



Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá

**DIRECCION GENERAL DE FOMENTO A LA
PRODUCTIVIDAD Y ASISTENCIA TECNICA**

DEPARTAMENTO DE FOMENTO Y ASISTENCIA TECNICA

**PROGRAMA DE DESARROLLO Y MASIFICACION DE LA ACUICULTURA
RURAL EN PANAMÁ**



**MANUAL DE MANEJO DE PROYECTOS
ACUÍCOLAS**

***Autoridad de los Recursos
Acuáticos de Panamá (ARAP)***

***Dirección General de Fomento a la
Productividad y Asistencia Técnica
(ARAP).***

***Consejo Editorial
Daniel Guevara
Alexander Cobas
Leonel Molina
Técnicos Acuícolas de las Diferentes
Direcciones Regionales (ARAP).***

***Ilustraciones:
Dirección General de Fomento
(ARAP)***

Diseño

***Ave. Justo Arosemena, Bella Vista
Edificio La Riviera
Apartado 0819-05850
Panamá Rep. De Panamá***

Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP)



**Ing. Giovanni Lauri Carreti
Administrador General**



**Licda. Maricel Morales
Sub-Administradora General**



**Licda. Elsie H. de Rubio
Secretaria General**

Presentación

La Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP), a través de la Dirección General de Fomento a la Productividad y Asistencia Técnica, ha realizado ingentes esfuerzos a fin de contribuir al desarrollo de actividades tendientes al enriquecimiento de la dieta diaria del panameño, mediante la edición del ***“Manual de Manejo de Proyectos Acuícolas”***.

Esta publicación pretende apoyar las gestiones de producción acuícola tanto de los productores independientes como de aquellos que son parte del **“Programa de Masificación de la Acuicultura Rural en Panamá”**; de igual manera pretende ofrecer orientaciones generales a los Técnicos Acuicultores, que están involucrados en la asistencia técnica de cada uno de los proyectos que se llevan a cabo en el ámbito nacional.

El ***“Manual de Manejo de Proyectos Acuícolas”***, está constituido por dos partes fundamentales: a) Una informativa de carácter general en la que se ofrece información biológica, sobre las infraestructuras necesarias, la selección de los reproductores, los parámetros de calidad de agua, los tipos de producciones y la alimentación y, b) Una Guía de Manejo de los Módulos del Programa de Masificación, que pretende servir como elemento de orientación en los procesos productivos.

de Este manual que se ofrece para disposición de todos los interesados en la producción de tilapias para el consumo familiar y/o comunal, es producto de dos ejercicios de capacitación que se realizaron durante los meses de diciembre de 2010 y febrero de 2011, los cuales tuvieron como estrategia específica unificar criterios de producción acuícola entre los técnicos acuícolas de ARAP y, de esta manera, lograr la estandarización los procesos operativos y de seguimiento de los proyectos.

EL ADMINISTRADOR



Licdo. Bernardo Jaramillo
Director General de Fomento

Desde hace mas de dos años cuando iniciamos nuestra gestión al frente de la Dirección General de Fomento a la Productividad y Asistencia Técnica, nos trazamos como meta lograr un cambio positivo en esta Dirección, y acabar con viejas prácticas y paradigmas retrógados, con el convencimiento de que solo podíamos lograr ese objetivo con prácticas éticas y una comunicación abierta con mis colaboradores, así como un compromiso serio de coadyuvar con las metas y los mejores intereses del Gobierno Nacional, que preside Don Ricardo Martinelli. Fueron dos años que presentaron importantes retos, pero con satisfacción podemos decir hoy, que gracias al esfuerzo y empeño del gran equipo de colaboradores que me ha acompañado en este periodo, a quienes le inculque que todos eran líderes, sin importar el cargo que desempeñan, desde el aseador hasta el más alto, pudimos lograr dicho objetivo, y este sencullo Manual, es una muestra de ese trabajo en equipo.

