

## ACERCA DEL CULTIVO DE TILAPIA NILOTICA Y TILAPIA ROJA.

### **Conocimientos generales:**

Entre todas las especies pertenecientes al denominador común de “tilapias” (géneros *Tilapia* y *Oreochromis*), la “tilapia del Nilo o tilapia nilótica” es la de mayor conocimiento y producción a nivel mundial, junto al híbrido de “tilapia roja”. Por lo tanto, el género ***Oreochromis*** es el que se considera de mayor importancia dentro de los cultivos comerciales existentes.

Su distribución original fue el sur de Africa Central y a partir de, aparentemente, el año 1939, comenzó su distribución en otros países, de tal forma que, hoy en día, se la encuentra en casi todo el mundo; debido especialmente a su valor comercial y también a su valor social, este último, como especie destinada a una alimentación familiar y de autoconsumo, cuando se cultiva a baja densidad en estanques. Su cultivo se realiza en numerosos países desde América del Norte, Central (incluyendo al Caribe) a Sudamérica; así como en gran parte de los países del Sudeste Asiático, norte de Australia, algunos países europeos, etc. El entusiasmo inicial por su cultivo, se detuvo cerca de la década del 50 al '60, debido al problema suscitado por la superpoblación resultante en estanques, al trabajarse con individuos de ambos sexos. Estos problemas fueron en parte, resueltos posteriormente al solucionarlos con la obtención de poblaciones monosexos y el control de los cultivos (a partir del año 1960).

Las “tilapias” pertenecen a la familia de los Cíclidos, presentando una serie de características distintivas que las diferencian de otras especies, comúnmente conocidas en nuestro país (como “chanchita y cabeza amarga”, por ejemplo).

**Reproducción:** Las principales tilapias cultivadas, pertenecen, como ya se dijo, al género ***Oreochromis*** que posee cuidados maternos, ejercidos sobre los huevos una vez fertilizados y también sobre sus crías en los primeros estadíos. En el primer caso, la incubación es bucal y en el segundo, la madre actúa como refugio de la prole durante las primeras semanas de nacidas. En todos los casos y en forma natural, los machos excavan en el fondo de los cuerpos de agua donde habitan, construyendo nidos en aguas someras, a menos de 1 m de profundidad. La hembra desova entre 1-2 huevos por gramo de peso y luego de la fertilización de la puesta por el macho, los recoge llevándolos en la boca hasta su nacimiento. Las larvas al nacer quedan en la cavidad bucal hasta la reabsorción de su vesícula vitelina y buscan a menudo refugio durante varios días, hasta después de inflar su vejiga natatoria.

La madurez sexual, en función de la edad y la talla, es por lo general temprana, a tamaño pequeño y edad juvenil. En estanques de cultivo y en el trópico, bajo

condiciones de máximo crecimiento, alcanzan su madurez sexual a la edad de 5-6 meses y alrededor de los 150 g; aunque en condiciones de alimentación limitada, pueden reproducirse a pesos tan bajos como 20-30 gramos o menos aún; mientras que en condiciones de clima menos benigno, su respuesta al crecimiento es buena en los meses de mejores temperaturas, y su reproducción es menor.

**Enfermedades:** Se trata de una especie que presenta gran resistencia en cultivo, tanto hacia las enfermedades virósicas como bacterianas y parasíticas. A temperaturas de entre 16-18 °C, raramente muestran signos de enfermedad en ausencia de estrés. Las enfermedades han sido registradas luego de un fuerte estrés sufrido por bajas temperaturas, manejo brusco, condiciones de almacenamiento o pobre calidad del agua de cultivo. Por ejemplo, el hongo *Saprolegnia*, es un parásito que se presenta comúnmente, luego de un manejo inadecuado con temperaturas por debajo de los 15°C; mientras que, bajo condiciones de altas temperaturas y exceso de amoníaco, se producen ataques bacterianos (como por ejemplo de columnaris). Las enfermedades bacterianas más comunes se producen por acción de las *Aeromonas* (septicemia hemorrágica) y muy especialmente por acción de la *Aeromonas hydrophila*, bajo condiciones de bajas concentraciones de oxígeno disuelto, con mayor acción en los cultivos de índole intensiva o superintensiva. Los parásitos externos más comunes, son el “itch” que produce el conocido “punto blanco”, ocasionado por un Protozoo Ciliado, junto a *Trichodina* y pueden causar serios problemas en larvas y juveniles; actuando el primero a temperaturas de 0-24°C y el segundo a bajas temperaturas. Otros parásitos comunes son el *Argulus* y *Laernea* que pueden causar serias pérdidas, como en cualquier otro cultivo de peces.

**Parámetros físico-químicos:** Las especies son, en general, altamente tolerantes a las altas temperaturas, bajas concentraciones de oxígeno y altos niveles de amoníaco; resistiendo además, las altas salinidades, de hasta 20 ppt. La ausencia de habilidad de la tilapia para tolerancia a las bajas temperaturas, se convierte en un serio problema en la instalación de sus cultivos en regiones de clima templado. Las temperaturas letales se ubican entre los 10-11 °C. Su alimentación cesa por debajo de los 16-17°C y las enfermedades o muertes se producen cuando se las maneja por debajo de los 16-17°C. La reproducción se inhibe cuando las temperaturas se sitúan por debajo de los 20°C. Para su crecimiento, se necesita entre 29 y 31°C. Cuando los peces son alimentados a saciedad, el crecimiento se manifiesta 3 veces superior que a los 20- 22°C. Cuando la temperatura excede los 37-38°C se producen también problemas por estrés.

