisfacer en este caso, la demanda interna de consumo. Sin embargo, Colombia está construyendo una planta procesadora de tilapia con una inversión privada de U\$S 173.000 en Villavicencio (Meta) y una capacidad de procesamiento de 6.000 TM de filetes, los que tendrán como destino fundamental a Estados Unidos (Infopesca, 2005). Asimismo, Ecuador amplió su producción de tilapia luego de los sucesos de enfermedades que redujeron drásticamente su producción camaronera, convirtiéndose en el mayor exportador de filetes frescos hacia Estados Unidos, superando a Costa Rica, anteriormente líder indiscutido (Seafood Int., 2005). El 93 % de las exportaciones de filetes frescos de gran calidad que recibe Estados Unidos, proviene de 3 países latinoamericanos líderes incuestionables en este sector: Ecuador, Costa Rica y Honduras. Este último (sobrepasando los problemas climáticos habidos), aumentó sus exportaciones en el primer período del 2005 hasta más de un 50% del abastecimiento previo.

En el comercio internacional el producto congelado de tilapia proviene de Asia,

reforzando el liderazgo de China Continental, seguida por China-Hong Kong y China-Taipei (Taiwán) y también Indonesia; mientras que Tailandia es el único país de Asia que envía además, embarques de filetes en fresco hacia Estados Unidos. A pesar del crecimiento en abastecimiento que se ha dado en Estados Unidos, los precios aumentaron durante la primer mitad del 2005 en el rubro de filetes frescos. Mientras el total de las importaciones de tilapia por ese país aumentaron en un 10,8%, su valor aumentó por un 20,6 %, indicando altos precios. Los filetes congelados fueron los que más aumentaron, quizás como respuesta a que este producto está bien establecido, actualmente, dentro del mercado general de los "peces blancos congelados". Los precios de los filetes frescos se mantuvieron muy estables en el mercado durante el año 2004, siendo atractivos para los consumidores (Seafood Int., 2005).

Los filetes y tilapias enteras congeladas provienen de varios países productores e ingresan no solo a Estados Unidos, sino también a la Unión Europea; aunque las proyecciones sobre aumento de las exportaciones hacia estos últimos países no se cumplieron frente al importante avance del producto "catfish o bagre" proveniente de Vietnam, cuyos cultivos apuntan a un gran tonelaje para el futuro inmediato. Este producto vietnamita tuvo una gran aceptación por los consumidores europeos. El mercado de tilapia en Europa es difícil de evaluar, pues no existen estadísticas especiales sobre disponibilidad de producto de origen "cultivo". Sin embargo, se conoce que países como Inglaterra, Holanda, Bélgica, Italia y Alemania adquieren filetes frescos y se surten de países de Asia, así como de Costa Rica y Jamaica (origen cultivo); mientras que compran también tilapia de origen captura del lago Victoria (Kenia, Tanzania y Uganda).

La importancia de las importaciones efectuadas por Estados Unidos y el continuo avance de este producto en su mercado, hace que la industria de la tilapia en los países de exportación esté pasando por un excelente momento. Este país, según datos aportados por Infopesca (2005) importa grandes cantidades anuales de tilapia en filetes frescos, congelados y pescado entero congelado; requiriendo aún mayor cantidad de materia prima. El sector filetes frescos es el que ha aumentado últimamente, pero también el producto de filete congelado. Brasil emerge actualmente en el sector, con un fuerte abastecimiento y mostró su alto crecimiento durante el mismo período, aumentando sus embarques por un 260-300%. Otros datos y precios de mercado pueden obtenerse en la Segunda Parte del presente Artículo.

Figura 3: Comercialización en fresco de filetes



Fuente: Isla Pe, Formosa- ventas a comercios de la zona.

Dentro de América Latina y El Caribe, tres países llevan la delantera en acuicultura general: Chile, Brasil y México, que representaron en conjunto el 79% de los volúmenes y el 75% de los valores producidos en esta zona durante el período 2001-2003, estando las cosechas de acuicultura regional, constituidas por salmones, truchas, camarón y tilapia, principalmente (Wurmann, 2005). Estas producciones, según el citado autor, aumentan en casi todos los países de la región



a través de los años; verificándose además un aumento en otros rubros cultivados, como mejillones, ostras, vieiras (u ostiones), abalones, etc. Todos los expertos señalan que Brasil será el mayor productor de tilapia cultivada en el futuro, para lo cual debe aún, ajustar sus costos de producción para alcanzar competitividad y exportación en gran escala.

Por su parte, Argentina es uno de los países con menor desarrollo acuícola en la región y respecto del cultivo de tilapia, alcanza apenas unas pocas toneladas producidas, aunque su potencial pudiera ser mucho más alto, aún teniendo en cuenta las restricciones climáticas (subtrópico) que no permiten más de una producción anual en sistemas abiertos en el NEA y NOA. En sistemas en "jaulas", debido a que se trata de una especie de carácter exótico (introducida al país), los cultivos de tilapia se ven restringidos en varias provincias. La tilapia puede ser también producida en sistemas intensivos semi-cerrados o cerrados, con recirculación de agua (como cualquier otra especie de cultivo) siempre que los costos de producción sean lo suficientemente aptos para una rentabilidad adecuada. Tales sistemas, permitirían que se la cultive en cualquier clima y sin problemas por tratarse de una especie exótica.