Contenido

INTRODUCCIÓN	8
1.- ANTECEDENTES	10
2.- DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	12
2.1.-Taxonomía y Genética	12
2.1.1.-Género Oreochromis	12
2.2.-Biología.....	13
2.2.1.-Funciones Básicas y Metabolismo	13
3.-INFRAESTRUCTURA	16
3.1.-Generalidades sobre la construcción de estanques piscícolas.....	16
4.-SELECCIÓN DE LOS REPRODUCTORES	19
4.1.-Fecundidad.....	20
4.2.-Sexado.....	20
4.3.-Tallas óptimas de reproducción	21
4.4.-Parámetros físicos y químicos óptimos para la reproducción.....	21
4.5.-Reproducción artificial.....	21
4.5.1.-Reproducción selectiva e hibridación	21
4.6.-Época de reproducción En Panamá, los peces se reproducen durante todo el año.	23
4.7.-Manejo de los alevines.....	23
4.7.1.-Crianza de alevines	24
4.7.2.-Transporte de alevines y adultos para cría	25
5.-PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA	25
5.1.-Temperatura	25
5.2.-PH	26
5.3.-Turbiedad:	26
5.4.-Oxígeno disuelto	27
5.5.-Salinidad	27
5.6.-Equipo recomendado	27
6.- PRODUCCIÓN	28
6.1.-Extensivo	28
6.2.-Semi-intensivo	29
6.3.-Intensivo.....	29
6.3.1.-Estanques	30

6.3.2.-Jaulas.....	30
6.4.-Superintensivo	30
7.-ALIMENTACIÓN	31
7.1.-Determinación de la relación alimenticia.....	31
8.-PATOLOGÍAS COMUNES	32
8.1.-Parásitos	33
8.2.-Hongos	35
8.3.-Bacterias.....	36
9.- GUÍA DE MANEJO DE LOS MÓDULOS	38
9.1.-Preparación de los estanques	38
9.2.-Limpieza del estanque.....	38
9.3.-Encalado.....	38
9.4.-Llenado de los estanques	39
9.5.-Fertilización	39
9.5.1.-Química:	39
9.5.2.-Orgánica:.....	39
9.6.-Selección de reproductores	40
9.6.1.-Reproducción	40
9.7.-Densidades de siembra.....	41
9.8.- Alimentación.....	42
9.8.1.-Ración alternativa de alimentación	42
9.9.-Muestreos.....	43
9.10.-Cosecha	43
9.10.1.-Manejo post cosecha	44
10.-RECOPIACION DE LA INFORMACIÓN DERIVADA DEL MANEJO DE LOS MÓDULOS	44
BIBLIOGRAFIA	45

INTRODUCCIÓN

La acuicultura en nuestro país se promueve en dos direcciones: La acuicultura comercial, que realiza el sector privado y cuyo principal rubro de producción, consiste en la cría de camarones peneidos; y la acuicultura de subsistencia o semi-comercial, donde se destaca el proyecto de piscicultura con su connotación eminentemente social, al ser dirigido fundamentalmente a las poblaciones de recursos limitados.

Aun hoy, algunos de los objetivos específicos del otrora denominado “Programa de Acuicultura de Panamá”, se mantienen y se pueden detallar como sigue:

- a. Suplir con proteína barata, pero de excelente calidad al agricultor de subsistencia y a su familia, mediante la cría de peces que son alimentados con recursos naturales que no compiten con la alimentación humana, o con dietas balanceadas a base de sub-productos agrícolas provenientes de la región.
- b. Reducir la demanda nacional que existe sobre la carne roja mediante la producción económica, en todo el territorio nacional, de especies acuáticas tales como peces, camarones, moluscos, ranas, tortugas, algas, etc., utilizando, los medios ambientes de aguas dulces, salobres y salinas.
- c. Aumentar la producción de organismos acuáticos comestibles en cuerpos de aguas naturales y artificiales tales como ríos, lagos, embalses pequeños y grandes, esteros y el mar, mediante el establecimiento de pesquerías y proyectos de acuicultura en los mismos, así como de la debida tecnología para el procesamiento de la producción.
- d. Promover el estudio de la acuicultura en todo el ámbito nacional, mediante su enseñanza a los niveles de secundaria, vocacional y profesional.
- e. Utilización de una parte del agua embalsada con fines de acuicultura, para actividades agrícolas que requieran riego, con el objeto de aumentar la producción agrícola en el verano.