El primer limitante del cultivo de peces, es la calidad del agua en los cerramientos utilizados. Esta especie sobrevive a concentraciones de 0,5 mg/l, niveles considerados menores que para otras especies. Esta particularidad se debe, en parte, a su habilidad de extraer el oxígeno disuelto del film de agua de la interfase agua-aire, cuando el gas se

encuentra en los cultivos por debajo de 1 mg/l. Por ello, no se recomienda mantener una alta producción de plantas acuáticas superficiales en los mismos estanques, ya que ellas impiden la entrada de oxígeno de la atmósfera, por efecto de los vientos. La concentración normal de oxígeno para una correcta producción, es la de 2-3 mg/litro, ya que el metabolismo y el crecimiento disminuyen cuando los niveles son bajos o se mantienen por períodos prolongados. Crecen mejor en aguas de pH neutro o levemente alcalino. Su crecimiento se reduce en aguas ácidas y toleran hasta un pH de 5. El alto valor de pH, de 10 durante las tardes, no las afecta y el límite, aparentemente, es el de pH 11, ya que a alto pH, el amonio se transforma en amoníaco tóxico. Este fenómeno puede manifestarse con pH situados también a valores de 8, 9 y 10. El amoníaco es más tóxico a altas temperaturas (más a 32, que a 24°C, por ejemplo). La disminución del oxígeno disuelto también aumenta la toxicidad del amoníaco, disminuyendo el apetito y el crecimiento en los peces, a concentraciones tan bajas como 0,08 mg/l. En cuanto a los niveles de predación (especialmente por pájaros) las líneas de tilapias rojas y blancas son las más susceptibles a sus ataques.

**Alimentación:** las tilapias se alimentan en ambiente natural de una amplia variedad de ítems, desde plancton, organismos bentónicos, invertebrados de la columna de agua, larvas de peces, detritus, materia orgánica en descomposición, etc. En estanques con alto suplemento externo, el propio alimento natural abastece solamente un 30-50% del total. En policultivo con otros peces (carpas/tilapia; catfish/tilapia, etc), el alimento natural se considera muy importante.

Las especies mencionadas, son eficientes, aunque no perfectamente “filtradoras” de organismos de la columna de agua; sino que sus branquias generan un mucus que atrapa las partículas y las células del fitoplancton. La digestión y la asimilación se realiza a través de un largo intestino que llega a ser 6 veces el total de su cuerpo. La tilapia nilótica es muy eficiente en consumo de algas del fitoplancton. Si bien esta especie no ingiere activamente vegetales superiores como otras (*T.rendalli* o *T.aureus*), puede limitar su crecimiento cuando es cultivada en estanques. En cambio, digiere entre un 30-60% de la proteína contenida en el plancton (algas azules y verdes) siendo las primeras mejor digeridas que las segundas.

Cuando los estanques son fertilizados con abono animal, estos actúan también como alimento (abono de cerdos, de gallina u otros animales de granja). Las tilapias no disturbaban los fondos como ocurre en el cultivo de carpas comunes. Los peces buscan invertebrados durante el día e ingieren principalmente, aquellas bacterias contenidas en la materia orgánica en descomposición. También incluyen en su alimentación, invertebrados de la columna de agua y aunque no son piscívoras, pueden abastecerse, ocasionalmente, de larvas de peces e inclusive de las propias. Los juveniles grandes y los adultos son muy territoriales y la turbidez del agua reduce su agresividad; aunque

este fenómeno produce desigual crecimiento a altas densidades, cuando el alimento es limitado. Utilizando alimento natural, los rindes son de más de 1.500 kg/ha que pueden sostenerse en estanques, sin alimento externo, solo con una adecuada fertilización.

**CULTIVO:** puede dividirse, como en todo cultivo acuícola, en cuatro fases: reproducción, producción de larvas (larvicultura); etapa de pre-engorde o de nursery y fase de engorde final.

La fecundidad de esta especie es baja, pero de todas formas debido a sus múltiples desoves (**especialmente en el trópico**) se produce superpoblación en los estanques antes de alcanzar el peso y talla de mercado; aunque ellos se producen en menor cantidad en nuestro subtrópico. También puede manifestarse “enanismo” cuando se realizan cultivos de ambos sexos (al reproducirse en los estanques y cambiar la densidad inicial del cultivo). La superpoblación puede prevenirse o por reversión sexual previa y por control, o por realización de cultivo en jaulas suspendidas; ya que, en estas últimas, los huevos caen a través del fondo de la malla del contenedor, antes de que la hembra pueda recuperarlos para su incubación bucal.

El mejor cultivo a escala comercial es aquel que realiza los engordes de ejemplares exclusivamente “todos machos” (>95% machos). Estos cultivos no solo previenen la reproducción en los estanques, sino que los machos muestran mejor crecimiento que las hembras. La técnica más conocida para lograrlo es la denominada de “reversión sexual”, ampliamente utilizada y que permite trabajar de esta forma. La hibridación también ofrece resultados positivos y asimismo la separación manual, por descarte de las hembras, una vez adquirida su práctica.

**Reversión sexual:** durante este proceso, se administra un esteroide masculino a las larvas recién nacidas que poseen entonces tejido gonadal aún no-diferenciado; por lo que estas hembras genéticas, desarrollan tejido testicular; produciendo individuos que crecen y funcionan reproductivamente como machos. La reversión sexual se cumple por medio de la ingestión oral de la hormona administrada. El procedimiento deberá iniciarse antes de la diferenciación del tejido gonadal primario, dentro del tejido del ovario que, en condiciones de temperatura de 24 a 28°C se produce en la tilapia nilótica a una talla de solo 11-13 mm y unas 3-4 semanas de nacidas. Las grandes cantidades de larvas de edad/talla requeridas, son producidas en estanques o cerramientos tipo tanques, o bien, en jaulas.