Figura 4: Platos elaborados con tilapia de producción argentina.



Fuente: Seminario SAGPyA – Gob. Formosa, 1996.

La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Los peces que se denominan "tilapias", han suscitado y recibido quizás, mayor atención en el mundo que cualquier otro pez. La "tilapia nilótica" es la más aconsejable para ser producida en cualquier sistema, debido a su amplia resistencia frente a diversos factores ambientales y a su manejo ya conocido. Es nativa de varios países africanos y su nombre común proviene del idioma "swahili" que significa "pez" e incluye los géneros *Tilapia* y *Oreochromis* entre otros. La *Oreochromis niloticus* (tal el nombre científico de la tilapia del Nilo o tilapia común), se destaca por su crecimiento más rápido, reproducción más tardía (alcanza mayor tamaño antes de su primera reproducción) y posibilidad de gran



generación de alevinos. Existen diversos linajes de esta tilapia y algunos crecen mejor que otros. La línea "chiltralada" por ejemplo, descendiente de una línea originada en Egipto, llevada posteriormente a Japón y luego a Tailandia (de donde se la introdujo últimamente a Brasil), es una de las que ha tenido gran difusión debido a su amplia respuesta en crecimiento y producción; junto a su manejo simple y gran adaptación al cautiverio. En referencia al manejo y las cosechas, las tilapias son peces algo rebeldes para su captura, especialmente en estanques irregulares o cuando las redes no han sido bien dimensionadas para su trabajo; aunque algunas líneas de tilapia del Nilo son más dóciles, como justamente la mencionada "chiltralada" (Kubitza, 2000).

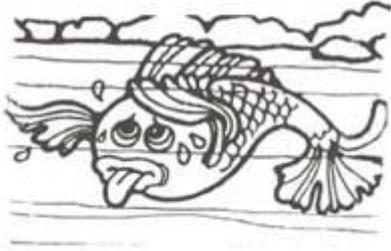
Existe información sobre cultivos comerciales de tilapia en por lo menos 65 países, la mayoría de los cuales se sitúan en el trópico y subtropico. En ambiente natural, las tilapias están situadas muy abajo en la cadena trófica, ya que su alimentación está constituida por algas, materia en descomposición y plancton. En cautiverio, aceptan rápidamente alimento balanceado en forma de pastillas o pellets. De todas las especies, las más cultivadas son, la ya mencionada del Nilo, la azul (*O. aureus*) y varias "tilapias rojas" (*Oreochromis spp.*). Estas últimas se han obtenido a partir de mutaciones de *O. niloticus* y *O. mossambicus* que posibilitaron el desarrollo de líneas híbridas con coloración que varía desde el rosa claro, pasando por el amarillo-naranja, hasta la coloración naranja-bermeja. Estas líneas abrieron mercados en aquellos lugares donde no era aceptada la coloración original. Sin embargo, es importante anotar que la carne de todas estas especies es muy similar y lo que varía es solamente el color externo, por lo que para todos los productores potenciales que quieran trabajar con esta especie, la tilapia nilótica, línea chiltralada (o sus descendientes) es la más aconsejable para cultivo debido a las numerosas ventajas que presenta; mientras que las líneas rojas híbridas son más propensas a contraer enfermedades y resultan muy llamativas en cultivos a cielo abierto, atrayendo rápidamente a sus predadores y ocasionando pérdidas.

FACTORES IMPORTANTES A TENER EN CUENTA EN CULTIVO DE CUALQUIER SISTEMA:

Calidad del agua de cultivo: esta especie es reconocida por sus amplios límites de tolerancia, adaptándose a diferentes condiciones de calidad de agua, en comparación con otras especies de cultivo. Es bastante tolerante a concentraciones bajas de oxígeno disuelto, se adapta a una franja amplia de acidez y alcalinidad del agua, puede producirse en aguas salobres y saladas y tolera mayores concentraciones de amoníaco, frente a otros peces de cultivo. Estas características, hacen que las tilapias, junto a las carpas, sean los peces de mayor cultivo a nivel mundial.

Rango térmico: Su óptimo se encuentra comprendido entre 27 y 32°C. Por encima de los 32°C o por debajo de los 27°C su apetito se reduce junto con su crecimiento y por debajo de los 20°C, prácticamente se detiene. En regiones donde las temperaturas se sitúan entre los 18 - 15°C o menos, en forma continua, no es posible cultivarlas en estanques o jaulas a cielo abierto, ya que por debajo de estas temperaturas el sistema inmunológico de estos peces se suprime y son altamente susceptibles a las enfermedades. Temperaturas dentro de la franja comprendida entre los 8 y 10°C son generalmente letales. A temperaturas por encima de 38°C el estrés térmico también suele causar mortalidades altas. Estas limitantes convierten a la tilapia en una de las especies potencialmente aptas para cultivo en las zonas de mayor temperatura de nuestro país, entre los paralelos 22 y 28° de latitud sur en cultivos a cielo abierto y hasta aproximadamente los 30°, en este último caso para la fase de engorde a mercado; siempre teniendo en cuenta

los registros de temperaturas respecto de la altitud del sitio considerado (Wicki y Gromenida, 1997).