En este sentido, la Dirección General de Fomento a la Productividad y Asistencia Técnica, conduce el “Programa de Masificación de la Acuicultura Rural en Panamá”, el cual tiene como objetivo fundamental asegurar la disponibilidad de alimentos así como de fomentar ingresos a familias con escasos recursos. El programa está orientado al cultivo de peces, en especial de tilapias, especie dulceacuícola que presenta un potencial significativo en lo referente a la producción de alimentos con alto valor proteínico y de bajo costo.

La Dirección General de Fomento, mantiene aproximadamente dieciocho (18) personas involucradas en la conducción del programa, distribuidas en las provincias de Chiriquí, Veraguas, Los Santos, Herrera, Coclé, Panamá Oeste, Panamá Este y la Sede Central de la Dirección General en la ciudad de Panamá. Éstos técnicos tienen responsabilidades de asistencia y orientación dirigida al desarrollo de cada uno de los proyectos, de manera tal que se garantice la continuidad de los mismos, mediante producciones sostenibles.

Debido a que el programa es incorporado, o sea, que obedece a lineamientos provenientes de una planificación integrada y determinada en planes previamente

elaborados para tal fin, los criterios de manejo y administración de los módulos activos debe ser unificada, consensuada y de única aplicación en cada uno de ellos, como parte de una política de integración técnica institucional.

Durante la realización del **“Seminario-Taller sobre Metodologías de Manejo de Módulos para el Cultivo de Tilapias”**, realizado en las instalaciones del Instituto Nacional de Agricultura (INA) de Divisa, Provincia de Veraguas, después de amplias deliberaciones, intercambio de experiencias y análisis de situaciones particulares de manejo de los módulos entre los técnicos acuicultores de la ARAP, se logró el consenso técnico necesario para la elaboración de este Manual, que sirviera de referencia para la ejecución y desarrollo del programa.

1.- ANTECEDENTES

Programa de Masificación de la Acuicultura Rural en Panamá

El Programa de Acuicultura Rural se inició en 1971 en el MIDA (Ley 12 del 25 de enero de 1973, publicada en G.O. No.17271 del 26 de febrero de 1973) con el "Proyecto de Piscicultura", el cual tuvo una connotación eminentemente social, a través del cual se establece una pequeña piscifactoría en Divisa, Provincia de Veraguas, en donde se comienza a desarrollar las técnicas de reproducción y manejo de peces, caracoles, almejas y camarones de agua dulce.

El programa piscícola a finales de 1980 contaba con 242 estanques tradicionales, con un área de 226,375 m², los cuales fueron construido con donaciones de USAID, FAO, UNICEF y un préstamo hecho al Gobierno Central, por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF); además de los recursos presupuestario del Gobierno Nacional y el Ministerio de Salud.

La Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), concede B/. 992,00, para el desarrollo de módulos agroacuícolas buscando que los piscicultores en torno a la actividad de los estanques desarrollarán adicionalmente actividades como el cultivo de hortalizas, la cría de cerdos, patos, pollos y ganado vacuno.

La construcción de estanques continua con el apoyo de la AID y con financiamiento interno, principalmente con el aporte de las Juntas Comunales, las cuales destinan partidas para tal efecto, lo que contribuyó a que en 1985 se establecieran 572 estanques de piscicultura.