En **pequeños tanques** artificiales, se colocan los reproductores de 0,3 a 0,7 kg/m<sup>2</sup>, con un recambio de agua suave y una tasa de 2-3 hembras por cada macho. Las larvas son en general retiradas de la superficie del agua, iniciándose la recolección, unos 10 días posteriores a la siembra inicial. Cada uno de los tanques se vacía y recicla

posteriormente a cada producción, debido a que podrían quedar larvas de escapes anteriores que ingerirán a las pequeñas larvas, recién nacidas. En general, en el trópico, se produce 1 larva por cada gramo de peso de cada hembra reproductora (1 millón anual de larvas x cada 100 kg de hembras y 30-50 kg de machos).

Cuando el proceso se efectúa **en estanques excavados en tierra**, se colocan entre 500 a 2000 larvas por m<sup>2</sup>, manejándose SIN recambio de agua. Los reproductores son colocados a una densidad de 0,2 a 0,5 kg/m<sup>2</sup>. Las hembras grandes son mejores. La profundidad debe ser de 30 cm para poder pasar la red de cosecha, fácilmente. Normalmente, NO se controlan los insectos durante el cultivo. Se cosechan los ejemplares unos 15 a 28 días luego de la siembra de los reproductores, según la temperatura del agua. Los adultos son retirados con red y las larvas recolectadas, espumando la superficie. Posteriormente, se debe desinfectar el estanque, para eliminar las larvas que hayan nacido y que no fueron cosechadas. La producción es similar a la de tanques. La técnica es menos laboriosa, pero las larvas son más dispares en talla y es necesario clasificarlas posteriormente.

**Jaulas de red fina:** los reproductores son colocados en jaulas de red de 1mm de malla, a una tasa de 0,2 a 0,6 kg/m<sup>2</sup> y las larvas se recogen cada 2-3 semanas (con tasa de reproductores de 2-4 hembras por cada macho) o cada 5-7 días (1 hembra por cada macho). Se cosechan los huevos y se los traslada al laboratorio o hatchery. Se trata de un cultivo más intensivo, pero con ciertas ventajas: mayor producción, tallas más uniformes; aunque sin embargo, la mayor desventaja es que se necesita de un laboratorio bajo techo.

Las jaulas o tanques, son los cerramientos más utilizados y fáciles de manejar. También se pueden utilizar jaulas para efectuar la reversión, colocando éstas en los estanques, a un promedio de 4.000 larvas /m<sup>2</sup> o en jaulas a una densidad de 3.000 – 5.000/m<sup>2</sup> (según el recambio de agua). La ración diaria al final debe exceder los 100 gramos /m<sup>2</sup> de tanque. Las larvas son alimentadas con una ración que contiene 40-60 mg de 17-alfa-testosterona por kilo de alimento durante 3-4 semanas / 28 días. La ración puede prepararse disolviendo la testosterona en alcohol y mezclándola con el alimento a ofrecer. Se ofrece diariamente dividida en, por lo menos, 2 comidas. Al final del tratamiento, las larvas pesan aproximadamente 0,1 a 0,5 g, dependiendo de la temperatura del agua y la calidad de la ración ofrecida. La sobrevivencia obtenida es menor del 50% o en general, del 70-80% que es lo normal. La presencia de fitoplancton en el agua no disminuye la eficacia del método, aunque en aguas más frías, disminuye la tasa de crecimiento y el tratamiento se prolonga, aunque no se afecta.

Siempre que el tratamiento comience con larvas del tamaño y edad requerida, el % de machos fenotípicos (no viables) obtenidos, excederá en general el 95%, pero el

éxito puede ser solo del 80 al 90%. Las razones por las reducciones ocasionales no se entienden claramente, pero el tamaño inicial y la edad y un demasiado rápido crecimiento (pesos finales que excedan los 0,7 g) pueden ser una consecuencia de ello. Las altas temperaturas y la alta calidad del alimento, con un rápido crecimiento, puede ser causa de un pasaje demasiado rápido por la reversión.

La hormona se elimina naturalmente a lo largo del crecimiento de los peces, hasta que alcanzan la talla comercial. ***Los residuos de esteroides no han sido nunca detectados en los peces que llegan al mercado.***

Las larvas normales pueden ser revertidas sexualmente con un esteroide femenino, resultando “hembras” que son genotípicamente machos (XY) identificados luego de su madurez por la progenie y que se cruzan luego con machos normales (XY). Teóricamente,  $\frac{1}{4}$  de los hijos son YY “supermachos”. Esta técnica no es usada en forma comercial, ya que se la considera complicada.

***Hibridación:*** algunas cruzas dan una progenie del 100% machos. No siempre se obtienen estos resultados, ya que el mecanismo de determinación del sexo en las tilapias es complicado. La ventaja más importante de este método y del anterior, es que no se emplean hormonas.

***Separación manual de sexos:*** el sexado manual se hace inspeccionando la papila genital de los juveniles. En la tilapia nilótica es más dificultoso separar los sexos por medio de observación de la papila, y se necesita que, al menos, pesen entre 25 a 30 g para obtener éxito. Trabajando en campo, se puede obtener una seguridad del 95%. Este método, evidentemente no requiere de esteroides y no posee las desventajas de la hibridación. La técnica es posible de efectuar comercialmente (y a veces hasta más apropiada) en operaciones pequeñas y medianas; no recomendándose para operaciones grandes por poseer varias desventajas. Los obreros más especializados pueden sexar 2000 juveniles/hora, acopiando unos 1000 machos/hora. Los errores son altamente variables y la talla de los peces lo mismo.