Oxígeno disuelto: si bien las tilapias toleran en general las bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, existen diferencias entre las fases de cultivo y según las densidades empleadas. Por ejemplo, para alevinos de entre 10 y 25 gramos de peso, Kubitzka señala que soportan concentraciones de 0,4 a 0,7 mg/litro durante 3 a 5 horas (medidas entre 2 a 4 semanas consecutivas

por la mañana, sin registrarse mortalidades). Green et al, 1984, informaron por su lado, que la tilapia del Nilo tolera oxígeno cero (anoxia) hasta por 6 horas consecutivas, sugiriendo la posibilidad de que estos peces posean respiración anaeróbica. Sin embargo, como todos los peces de cultivo, las tilapias sometidas a este tipo de régimen o a una fuerte disminución de este gas, son más susceptibles a contraer enfermedades y su respuesta en crecimiento es mucho menor a la normal. Otros autores han observado por ejemplo, que el aumento de concentración de oxígeno en el agua mejora el crecimiento y la conversión alimentaria en la "tilapia azul", cuando se la maneja en sistemas de recirculación. También para el caso de cultivo de tilapias en sistema intensivo en tanques, el aumento de renovación de agua mantiene niveles de oxígeno aceptables y favorece el crecimiento y la conversión alimentaria, sin que los niveles de amoníaco alcancen a ser limitantes.

pH: la especie presenta baja sobrevivencia en aguas de bajo pH. En experiencias realizadas en aguas de pH 4,0, solamente sobrevivió un 40% de la población de cultivo en estanques. El rango aceptable para cultivo se extiende entre pH 6,5 y 8,5. En aguas con pH 3,0 ha sido constatada su muerte total entre 1 y 3 días y en aguas con pH 2,0 sobreviven solamente durante 12 horas. Frente a una exposición en aguas ácidas, se produce la destrucción total del tejido branquial que es, por otra parte, el tejido esencial para la respiración y excreción en los peces. A pH por encima de 10, las mortalidades son también significativas. Este último valor es importante a tener en cuenta, especialmente en estanques donde el fitoplancton se desarrolle en exceso (aguas demasiado verdes) ya que en aguas de baja alcalinidad, el pH puede alcanzar hasta 12 en la escala, en días muy soleados o hacia el final de la tarde. Si esto se produce frecuentemente, se inhibirá el consumo de alimento, afectando el crecimiento de los animales (Kubitzka, 2000). Aunque no se produzcan mortalidades por estos cambios de pH en el transcurso del día, un elevado pH puede potenciar problemas de toxicidad debido al amoníaco.

Amoníaco: se trata de un producto de desecho, que proviene de la excreción nitrogenada de los propios peces en cultivo (por su actividad metabólica) o también de la descomposición de desechos orgánicos existentes dentro del sistema. El amoníaco y los nitritos son tóxicos para los peces, pudiendo producir la muerte directamente según las concentraciones registradas. En concentraciones no letales afecta la respuesta en crecimiento de los peces e influye sobre la incidencia de enfermedades. La concentración del amoníaco se eleva durante el cultivo a medida que este transcurre, por lo que el productor deberá estar atento a su evolución. Conviene realizar mediciones semanales cuando se trata de cultivos intensivos donde el nivel de ofrecimiento de alimento externo es alto y en los cultivos abiertos, con registros de tipo periódico. Los registros de pH y amoníaco en los estanques o tanques de cultivo deben realizarse hacia fines de la tarde debido a que ambas variables aumentan a lo largo del día, cuando el cultivo se efectúa a cielo abierto. Existen numerosos datos sobre valores máximos de amoníaco en agua para distintas especies de tilapias y existen Tablas al respecto de este parámetro en relación a la temperatura y el pH del medio.

Otros parámetros: la alcalinidad total del agua debe situarse para tilapia entre

100 a 200 mg/litro; mientras que los nitritos deberán establecerse en menos de 0,1 mg/l. Por su lado, los nitratos producto final de la degradación del amoníaco (no tóxicos), podrán situarse en los 10 mg/litro. Estas dos últimas variables están íntimamente relacionadas con ciclo del nitrógeno en los sistemas.

SISTEMAS DE CULTIVO

Los sistemas de cultivo conocidos cubren aquellos de tipo comercial que se desarrollan en forma semi-intensiva e intensiva en nuestro país, por tratarse de una especie exótica que no puede cultivarse libremente en forma extensiva en ambientes naturales. Los cerramientos o recintos empleados para ello abarcan desde estanques excavados en tierra en sistema semi-intensivo o intensivo, hasta jaulas o recintos suspendidos en cuerpos de agua aptos y manejados intensivamente o bien, sistemas intensivos con recirculación parcial o total del agua (semi-cerrados o cerrados, respectivamente). Estos últimos son empleados especialmente para cultivos instalados fuera del área climática de posible producción de la especie y siempre que su costo sea rentable para un productor.