A partir de 1986 se realiza en el país el Proyecto "Producción de Alimento y Desarrollo Comunitario en Comunidades Marginadas Mediante un Programa de Agroacuicultura", con el auspicio del Programa Mundial de Alimento PMA - PAN/2796, que contempló la explotación de estanques piscícolas integrados con cultivos agrícolas y la cría de animales domésticos pequeños, como alternativa eficaz para la producción de alimentos de autoconsumo, así como la inclusión de actividades de reforestación, organización y capacitación de los campesinos y el mejoramiento de las infraestructuras comunitarias. El Proyecto se ejecutó en las provincias de Herrera y Los Santos, beneficiando activamente a 4,830 familias localizadas en áreas de extrema pobreza.

En una segunda fase, el Gobierno Nacional a partir de 1986, pone en marcha un nuevo proyecto a nivel comunitario denominado "Cría de Peces de Agua Dulce", con una concepción más amplia del modelo mediante el establecimiento de 22 módulos piscícolas integrados, financiados por la AID. Estas experiencias constituyen un modelo para otros proyectos en marcha similares, sin embargo, han sido pocas las comunidades beneficiadas de estos programas, ya que los recursos destinados a dicho fin no han sido suficientes, para abarcar a la gran mayoría de comunidades localizadas en las zonas marginadas de nuestro país.

Por otra parte, tomando en consideración el crecimiento demográfico en nuestro país, que genera una serie de incertidumbres respecto al abastecimiento de alimentos de la población, que se ve agravada por situaciones de erosión, urbanización desordenada, empobrecimiento de las tierras, cambios climáticos y disminución de la superficie de tierra cultivada. Todo ello hace necesario tener que recurrir a nuevas alternativas de producción, y una de las alternativas más viables e instrumento concreto que contribuye

de manera eficaz a superar la pobreza de las zonas rurales, lo constituye el promover el desarrollo de la Acuicultura.

Una acuicultura rural basada en el incremento de la productividad natural del agua a través de la construcción de estanques y grandes estanques, prácticas de policultivos (arroz, peces y otros cultivos alrededor de los nuevos estanques) y el uso de alimentos alternativos fabricados a partir de ingredientes locales o de desecho.

Ante esta situación la ARAP, pretendía promocionar el establecimiento y rehabilitación de estanques a pequeños y medianos productores con una actitud de avanzada, mediante las organizaciones productivas, con el objetivo de elevar los niveles de producción, para el consumo y venta de pescado, mediante el uso de sistemas extensivo a semi-intensivo de cultivo, logrando desarrollos más sostenibles.

El proyecto proponía beneficiar a 24,187 personas en total, 700 por módulos de producción piscícola, 10,500 de otras unidades de producción localizadas en las áreas latinas e indígenas y 12,936 por nuevos grandes estanques ubicados en el área indígena.

Ello a través de la implementación y desarrollo de 100 módulos acuícolas de producción de semilla de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), comprendiendo estanques de cría de 100 m², pre ceba de 300 m² y de ceba de 1000 m² aproximadamente, construidos con maquinaria pesada y ubicados estratégicamente en las 10 Regiones de la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP), situadas en las nueve provincias de la República de Panamá, para aumentar la producción de organismos acuáticos cultivados para el consumo humano, al tiempo que se incrementa la capacidad local de producción de semillas de estas mismas especies.

Cada módulo acuícola tendría un efecto multiplicador con la construcción y/o rehabilitación de 10 estanques piscícolas de 300 m² c/u y 5 parcelas de ricipiscicultura de 400 m² c/u, construidas en forma manual, dando como resultado al final del proyecto una cobertura de 1,500 unidades de producción, como alternativa para contribuir a la seguridad alimentaria de 10,500 beneficiarios en poblaciones campesinas e indígenas del país. En la Comarca Ngôbe Bùglé serán beneficiados cinco (5) distritos: Ñurum, Muná, Besiko, Mirono y Nole Duima, en donde se beneficiarán 12,936 indígenas de forma directa.