#### ***Fase de nursery o pre-engorde:***

Cuando se completa la reversión sexual, los ejemplares pesan alrededor de 0,15 a 0,8 g. Previo al engorde, se los lleva a mayor tamaño. Esta metodología es más eficiente y se utilizan mejor los espacios y la sobrevivencia será también mayor.

En el trópico, la fase de pre-engorde dura entre 5 a 13 semanas, según la talla final que se requiera (por lo que en el subtropico argentino será más extenso el período).

El peso final no deberá ser menor a los 10 g y nunca exceder los 50 g (dependiendo del sexado efectuado) y no es importante si el cultivo es en jaulas.

Con una buena ración alimentaria y temperatura apropiada, cercana a los 25°C, los juveniles alcanzan un peso de 10 a 15 g en 2-6 semanas y 25-30 g en 8-10 semanas. Las temperaturas menores no óptimas, influyen enormemente sobre el apetito y por lo tanto sobre el crecimiento. En presencia de abundante alimento, los juveniles crecen rápidamente al doble de peso a una temperatura de 26°C, cuando se lo compara con 22°C. Las bajas temperaturas afectan el crecimiento (y la duración del pre-engorde o nursery), pero tienen poco efecto sobre la producción final o la eficiencia alimentaria, siempre que los peces no sean sobrealimentados.

Para el pre-engorde, la densidad es principalmente función de la toma de nutrientes y la talla final a alcanzar. Con una buena ración alimentaria, sin proceder a aireación o recambio de agua, la biomasa final puede alcanzar cerca de 2.000 a 3.000 kg/ha. La sobrevivencia en estos casos es del 60-80% y asumiendo un 70%, la densidad para alcanzar los 25 g es de 140.000 – 200.000 /hectárea.

Con un 10% de recambio de agua en promedio, se puede aumentar levemente y al 20%, hasta duplicarlo. En los estanques nurseries, con abundante fitoplancton, el crecimiento será más apropiado y económico; ya que no se alimenta en las primeras semanas, debido al alimento natural disponible que es adecuado para el crecimiento en esta fase; mientras la biomasa sea cercana a los 300-500 kg/ha. En estos casos, los estanques se fertilizan con 1000 a 2000 kg/ha de abono animal, durante la primera y segunda semana (300-800 kg/ha-semana). Los estanques se redan parcialmente cuando permanecen llenos de agua, pues estos peces escapan por debajo de las redes. Se completa la cosecha por drenaje total.

### ***Engorde:***

Esta fase abarca desde un manejo simple hasta técnicas complicadas. Estrategias simples son las de control de la calidad de agua, así como del valor nutricional del alimento complementario, cuando los niveles de producción son bajos. Mayor control, con alimento de mayor valor nutricional, aumenta el costo de los peces a la cosecha. Desde el bajo nivel de manejo al de mayor intensidad, existen varios niveles de producción, cada uno con su diferente manejo; y ello estará de acuerdo a la infraestructura disponible, herramientas de manejo, disponibilidad de capital, costos y disponibilidad de nutrientes, valor en el mercado, etc. En general, las pequeñas operaciones de tipo comercial, con limitado capital o sin nutrientes disponibles de alta calidad, proveen la base a medianas producciones hasta alcanzar las grandes producciones (a gran escala) con alta inversión, intensivas y con alto aporte de

nutrientes. El índice de productividad, los costos de producción y la rentabilidad, son bastante diferentes entre los distintos sistemas de producción. Una cantidad de peces en peso, de entre 30 a 400 kg/ha, puede ser obtenida en estanques que no reciben aporte de nutrientes (ración y fertilizantes); mientras que en aquellos estanques donde los peces reciban ración balanceada, pueden obtenerse entre 4.000 y más kg/ha; según la calidad de la ración ofrecida, el uso o no de aireación y la intensidad del recambio de agua. Por su lado, 200 kg de peces /m<sup>3</sup> (unos 2000 peces/ha), son productividades comunes a obtener en los cultivos en jaulas con alto flujo de agua de recambio y cerramientos de bajo volumen. Todo ello, estará relacionado además con la “capacidad de soporte” de los sistemas empleados y la “biomasa crítica” (cantidad posible a cultivar, de peces en peso, según el sistema) para realizar una buena planificación de la producción objeto. La “biomasa económica” por su parte, se refiere a la cantidad de peces en peso y se sitúa entre la “capacidad de soporte del sistema” y la “biomasa crítica”. La biomasa económica representará el valor de la biomasa en peces a la cual existe la mayor ganancia acumulada durante el ciclo de cultivo (máxima rentabilidad posible a obtener). En ese punto se deberá realizar la cosecha parcial o total de los peces, ya que si el cultivo continúa, se disminuirá la productividad por sistema y bajarán las ganancias. En Argentina, no están establecidas aún, todos estos factores, ya que para ello se necesitará mayor investigación.

### ***Cultivo extensivo en estanques:***

El nivel extensivo, de 1000 a 2000 ejemplares sembrados por hectárea, SIN alimento externo y con solo alimento natural obtenido por fertilizaciones, produce entre 200 a 500 kg/ha/ciclo. Este nivel es económicamente posible si la tierra no es costosa y la construcción de los estanques fuera relativamente de baja inversión. Se justifica solo por dar otros usos a los canales de irrigación o al agua para el ganado en embalsados al efecto.