En todos los casos, lo mejor es trabajar con poblaciones monosexo "machos", es decir con peces revertidos a sexo masculino (a excepción de los cultivos en jaulas). La reversión sexual se realiza por medio de inclusión de hormona durante los primeros 30 días de alimentación bajo cultivo, hasta que los animales alcanzan una longitud total de 17 a 20 mm. En sistemas de cultivo en "jaulas" puede emplearse ambos sexos, ya que la hembra no retiene los huevos fertilizados en su boca, perdiéndolos. Los cultivos abiertos, en sistema semi-intensivo, producen entre 4000 a 10 000 kg/ha/ciclo, dependiendo de la calidad y temperatura del agua y del alimento utilizado (Popma y Lovshin, 1994). En sistemas intensivos en estanques abiertos, con aireación complementaria y recambio parcial de agua (2 o más veces al día) se han obtenido cosechas de más de 20.000 kg/hectárea. En modalidad intensiva, con jaulas de bajo volumen y alta productividad (en cuerpos de agua aptos para ello), los rendimientos han estado comprendidos entre los 50 y 300 kg/m³, según los mismos autores.

El sistema de producción adoptado dependerá de varios factores, entre ellos, de la disponibilidad de recursos financieros e insumos; del mercado consumidor al que esté dirigido el producto terminado, del acceso a regiones con temperaturas aptas para cultivo a cielo abierto (en estanques o jaulas); de la disponibilidad de agua de abastecimiento de calidad en el sitio seleccionado; de terreno apto para las construcciones necesarias, del conocimiento del productor acerca del manejo a efectuar durante todas las fases del cultivo; así como de otros factores importantes a respetar en acuicultura para cualquier especie bajo cultivo.

Un concepto importante a determinar durante el diseño del proyecto de cultivo, es especialmente la denominada "capacidad de carga" (que se entiende como la máxima biomasa o cantidad de materia viva) que es capaz de ser sustentada en la unidad de producción seleccionada (sea estanque, tanque, raceway, jaulas o cualquier otro sistema), ya que el crecimiento de los peces bajo cultivo se detendrá cuando dicha capacidad alcance su máximo y cualquier tentativa de superar este límite, podrá posibilitar la pérdida del cultivo a menos que se incremente la tecnología a utilizar (aireación, oxigenación, recirculación, etc.). Por ello es tan importante que el productor defina el sistema y conozca previamente las densidades de cultivo a las cuales piensa colocar sus peces en las distintas fases del mismo, según las características de esta especie. Generalmente, estos datos se completan con referencias bibliográficas experimentales o por estimaciones basadas en cultivos de otros productores. La cosecha de los peces se debe ejecutar al alcanzar la "biomasa económica", cuando se acumula la máxima rentabilidad del cultivo.

En acuicultura, es conveniente realizar la producción a través de diferentes fases de

cultivo y lo mismo sucede con la tilapia, ya que ésta es la mejor manera de optimizar el uso de la unidad del sistema en cada paso. Existen trabajos en Brasil, donde se ha demostrado que una piscicultura puede producir un 38% más de tilapias utilizando tres (3) fases de cultivo, en lugar de una sola. Por ejemplo: una fase única de cultivo, implicaría cultivar los peces en una misma unidad, abarcando el tiempo de cultivo desde 1 g hasta 500 – 600 g (listas para su venta en clima subtropical). Sin embargo, el mayor rendimiento se obtendrá si este lapso se divide en por lo menos dos fases, donde la primera abarque desde 1 g hasta 30 g (conocida como de “pre-engorde”) y la segunda desde 30 hasta 200 a 500 gramos (que sería en general, el peso máximo obtenido durante la “estación de crecimiento”, considerada para la especie a cielo abierto y en el subtrópico argentino. Si se tratara de un sistema de recirculación cerrada, el productor debería determinar estas fases según el máximo del peso al cual deseara arribar, pero separando siempre el pre-engorde del engorde hasta alcanzar el mercado (500-600 gramos o más) y según la rentabilidad a obtener (sobre este particular no existen datos suficientes en cuanto a densidades aconsejables).

Localización del sitio de cultivo: para proceder al cultivo de esta especie, se deberá respetar:

a) las indicaciones para desarrollo de ciclo completo o de engorde únicamente, de acuerdo al rango de temperaturas referido a la especie; exceptuando aquellos cultivos realizados bajo techo (invernadero con ajuste de temperaturas aptas en raceways) o en cultivos parcialmente recirculantes o totalmente cerrados.

b) para cualquier producción, se deberá contar con el permiso provincial correspondiente que habilite el cultivo de la especie (no todas las provincias aceptan la introducción en su territorio de esta especie de carácter exótico) y con la inscripción “obligatoria” en el RENACUA (Registro Nacional Único de Establecimientos de Acuicultura a nivel de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA (Resol. 1314/2004), un vez inscriptos en provincia. Las presentaciones, tanto para provincias como nación deben hacerse sobre la base del desarrollo del proyecto total.