Como primera actividad se efectuaría la promoción y divulgación del proyecto en las Direcciones Ejecutivas de la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP), las autoridades locales y los potenciales beneficiarios de las comunidades seleccionadas.

Posteriormente se efectuarían las evaluaciones en campo para la ubicación y selección de las áreas que reúnan las condiciones técnicas requeridas para la implementación de las unidades de producción, tomando en cuenta el nivel socio-económico de las familias beneficiadas con este proyecto.

2.- DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

2.1.-Taxonomía y Genética

Las Tilapias son peces teleósteos, del orden Perciforme pertenecientes a la familia *Cichlidae*, y han sido agrupadas en cuatro géneros de la Tribu Tilapiini, dicha tribu es originaria de África y cuenta con alrededor de cien especies, algunas de las cuales han sido recientemente descubiertas. Esta situación, aunada a la diferencia de criterios en cuanto a su posición taxonómica, han dificultado la determinación de las especies, lo que ha ocasionado confusiones en cuanto a su identidad, así como el manejo de las diferentes cruces que se han realizado con propósitos comerciales.

En 1973, Ethelvyn Trewavas, basándose en los hábitos reproductivos y alimenticios, establece dos géneros distintos que son *Tilapia* y *Sarotherodon*. En 1982, el mismo autor decide separar a la tribu Tilapiini en cuatro géneros: *Tilapia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis* y *Danakilia*; con base en los estudios sobre la biología de la conducta y el desarrollo de los incubadores bucales maternos, paternos y mixtos. Posteriormente, en 1983 dividió a esta misma tribu en seis géneros distintos: *Tilapia*, *Tristamella*, *Danakilia*, *Sarotherodon*, ***Oreochromis*** y otro género menos especializado que es *Pelmatochromis*, dicha especie retiene ciertas características que son primitivas en ciclidos.

2.1.1.-Género *Oreochromis*

Las especies de este género presentes en nuestro país, han tenido una excelente adaptación en las aguas intercontinentales, específicamente en los embalses, presas y lagos donde se han logrado introducir. Por este motivo han sido distribuidas ampliamente en todo el territorio nacional, siendo *Oreochromis aureus* y *O. niloticus*, las especies que sostienen en su mayor parte las pesquerías de aguas interiores y cultivos específicos.

Las características más importantes que distinguen a éste género, en comparación con *Tilapia*, es que son incubadores bucales, presentan un marcado dimorfismo y dicromatismo sexual, los huevos son de menor tamaño y éstos carecen de una capa adhesiva. Las tres especies presentes en nuestro país con las cuales se han realizado trabajos de cultivos y bioensayos pertenecen al subgénero *Oreochromis*; éstas son: *O. niloticus*, *O. aureus* y *O. hornorum*.

Para el caso de *Oreochromis niloticus*, la parte frontal del hueso faríngeo presenta un área dentada con una menor cantidad de dientes. Se puede apreciar en la parte superior la presencia de dientes bicúspides y en la parte inferior de monocúspides curvados hacia atrás.

En *Oreochromis aureus*, la parte central del hueso faríngeo presenta área dentada más densa, siendo lo dientes finos y delgados. La pigmentación sobre las coronas es café y más pronunciada sobre la parte superior.

En *Oreochromis urolepis hornorum*, el hueso faríngeo de esta especie, presenta un área dentada cubierta en su totalidad densamente y en forma de triángulo. Los dientes superiores son fuertes, salientes y bicúspides y los inferiores finos y delgados; muy

parecidos a las especies de *O. aureus* y *O. niloticus*. Los monocúspides son curvos, puntiagudos y aplanados.