### ***Cultivo de nivel semiintensivo:***

Las unidades de cultivo, tratan de estanques excavados que se llenan o drenan según necesidad. Se fertilizan con abono inorgánico y /o orgánico para aumentar la producción natural. Se pueden ofrecer alimentos nutricionalmente no completos como suplemento del alimento natural. En general, se fertilizan con 30-50 kg/seco/ha/día de abono, no excediendo los 100 kg. Si el mismo se aplica diariamente, presentará mayores beneficios. La siembra es de 5.000 a 20.000 individuos/hectárea y se cosechan entre 1500 a 2500 kg/ha/ciclo cuando la fertilización se realiza con abono químico y 2000-6000 kg/ha/ciclo en estanques fertilizados con abono orgánico. ***En el trópico***, cada ciclo abarca 6 meses como mínimo.



### ***Cultivo intensivo con aireación de emergencia:***

Se realiza en estanques excavados en tierra, con entrada e intercambio de agua continuo. La densidad de siembra es de 10.000 a 30.000 /hectárea. El alimento deberá ser de alta calidad, con ración peletizada (extruida o no). La alimentación diaria, se efectúa al 2-4 % de la biomasa total con un máximo diario de 80-120 kg/ha. El alimento natural no tiene incidencia debido a la alta densidad de siembra, pero mejora la eficiencia alimentaria. Sin aireación o recambio de agua en forma diaria, ocasionalmente, se provee aireación durante fuertes disminuciones del oxígeno disuelto en el agua y se cosechan entre 5000 a 10000 kg/ha/ciclo.

### ***Cultivo intensivo con aireación rutinaria:***

Se lleva a cabo en estanques, controladamente. La densidad de siembra es de 10.000 a 30.000 kg/ha, con oferta de alimento completo, en raciones peletizadas denominadas “completas” (vitaminas y minerales). La aireación deberá ser constante y rutinaria, con el objeto de mantener el oxígeno disuelto en los niveles apropiados. No existe recambio de agua en este caso (por la aireación) y las cosechas son de 8.000 a 15.000 kg/ha/ciclo.

### ***Cultivo en jaulas:***

Las jaulas utilizadas pueden ser confeccionadas en red de plástico o en hierro plastificado o aluminio. La malla retiene los ejemplares pero permite el intercambio de agua que retira los desechos. Se colocan en cuerpos de agua naturales apropiados. Se siembran machos de 50 a 100 /m<sup>3</sup> en jaulas de gran volumen (> 5 m<sup>3</sup>) y hasta 600 /m<sup>3</sup> en jaulas de pequeño volumen (< 5m<sup>3</sup>). El alimento deberá ser de tipo “completo en raciones peletizadas”. En general, se coloca una malla plástica a la altura correspondiente, que retenga la salida del alimento para reducir las pérdidas por efecto de las corrientes generadas por los mismos peces o el ambiente. Las jaulas de pequeño volumen, resultan ser más productivas por unidad, debido a un mejor intercambio de agua, con respecto a las de alto volumen (por encima de los 10 m<sup>3</sup>). Las cosechas obtenidas abarcan entre 50 a 100 kg/m<sup>3</sup> o más. Se necesita intensa mano de obra para la alimentación y el mantenimiento de las jaulas. Estas deberán estar situadas a unos metros del fondo de los ambientes, para evitar los desoves y permitir una buena oxigenación en el recinto.

El ambiente donde estarán situadas las jaulas presenta también una determinada “capacidad de soporte”. Por ejemplo, en una represa se soportan 6000 kg de peces/ha y una alimentación hasta de 60 kg de ración/ha/día, cuando los peces se cultivan “suelos”

y entre 30 a 40 kg/ha/día en cerramientos. Este límite tampoco debe excederse en el caso de colocación de jaulas en el cuerpo de agua.

***Cultivo en “raceways”:***

Los “raceways” son estructuras con alto flujo de agua, entre 1 y 20 cambios en total de agua por hora. Se utilizan comúnmente para el cultivo intensivo de trucha sobre tierra. Los residuos (heces y sobras del alimento) son arrastrados por la corriente de agua, fuera del desagüe. La capacidad de soporte para las tilapias en cultivo, suele ser en estos cerramientos de entre 60 a 200 kg/<sup>3</sup> según sea la renovación de agua implementada y el uso o no, de aireación. El oxígeno disuelto será el mayor limitante de la producción. En Costa Rica el cultivo mayor de tilapias está implementado en estos sistemas, con raceways excavados en tierra, de alto recambio de agua, donde se producen cerca de 4.200 ton de tilapias de 900 g anualmente. La cantidad de peces en peso colocadas en fase final, es de cerca de 70 kg/m<sup>3</sup>.

***Otros sistemas:*** el sistema de recirculación de agua es una buena alternativa cuando el abastecimiento es limitado o cuando existe necesidad de aumentar el agua. Se instalan filtros mecánicos para la renovación y los residuos orgánicos y filtros biológicos para la transformación del amoníaco en nitratos. Existen en la bibliografía suficiente datos para montar sencillos sistemas de filtros biológicos. Los sistemas de este tipo (por ejemplo el desarrollado en Israel) utilizan tanques circulares o hexagonales, con fondo cónico que permite la salida fácil de los residuos orgánicos (restos de alimentos, heces de los peces, etc.). Se utilizan aireadores para llevar los residuos hacia el centro del tanque y proveer circulación. La eliminación es periódica y el agua saliente se conduce a un reservorio donde se sedimentan los residuos y se produce el reciclado de los nutrientes, así como la oxigenación del agua utilizada. En estos reservorios pueden también colocarse peces, como las mismas tilapias o carpas comunes, que beneficiarán la eliminación de los residuos, puesto que los utilizan. Este tipo de sistema de cultivo, requiere una continua atención del productor, en prevención de fallas o por enfermedades que pudieran producirse.