Fuente de abastecimiento de agua: ya hemos mencionado los parámetros usuales que deben considerarse dentro de la calidad de agua apta para esta especie. Según la calidad física, química, microbiológica y ausencia de parásitos y predadores, se considera que el agua subterránea es la más indicada para la realización de cultivos acuáticos, siempre y cuando se tome la precaución de oxigenarla antes de su entrada a los cerramientos y se realice el análisis pertinente de calidad y bacteriológico. En el caso de los sistemas cerrados, indudablemente esta debe ser el agua de abastecimiento, ya que a su salida en general posee una temperatura de alrededor de los 18°C (en gran parte del país) que le permitirá al productor elevar la misma, con los costos de energía correspondientes. En el caso de procederse a cultivos en jaulas suspendidas será necesario conocer previamente la calidad del cuerpo de agua a emplear, así como la capacidad de carga. El agua subterránea, por su lado, puede contener gases o sales no admitidas para la especie en cuestión.

Quando se trata de cultivos que utilicen agua de abastecimiento superficial, proveniente de ríos, arroyos, manantiales, lagunas o embalses, la misma deberá ser analizada previamente para conocer sus características y deberá estar libre de contaminantes agroquímicos o metales pesados, predadores y parásitos, sí como preventivamente contar con el empleo de mallas que impidan la entrada de predadores de otras especies. ***En resumen, para la utilización de cualquier agua, sea de pozo o superficial, deberá contarse con los respectivos análisis que aseguren su calidad para la especie y tener en cuenta que el caudal disponible sea suficiente y continuo para la producción proyectada y su posible ampliación.***

Selección del terreno: los suelos de limo o arcilla, o una mezcla de ambos con

una determinada proporción de arcilla en su contenido son los ideales para la construcción en el caso de emplear estanques excavados a cielo abierto. El sitio seleccionado debe mostrar una ligera pendiente natural para que los cerramientos puedan vaciarse por gravedad. No se recomienda construir estanques en zonas inundables, zonas de suelos ácidos, arenosos o rocosos o zonas donde se efectúen o se hayan efectuado aplicaciones de agroquímicos in situ o en las inmediaciones. El porcentual de arcilla de los terrenos debe ser de 60% como máximo y de 40% como mínimo. Las pendientes de los estanques deberán ser de 1:100 a un máximo de 1:200. En el caso que los suelos posean más de un 60% de arcilla, los estanques tenderán a resquebrajarse al momento de su secado, originando posteriores filtraciones y en el caso de ser menor al 40%, la arena impedirá la retención del agua. El método de asoleado periódico al efectuar las cosechas es el mejor preventivo contra enfermedades y parásitos. Las muestras para análisis del suelo deben tomarse hasta una profundidad mayor al metro con el objeto de obtener características físicas y químicas del mismo y en diferentes lugares dentro del terreno a ser utilizado.

Producción de tilapia en estanques previamente fertilizados:

A) Cultivos semi-intensivos e intensivos: Como las tilapias son grandes consumidoras del alimento natural disponible en los estanques de cultivo, en muchos países y en el nuestro también, se utiliza este tipo de producción (en sistema semi-intensivo), fertilizando los cerramientos con material orgánico (subproductos vegetales o abonos animales), disminuyendo así los costos de producción. Todo este material es fuente de nutrientes para la producción de plancton o de otros organismos que componen el alimento natural. Es necesario seguir las instrucciones en cuanto al fertilizado orgánico de estanques según los diferentes materiales disponibles (dado que cada abono posee diferente contenido orgánico y consume diferente cantidad de oxígeno disuelto durante su proceso de descomposición). El fertilizado inorgánico (que insume un pequeño aunque mayor costo), mejora sensiblemente la respuesta en fitoplancton y por lo tanto el aumento del oxígeno diurno disuelto (en general, se emplea triplefosfato y urea en dosis determinadas). Dependiendo de las características químicas del suelo, podrá necesitarse un encalado previo (cal hidratada o cal agrícola) para equilibrar la acidez de las aguas. En este caso, el tratamiento se efectúa antes del llenado, con empleo de cal a razón de 1000 a 2000 kg/ha durante el primer año de uso y entre 250 a 500 kg/ha durante los años subsiguientes, si fuera considerado necesario.