Foto No. 1 *Oreochromis niloticus*
(Foto cortesía de Ing. América García)



Foto No.2 *Oreochromis aureus*
(Foto cortesía de Lic. Ricardo Ríos)



Foto No.3 *Oreochromis hornorum*
(Foto cortesía de Ing. Hugo Pérez)

2.2.-Biología

2.2.1.-Funciones Básicas y Metabolismo

Hábitos Alimenticios

La mayor parte de las Tilapias, poseen tendencia para hábitos alimenticios herbívoros. Las adaptaciones estructurales a este tipo de dieta, son principalmente un largo intestino muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre las mandíbulas y la presencia de dientes faríngeos, que utilizan para poder cortar y rasgar plantas y hojas fibrosas. De forma general y en base a sus hábitos alimenticios predominantes, las Tilapias se clasifican en tres grupos principales:

a) Especies Omnívoras (que se alimentan tanto de plantas como de animales): *O. mossambicus* (especie que presenta mayor diversidad en los alimentos que ingiere), *O. nilóticos*, *O. spilurus* y *O. aureus*.

b) Especies Fitoplanctófagas (que se alimentan de las algas y organismos microscópicos conocidos como fitoplancton) *O. macrochir*, *O. alcalicus*, *O. galilaeus* y *S. melanotheron*

c) Especies Herbívoras (se alimentan exclusivamente de plantas): *T. rendalli*, *T. zillii*, *T. sparmanni*

Los dos usos más importantes del alimento absorbido son mantenimiento y crecimiento. El exceso de alimento es almacenado en forma de grasa una vez satisfechos los requerimientos.

Crecimiento

Su crecimiento es longitudinal. Esto es para todas las etapas de su desarrollo a partir del alevín. El crecimiento también va a depender de varios factores como son: temperatura, densidad y tipo de alimentación principalmente. La mayor tasa de crecimiento la presentan los machos de 6 a 8 meses, el crecimiento promedio de estos es de 18 a 25 cm, con un peso de 150 a 300 gr.

Respiración

La respiración se define como el consumo de oxígeno y está en relación directa con la temperatura, alimentación, talla y época del ciclo de vida. La Tilapia, por su capacidad de adaptación, puede vivir en condiciones ambientales adversas, puesto que soporta una concentración muy baja de oxígeno disuelto. Esto se debe principalmente a que posee la cualidad de saturar su sangre de oxígeno y de reducir su consumo cuando la concentración de éste en el medio es inferior a los 3 mg/l. Se dice que puede cambiar su metabolismo a aeróbico cuando ésta concentración de oxígeno disminuye. La cantidad de oxígeno disuelto ideal para la Tilapia es mayor de 4.5 mg/l.

Reproducción

Las Tilapias poseen sexos separados, existiendo en muchos casos una clara diferencia entre macho y hembra, que puede ser por la coloración del cuerpo o su tamaño, siendo generalmente los machos de mayor peso y talla que las hembras.

A diferencia de otros peces cultivados, tienen la característica de reproducirse fácilmente en cautiverio sin necesidad de intervención del hombre. De hecho, puede considerarse como uno de los principales problemas, la gran facilidad con la que se reproducen estos organismos así como la precocidad en la que comienza, pues al iniciar ésta, reducen su tasa de crecimiento a la vez que hay una sobrepoblación en los estanques, motivo por el cual se prefiere el cultivo monosexo, principalmente de machos.

Características Reproductivas de la Tilapia Parámetros Reproductivos

Peso adultos	1-3 Kg.
Madurez sexual	Machos (4-6 meses), Hembras (3-5 meses)
Número de desoves	5-8 por año
Temperatura de desove	25-31 ° C
No. de huevos/hembra/desove	Condiciones idóneas: mas de 100
Vida útil de Reproductores	2-3 años
Tipo de incubación	Bucal
Tiempo de incubación	3-6 días
Proporción de siembra de reproductores	3:1 Hembras/Machos
Tiempo de cultivo	7-8 meses o peso comercial de 500 g.