En la Tabla 1, se puede observar una planificación para producción de tilapia del Nilo, en estanques de baja renovación de agua, sin aireación y con uso de ración completa. Esta planificación se ha extractado de Kubitz & Kubitz, Panorama da Aquicultura, 2000. Por lo tanto está determinada para Brasil, que posee mejores temperaturas para este tipo de producción, que el subtrópico argentino; pero puede servir de guía a los potenciales productores del país, hasta tanto se adapten las tecnologías a esta región y existan datos válidos.

Tabla 1: planificación para producción de tilapia nilótica en tres fases

VARIABLES	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Peso inicial (g)	1	30	90
Peso final (g)	30	90	400-450
Biomasa final (kg/ha)	6.500	6.500	8.500
Supervivencia (%)	85	95	98
Duración de la fase	60 días	60 días	120 días
Peces sembrados (m <sup>2</sup> )	26	7,6	2,0
Peces cosechados (por m <sup>2</sup> )	22	7,2	1,9
Relación entre áreas	1	2,9	21,0
% de área total	4	12,0	84,0

Fuente: Panorama da Aquicultura, 2000.

### ***Crecimiento en función de la densidad de siembra:***

El crecimiento es función de la densidad de peces a la siembra, de la calidad de agua (temperatura, oxígeno disuelto y otras variables correspondientes) y de la tasa máxima de alimentación ofrecida. Las tilapias sembradas a una densidad de 1/m<sup>2</sup> en estanques, crecerán más rápido que a 100/m<sup>2</sup>, con nutrición apropiada y calidad de agua controlada. El crecimiento se retarda cuando la densidad de siembra es alta y la calidad del agua es pobre. Cuando se alimenta con una ración incompleta, el crecimiento disminuye a las altas densidades colocadas, debido a que cada pez no recibirá el suficiente alimento natural para abastecer la deficiencia nutricional de las raciones ofrecidas.

Las tilapias cultivadas a bajas densidades, solo con alimento natural producido en los estanques, podrán crecer a tasas óptimas hasta que el alimento comience a ser el limitante del crecimiento. Cuando se aumenta la densidad de siembra, el abastecimiento de alimento comienza a limitarse y el crecimiento, por lo tanto, disminuye. Para mantener un rápido crecimiento a una densidad tan alta como 1-2 peces/m<sup>2</sup>, se deberá complementar con ofrecimiento de alimento externo. La densidad de siembra podrá aumentarse y el crecimiento será más rápido siempre que se mantenga prolongadamente la calidad de agua. En general, mientras el ofrecimiento diario de alimento no exceda los 80-100 kg/ha, los nutrientes no asimilados (provenientes del alimento ofrecido), aumentarán la producción del alimento natural sin un serio empobrecimiento de la calidad del agua. A mayor tasa de alimentación, a menudo, la degradación de la calidad del agua, reduce el crecimiento en los peces. La respiración de los organismos del fitoplancton, las bacterias y los peces producirán una disminución del oxígeno disuelto

por debajo de los límites óptimos para un rápido crecimiento de los individuos. La aireación mecánica puede corregir estos problemas, permitiendo el rápido crecimiento a altas densidades de siembra. Sin embargo, cuando se adiciona alimento externo en respuesta a una alta densidad de peces, el amoníaco (producto del metabolismo de las proteínas y de la descomposición de materia orgánica disponible), comienza a convertirse en un factor limitante del crecimiento. Los niveles de nitrógeno de los desechos pueden reducirse por recambios de agua.

Las altas densidades de siembra, resultan a menudo en altas cosechas de peces, pero el crecimiento individual de estos se sacrifica (es decir, a mayor densidad de siembra, menor talla de los animales). A altas densidades, la tilapia requiere un tiempo adicional para alcanzar las tallas de mercado. Cuanto más tiempo queden los peces en el estanque de cultivo, mayor será el riesgo de enfermedades y la probabilidad de que las hembras no deseadas se reproduzcan, compitiendo entonces con las crías nacidas por el alimento y disminuyendo además el crecimiento de los peces inicialmente sembrados. Por ello, los productores deciden sembrar a una tasa de siembra económicamente óptima, siempre que se pueda mantener una buena cosecha por unidad de área que mantenga el rápido crecimiento de los peces.

Los productores de tilapia tienen tres alternativas para acortar el ciclo de engorde: reducir la densidad, mejorar la calidad del alimento, modificar las condiciones ambientales con aireación y/o recambio de agua, lo que permitirá una alta tasa de alimentación, favoreciendo el crecimiento. En las regiones con energía no muy costosa, podrá airearse económicamente los estanques. Cuando esto no sucede, la única alternativa es el recambio de agua (si no es de bombeo) o bien, reducir la densidad de siembra. El éxito de los desoves, se anula en los cultivos en jaulas. Por lo tanto, en este sistema de cultivo, raramente las crías constituyen un problema, aún durante engordes prolongados y además, pueden manejarse a altas densidades.

### ***Utilización de predadores para control de las crías nacidas en estanques:***

Existe un bajo número de peces predadores que pueden ser sembrados para eliminar las crías resultantes de una población de sexo revertido al 95%, a machos. En los países donde existen predadores disponibles, el control de las poblaciones por medio de ellos, es la mejor alternativa. Sin embargo, estos peces no siempre están disponibles. En Argentina podrían utilizarse surubís, catfish sudamericano e inclusive mojarra, todos de hábitos alimentarios carnívoros.