La renovación de agua en los estanques previamente fertilizados, se efectúa solamente para suplantar pérdidas por filtraciones y evaporación, dado que la recirculación del agua no mantendría la productividad natural o alimento. En este tipo de producción, donde la oferta de alimento es limitada y los niveles de oxígeno son bajos, las productividades se restringen a 1.000 a 3.700 kg/ha/año (o a determinar por ciclo de producción), según las temperaturas y la calidad y cantidad de los fertilizantes empleados. Aun cuando los fertilizantes y abonos sean eficientes, el sistema no soporta alta biomasa en peces (capacidad de carga limitada) ya que el único alimento disponible, es el natural. A medida que se prosigue con el cultivo, deberán realizarse mayores fertilizaciones para incrementar la producción de alimento vivo disponible para los peces; aunque tampoco ésta podrá ser excesiva pues complicaría negativamente la calidad del agua de cultivo. Este tipo de cultivo, con parte de apoyo de alimento suplementario externo y baja recirculación de agua, se emplea con éxito durante la fase de "pre-engorde" en sistema semi-intensivo en estanques, disminuyendo los costos en forma importante. Por otra parte, los sistemas de carácter semi-intensivo son aquellos que más se aproximan a la naturaleza y producen productos más sanos, con menor presencia de enfermedades y parásitos y prácticamente sin aplicación de químicos o antibióticos.

Figura 5: Estanques para producción



Fuente: Isla-Pé – Formosa.

1. **Cultivos intensivos:** utilizan mayor tecnología, con sustitución parcial o total de los fertilizantes por ofrecimiento de alimento externo (elaborado especialmente para la especie), que permite un aumento de la capacidad productiva de las unidades. En este tipo de cultivo (intensivo), los desechos originados en las propias heces de los peces y en los restos de alimentos ofrecidos (dependiendo de su calidad) aumentarán los residuos y disminuirán la calidad del agua de cultivo. La capacidad de carga en tales sistemas es de cerca de 2.500 a 8.000 kg/ha/ciclo y hasta 6.000 a 10.000 kg/ha/ciclo. En estos casos es necesario estar atento frente a los alimentos ofrecidos (en relación a los requerimientos nutricionales de la especie) y por otro lado, mantener el sistema en equilibrio, pues de lo contrario se entrará en serios problemas ambientales (baja calidad de agua, disminución pronunciada de oxígeno y altas concentraciones de amoníaco) que producirán enfermedades, disminución de crecimiento y altos factores de conversión, comprometiendo las rentabilidades. Este tipo de cultivo es especialmente válido para la fase de “engorde” de tilapia, donde una fertilización inicial sería suficiente, pues posteriormente los mismos peces contribuyen con sus desechos a la fertilización del estanque. La degradación de las aguas puede perjudicar el crecimiento de los peces bajo cultivo y aún cuando las tilapias presentan gran tolerancia a la variable de oxígeno disuelto, este factor es el que limita la capacidad de carga y la producción a obtener. Dependiendo de la calidad de ración utilizada, Kubitz (2000) señala una cantidad de alimento diario a ofrecer en torno de los 60 a 90 kg/ha/día, debiéndose determinar estas cargas según las condiciones dadas de cada cultivo.

Se puede **aumentar la producción en los estanques o tanques**, sometiendo los cultivos a una aireación suplementaria para aquellos cerramientos donde la renovación de agua es limitada y se emplea ración completa, la densidad de cultivo es alta o bien, en el caso que se necesite aumentar el ofrecimiento de alimento más allá de lo señalado previamente. En este caso, los niveles de amoníaco pueden aumentar críticamente hacia el final de la tarde, cuando los valores de pH están por encima de 9-10 unidades debido a la intensa actividad fotosintética del fitoplancton. Este factor puede producir la intoxicación de los peces, disminuir su crecimiento y reducir el consumo de alimento; por lo que las variables físicas y químicas deben registrarse cuidadosamente, aún manteniendo aireación continua o suplementaria. La renovación, con recirculación del agua disminuye por su lado la concentración de los desechos y por lo tanto contribuye a la disminución del amoníaco, lo que



permite aumentar la cantidad de alimento y la capacidad de carga de las unidades. Si además se emplea aireación suplementaria o continua, el sistema se volverá más receptor. En Israel, por ejemplo, se han obtenido hasta 70.000 kg/ha en producciones realizadas en sistemas intensivos en tanques circulares con 3 recambios parciales de agua por día y remoción de los desechos producidos (Kubitza, 2000).

1. **Producción de tilapias en “raceway”:** los “raceways” son estructuras típicamente largas y estrechas, rectangulares en las que las aguas de abastecimiento fluyen continuamente. Los lados y el fondo pueden ser construidos en cemento, en tierra o en piedra del sitio. Pueden poseer diferentes tamaños y formas (por ejemplo, 2,2 m de ancho por 15 a 30 m de largo). Estos sistemas funcionan intensivamente a mayores densidades (a la manera en que se cultivan las truchas en tierra en nuestro país y el exterior). Los raceways pueden presentar también forma circular y estar configurados en plástico o en fibra de vidrio o metal. El flujo de agua es de cerca de 1 a 20 recambios totales por HORA. De esta forma, los residuos generados se arrastran junto a la corriente de agua y sedimentan en su última parte, a continuación del sistema (a nivel más bajo), de donde se descargan por bombeo o por sifoneo.