Para llevar a cabo la reproducción, se toman en consideración parámetros ideales de crecimiento, es así que la talla óptima varia de entre 250 a 500 g. y de 12 a 15 cm. de longitud, cantidades que se alcanzan entre las edades de 6 a 12 meses.

Recomendación: El éxito de la reproducción y sobrevivencia de los alevines y crías depende en gran parte de la selección de los reproductores.

Anatomía

El cuerpo de estos peces es robusto comprimido, a menudo discoidal, raramente alargado, con aleta dorsal que tiene de 23 a 31 espinas y radios; la boca es protáctil, mandíbula ancha, a menudo bordeada por labios gruesos con dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos, en otros casos puede presentar un puente carnosos (freno) que se encuentra en el maxilar inferior, en la parte media debajo del labio.

La línea lateral es bifurcada: la porción superior se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal, en la porción inferior, aparecen varias escamas por debajo de donde termina la línea lateral de la parte superior hasta la terminación de la aleta caudal; la aleta caudal truncada redondeada. Generalmente, el macho se desarrolla más que la hembra.

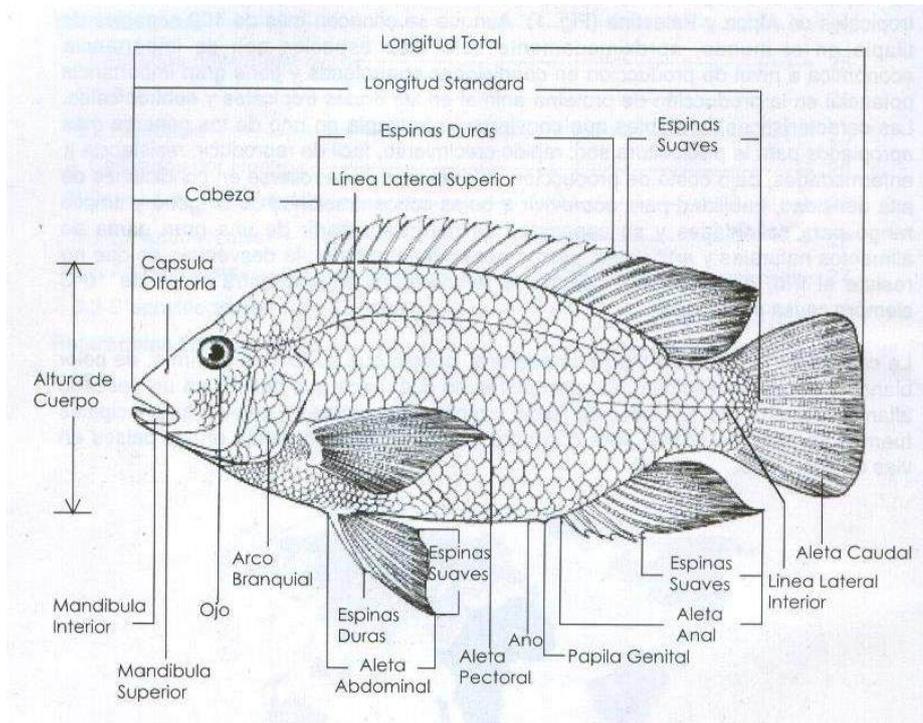


Fig. No.1 Principales rasgos anatómicos externos de un prototipo de tilapia.

3.-INFRAESTRUCTURA

3.1.-Generalidades sobre la construcción de estanques piscícolas.

Ubicación

Lo ideal es ubicarlo en un lugar de fácil acceso en todas las épocas del año, para facilitar el manejo de los estanques.

Selección del terreno

Debe escogerse no muy quebrado porque es costosa la construcción. Es necesario que cuente con una buena fuente de agua para asegurar el abastecimiento permanente. La pendiente de 0,5 a 1,0 % de inclinación. El terreno debe ser lo suficientemente grande para que permita desarrollar y ampliar las estanquerías.