Una segunda alternativa para producción de tilapias más grandes de 400-500 g, es la realización del cultivo en dos fases de engorde. Los peces se cosechan en el subtrópico a los 100 o 200 g. Las hembras y sus crías son retiradas y los machos son

resembrados en una segunda fase de engorde para obtención de mayor crecimiento. La retirada de las hembras es relativamente fácil, debido a su identificación por su menor crecimiento con respecto a los machos y se pueden separar rápidamente por inspección ocular con un clasificador (un cajón con malla de nylon o acero de un ojo que retenga solamente a los grandes machos). La ventaja de estas dos fases de engorde es que el espacio adicional en estanques no se necesita para producir o mantener a peces que se comporten como predadores, y también permite un espacio de estanques con uso más intensivo. La fase uno en estanques, puede realizarse a alta densidad (tanto como sea posible), si los peces van a quedar en cautiverio hasta la talla final demandada en el mercado. La desventaja de dividir en dos fases el engorde, se relaciona a la mayor mano de obra necesaria y al aumento del riesgo de enfermedades, como resultado del estrés por manejo, durante la selección y el traslado.

La siguiente descripción constituye un escenario típico de cultivo con dos fases de engorde. La primera fase de crecimiento abarca desde 30 g a 200-300 g y la segunda fase desde 200-300 g hasta 800-1000 g o menos. En la primera fase, los peces se siembran al doble de densidad que en la segunda, en estanques con aireación en donde las tilapias se alimentan con un dieta completa, los peces de 30 g se siembran a 40.000/ha, creciendo hasta los 200 g o menos en subtrópico, y cosechándose cuando la producción está cercana a los 7.000 a 8.000 kg/ha, y las hembras son retiradas del cerramiento. En la segunda fase, los machos de 200 g se siembran a una tasa de 10.000/ha y se cultivan hasta los 800 g, cuando la cosecha es de alrededor de 8.000 kg/ha.

***Crecimiento en función de las especies o sus líneas:*** la tilapia crece influenciada por la especie o línea de que se trate, así como la cantidad y calidad de alimento, la calidad del agua y la temperatura, el sexo de los peces, la edad, talla, salud y densidad de siembra inicial. Los machos de líneas puras de *O. niloticus* y los híbridos de esta especie, son considerados como los de mejor crecimiento. Los ejemplares de *O. niloticus*, sembrados a 20-30 g y con alimentación de nutrición óptima, calidad y temperatura, pueden alcanzar (en el trópico) 450-500 g en un período de 6 meses (en subtrópico probablemente se extenderá más en tiempo). La *O. niloticus* cultivada en condiciones óptimas e ideales podrá crecer desde larvas de 1 g hasta 600-800 g en 1 año o más (en subtrópico), ya que fuera de la estación con “mejores temperaturas” para la especie, el crecimiento disminuirá. También se deberá poner atención, debido a que la tilapia muere por debajo de los 10°C. El crecimiento de la tilapia roja puede ser especialmente impredecible debido al desconocimiento del parentesco de muchos híbridos de líneas rojas cultivadas en el mundo.

Al comprar los juveniles, los potenciales productores, deben observar siempre que los mismos provengan de una herencia conocida como reputable (especie o línea de

producción conocida, por ejemplo la línea tailandesa, conocida como “chitralada” o la línea jamaicana).

**Cosecha de estanques de engorde:** la tilapia es difícil de cosechar en estanques de gran porte, sin drenar los mismos. Comúnmente, se utilizan redes para las cosechas parciales de tilapia originadas en cultivos en estanques excavados en tierra, con los mismos a nivel de agua completa; pero los peces escapan por medio de saltos y excavan por debajo de las redes, especialmente cuando el estanque posee fondos de barro blando. Para redar efectivamente estos estanques, se necesitará mayor mano de obra y mantener firme la red sobre el fondo y la línea de flotación por encima de la superficie del agua. Aún con numerosa mano de obra, cosechar más de la mitad de las tilapias de un estanque es difícil con una sola red. Los estanques deben drenarse por completo a cada cosecha.

**Alimentos y Alimentación:** las tilapias utilizan, efectivamente, organismos que existen naturalmente en el medio ambiente y que no son ingeridos por otros peces. **Algunos potenciales productores, sin embargo, estiman erróneamente que esta especie debe necesitar, en consecuencia, requerimientos nutricionales muy simples.** Sin embargo, los requerimientos nutricionales de la tilapia, son muy similares a los de otros peces de aguas cálidas. Las tasas de alimentación recomendadas comienza cuando los peces pesan entre 1-5 g, al 10- 7% de su peso corporal y va disminuyendo a medida que aumenta el crecimiento. Para tilapia de entre 100-200 g, la tasa está fijada en 2,5 a 2 y en tilapias de 200 a 400 g en cerca de 2-1,5 % del peso corporal. El peso corporal promedio se deberá determinar por medio de biometrías quincenales o mensuales y de acuerdo a ellas se regula la alimentación. La temperatura es un factor importante dentro de esta regulación; ya que el apetito decrece a bajas temperaturas. Ellas son consumidoras continuas durante la luz del día y estas consideraciones hacen que la alimentación se divida en dos a cuatro comidas diarias. En grandes producciones se utilizan alimentadores automáticos.