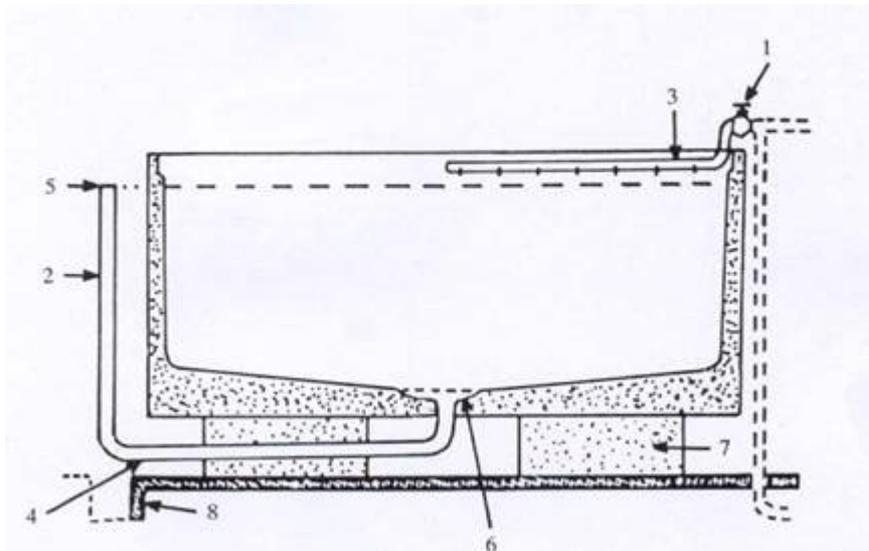
Figura 6: raceways para cultivo intensivo



Fuente: de Internet

Pueden operarse como sistemas abiertos o cerrados. En los abiertos el agua no es re-usada. En los cerrados, el agua es capturada a su salida, filtrada y bombeada nuevamente a través del sistema. A veces se agrega agua para reemplazar las pérdidas por evaporación. En algunos casos, el agua es colectada en un embalse donde las bacterias y otros organismos “digieren” los desechos de la especie cultivada (si la temperatura es adecuada). Pueden estar construidos secuencialmente o en forma individual, siendo estos últimos los más acertados para evitar la propagación de enfermedades. Su capacidad de carga varía entre 60 y 200 kg/m³, según la renovación que exista del agua (el sistema se mejora con aireadores mecánicos o por inyección de oxígeno, teniendo en cuenta los costos de producción). En zonas marginales de producción de la especie, los raceways deberán protegerse bajo invernaderos y según el sitio seleccionado necesitarán de determinada calefacción durante el invierno.

Figura 7: tanques circulares, sistema intensivo (abierto o cerrado)



Fuente: Blanco Cachafeiro, 1995-2nd edit.

1. Los **sistemas de recirculación** también pueden ser utilizados para esta y otras especies cultivables cuando se dispone de una limitada cantidad de agua o cuando es necesario manejar el sistema manteniendo las temperaturas aptas en zonas marginales, como puede darse el caso para producción de tilapia fuera de la región más convenientemente indicada para su cultivo natural, que es el subtropical de nuestro país (NEA y NOA).

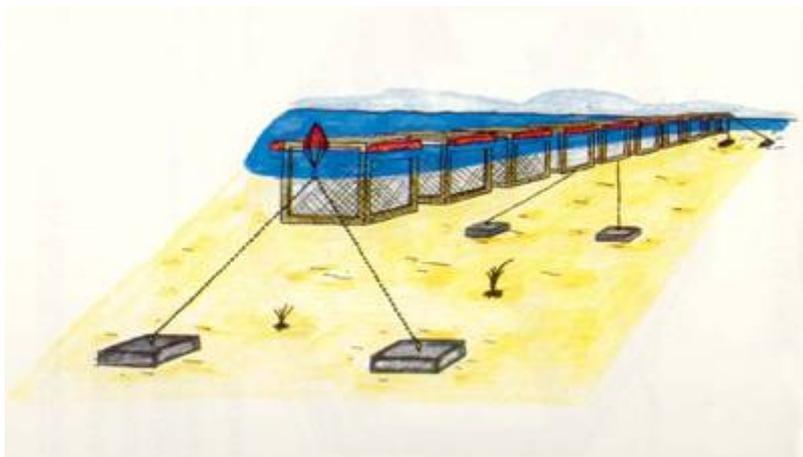
Este tipo de sistema, totalmente cerrado, requiere la utilización de filtros mecánicos para remoción de los desechos orgánicos y de filtros biológicos para promover la transformación del amoníaco a nitratos (no tóxicos). El agua se re-oxigena con aireadores mecánicos o con inyección directa de oxígeno, restaurándose los niveles necesarios de este gas para la vida de los peces. En general la capacidad de carga de un sistema de este tipo, en cultivo de tilapia, con recirculación de agua se mantiene en cerca de los 20 a 60 kg/m³. Los sistemas israelitas desarrollados para producción de tilapia en esta forma, ahorran agua que es el elemento limitado en dicho país. Son sistemas donde se utilizan tanques circulares o hexagonales, con fondos cónicos para favorecer la acumulación de desechos orgánicos y facilitar su descarga centralmente (Kubitza, 2000). Se emplean aireadores para oxigenación o promoción del movimiento circular, que facilita la concentración de los desechos hacia el drenaje central. Se realizan descargas periódicas del agua de los tanques para remoción de los restos de residuos y tales descargas son enviadas a un estanque de sedimentación o represa donde se depositan y donde (si la temperatura lo permite) se producirá además el proceso de transformación del amoníaco en nitratos y también la oxigenación parcial del agua por efectos de la fotosíntesis. El agua es bombeada por último y nuevamente, hacia los tanques de producción. En los sistemas de este tipo, en clima adecuado, los israelitas suelen colocar peces de determinada calidad, como carpas y otros que se alimenten de los desechos enviados y del alimento natural existente y disponible (fito y zooplancton, gusanos, larvas de insectos y otros organismos). La biomasa a obtener en tales tanques con recirculación alcanzan entre 10 y 25 kg/m².