La eficiencia de conversión (kg de alimento/kg de peso vivo ganado), es en general menor de 2,0 para alta alimentación y alto nivel de calidad de los alimentos. Con raciones que contengan de 28 a 30% de proteína cruda, adecuada energía, minerales y vitaminas (producciones intensivas) en estanques con producciones de cerca de 4000 kg/ha, este cociente varía entre 1,3 a 1,7 para peces que abarcan desde 20 a 30 g hasta peso final de 400-500 g.

**Proteínas y energía:** el contenido de proteína y energía en las dietas son consideraciones primarias en la nutrición para la **producción comercial de tilapia**. Una adecuada digestibilidad energética (DE) aporta la proteína dietaria máxima para el

crecimiento. Proteína dietaria adicional, sin suficiente energía adicional, disminuye el crecimiento (las fórmulas no solo deben contener los insumos necesarios según los requerimientos conocidos para la especie, sino también la cantidad de energía suficiente para ella).

Los óptimos niveles de DE en las raciones de tilapia con razonable calidad de proteína, son del 8.300 a 9.300 kcal DE/kg de proteína cruda. Se recomienda un alto rango de energía terminal para dietas que contengan alta calidad de proteína. La energía dietaria, no proteica, puede obtenerse a partir de los hidratos de carbono de los granos de cereales (maíz, trigo, arroz, etc.); ya que las tilapias son eficientes en cuanto a digestión de carbohidratos altos en fibras, mucho más, que otros peces de agua dulce.

La calidad de la proteína en las raciones de tilapia, se alcanza a niveles de proteína cruda en las dietas de 35-50%, pero ***económicamente los niveles óptimos en las dietas comerciales para juveniles y adultos son usualmente de entre 25 y 35%***. El bajo final del rango de proteína es más apropiado que los niveles subóptimos de DE (dietas con pocos lípidos y/o altos porcentajes de carbohidratos más complejos).

La calidad proteica de las raciones para tilapia es una función de la combinación de los aminoácidos, que son los “bloques” que construyen las moléculas de proteínas. Las tilapias, como otros peces, camarones y animales terrestres, requieren los 10 aminoácidos esenciales (“esencial” significa que deben ser incluidos en las dietas debido a que los peces no pueden sintetizarlos por sí mismos). Las proteínas vegetales, en general, son deficientes en dos de los aminoácidos esenciales, metionina y lisina. Para un óptimo crecimiento, en sistemas de mayor densidad de carga, se debe elaborar las raciones con insumos de origen animal, como harina de pescado, harina de carne y hueso, etc. En general, con un 7 a 15% se considera un suplemento óptimo y económico. La harina de soja, es uno de los insumos más completos para la necesidad en aminoácidos esenciales de la tilapia (aunque es levemente deficiente en metionina y cistina), pero ella puede reemplazar las harinas de origen animal, o por lo menos la harina de pescado. La harina de algodón puede incluirse con un máximo del 15%, sin causar toxicidad. Otras fuentes de proteína en la elaboración de dietas balanceadas, pueden ser las harinas de girasol, de maní y de colza. Los antinutrientes que ellas contienen no son muy serios para la especie en cuestión.

***Los lípidos, vitaminas y minerales:*** en general, estas sustancias son las generadoras de fuentes de energía y cumplen también otra serie de funciones nutricionales. Existe poca investigación referente a los contenidos de ellos en las dietas para tilapias. El aceite de soja es uno de los ingredientes utilizados por su eficacia y costo. Los requerimientos en minerales no están totalmente estudiados para la especie. El calcio por ejemplo, es obtenido desde el agua a través de las branquias, pero en general se agrega algo de este

elemento. Otras trazas de minerales son derivadas también del agua para satisfacer los requerimientos de estos peces. Sin embargo, debido al relativamente bajo costo de los suplementos minerales en el mercado y como prevención, se agrega un 1% de los existentes en el comercio; especialmente si se objetivan altas producciones. En cuanto a las vitaminas, ellas incluyen las E, Riboflavia, Acido Pantoténico, Vitmina B12 y vitamina C. Sus requerimientos se encuentran en la bibliografía apta.

### ***Perspectivas del cultivo en la Región y el país:***

Finalmente, es importante mencionar que la producción de tilapia en la Región de América Latina y El Caribe, se ha convertido en un cultivo de tipo industrial y semicomercial, que es el fenómeno más notable de los últimos años en materia de expansión de la acuicultura regional (FAO,2003). El destino principal ha sido el mercado de exportación y han influido en ello una serie de factores, como los ambientales, tecnológicos, institucionales y de mercado. La incorporación de Brasil a la gran producción de tilapia, señala un nuevo punto de auge en la tendencia para este cultivo. El mercado interno brasileño, jugará un fuerte empuje para la industria ante posibles saturaciones temporales de los mercados de exportación (Estados Unidos, principalmente). Por todas estas razones, se prevee un futuro e importante crecimiento de este cultivo en la región. Aún cuando las restricciones climáticas en Argentina constituye una desventaja para la implementación y ampliación del cultivo de esta especie, creemos que el mismo puede desarrollarse, pues sería un producto interesante para el mercado interno local, regional y metropolitano, dadas las características que presenta la especie que serían del todo atractivas para el consumidor de nuestro país: filetes de aspecto atrayentes, sin espinas, sin fuerte olor a pescado y dúctiles para el ama de casa argentina.

### ***Bibliografía consultada:***

Popma,T & L.Lovshin, 1994. Auburn University, Auburn, EUA: 1-40 p.  
Kubitza & Kubitza, 2000. Panorama da Aquicultura.  
FAO, 2003. Copescal.