En este tipo de sistema, de recirculación con altas densidades, las enfermedades o parasitosis suelen presentarse frecuentemente y ser elevadas para la tilapia. Infecciones por bacterias del género ***Streptococcus*** han sido las más observadas en Israel, cuando los sistemas son de alta producción. Los infestaciones por ***Trichodina*** y ***Tripartiella*** (Ciliados parásitos) también son comunes e inciden

sobre los peces; así como las producidas por parásitos del tipo de ***Gyrodactilus y Dactylogirus***. Todos estos parásitos, cuando presentes en abundancia, pueden producir la muerte de los peces o disminuir su crecimiento y alterar negativamente el factor de conversión. Según los datos aportados por Kubitzka y otros autores, en estos sistemas cerrados, la mayor incidencia de enfermedades se debe a: 1) las altas densidades de siembra para que el sistema sea rentable y que requieren a su vez, altas ofertas de alimento; 2) el aumento de carga orgánica en el sistema y la gran variabilidad en su calidad de agua; 3) el acúmulo de material orgánico sobre los filtros y tanques, que actúan como sustrato y la multiplicación de los organismos patógenos; 4) la mezcla de agua entre diferentes unidades (si están ligadas entre sí) lo que facilita la propagación de enfermedades y 5) un mayor riesgo en disturbios nutricionales, debido a la baja o nula disponibilidad de alimento natural. Evidentemente, si este tipo de sistema se emplea para producciones no excesivas, con cargas medianas de peces, la incidencia de tales factores será menor; aunque siempre será importante determinar para cada caso, la rentabilidad del sistema propuesto en función de los precios a los que pueda venderse el producto, una vez obtenido.

1. **Sistemas suspendidos** o cerramientos denominados comúnmente "jaulas" muy empleados en países de Asia y América Latina, donde Brasil por ejemplo, ha aumentado su capacidad de producción utilizando para ello los grandes embalses públicos de generación hidroeléctrica. Entre las ventajas del cultivo en jaulas, se menciona principalmente la menor inversión inicial (comparado con la disponibilidad de terreno, construcción de estanques, tanques o raceways), la posibilidad de trabajar sin reversión sexual, producción intensiva, la reducción del "mal sabor" que puede producirse en el resto de los otros cultivos a cielo abierto y finalmente el hecho de facilitar el trabajo a las cosechas parciales o finales. Sus principales desventajas, son la necesidad de emplear raciones completas, al igual que en los sistemas semi-cerrados o cerrados (pues los peces carecerán de acceso a otro alimento que no sea el externo ofrecido), los animales se estresan más, con incidencia de enfermedades y puede existir riesgo de su escape al medio, así como que están frecuentemente sujetos a los robos; todos factores que incidirán en los costos de producción. La producción por ciclo puede variar entre 30 y 300 kg/m³, dependiendo del tamaño de las jaulas utilizadas.

Figura 8: Esquema de un "tren de jaulas" en cultivo.



Fuente: Wicki, G. 1996

Este sistema de cultivo de tilapia, suelen emplear jaulas de "bajo volumen y alta productividad" (Schmittou, 1992). En jaulas de hasta 6 m³, por ejemplo, se pueden producir de 200 a 300 kg/m³ por ciclo (datos de Brasil). En dicho país según Kubitza, se han producido hasta 480 kg/m³ en jaulas de 4 m³, valores que deben acercarse, probablemente, a la capacidad de carga de estas jaulas de bajo volumen. En Argentina aún no se han finalizado los estudios emprendidos por el CENADAC con utilización de la especie en estos sistemas. La calidad del agua se mantiene en mejor estado en las jaulas de bajo volumen, debido al mayor intercambio de agua en su interior. Como ya se señaló previamente, si bien en Argentina no existe posibilidad de utilización de embalses públicos por tratarse de una especie exótica, se pueden utilizar otros retenidos de agua, como embalses para riego e inclusive, los grandes estanques empleados en cultivo de otras producciones.