Tipo de suelo ideal

El suelo arcilloso es el más recomendable para la construcción de estanques acuícolas debido a que su granulometría permite mayor compactación e impermeabilidad; al humedecerse sus partículas, éstas aumentan de volumen reduciendo enormemente su porosidad, evitando que el agua se filtre a través de las paredes y el fondo del estanque. El contenido mínimo de arcilla debe ser de 20 al 30 %.



Foto No. 4 Suelo arcilloso recomendado (Foto ARAP)

Es importante hacer un sondeo del terreno hasta dos (2) metros de profundidad para la toma de muestras. Estas deben ser enviadas a laboratorios para su respectivo análisis, no obstante, existen pruebas de campo que permiten la determinación del tipo de suelo con bastante exactitud, como el humedecer y amasar un puñado de tierra y luego lanzarla al aire, de manera tal que al caer al suelo mantenga su cohesibilidad. Otro método pudiera ser verter agua en un hoyo de 20 cm. de profundidad y mantenerla por espacio de 24 horas, para verificar la permeabilidad de la excavación del suelo. En las situaciones donde la tierra se desmenuza al impactar con el suelo y/o no se mantiene el nivel de agua vertida en el hoyo, se debe optar por otro tipo de infraestructura para el confinamiento de los peces.

Agua

El agua para abastecer un estanque debe estar disponible durante todos los períodos del año, para garantizar el buen funcionamiento de las infraestructuras. Es importante tener presente que esta fuente debe estar a un nivel superior, por encima del nivel del agua de las infraestructuras, de lo contrario habría que hacer una represa o embalse.



Foto No. 5 Fuente natural de agua
(Foto ARAP)



Foto No. 6 Detalle del abastecimiento de agua a un estanque, proveniente de una fuente natural (Foto ARAP)

Cabe mencionar que las cantidades mínimas a recomendar para los sistemas productivos están en el orden de los cinco (5) galones por minuto y se incrementan dependiendo del sistema de cultivo. Las fuentes pueden ser de ríos, ojos de agua, reservorios o represas, derivaciones de quebradas, pozos y provenientes de un equipo de bombeo.

Elaboración de planos

Todo proyecto debe contar con planos, estableciendo sus coordenadas geográficas, topografía y abastecimiento de agua, esquema de la ubicación del sistema o los sistemas productivos (estanques, tinas, etc.) Estos deben ser evaluados por la autoridad competente para su aprobación. Para asistencia técnica, se recomienda consultar a los técnicos regionales de la ARAP.

Limpieza del terreno

Se eliminan árboles, raíces, troncos, rocas, piedras, malezas, hasta una distancia no menor de 15 metros del área a trabajar.

Marcación

Se coloca sobre el terreno de construcción todos los detalles de los planos. El mismo permitirá una visual más clara de lo que se construirá. Se podrá consultar con los técnicos de la ARAP, lo referente a la asistencia técnica sobre la construcción y los costos respectivos de los mismos.

Estanquería

Entre las consideraciones a tomar en cuenta están: la zanja corazón y corte de flujo o anillo anti filtrador, colocación del sistema de drenaje, relleno y compactación de los muros, vertederos, colocación del sistema de abastecimiento de agua, zanja de desviación, tipo y ubicación de los drenajes, sistema de liberación de aguas profundas. Estos deben ser planificados resaltando el tipo de suelo, cuenca hidrográfica, tamaño del proyecto, producción y costos operativos.

Otras infraestructuras

Estanques circulares, jaulas, raceway (canales de circulación rápida), su operatividad está relacionada a las características económicas y al tipo de cultivo.

4.-SELECCIÓN DE LOS REPRODUCTORES

El éxito de la sobrevivencia de los alevines y crías y la calidad en general de la producción depende en gran parte de la buena selección de los reproductores, por lo tanto debemos tomar en consideración las siguientes características:

- Peso de 250 a 500 gr.
- Talla de 12 a 13 cm.
- Edad de 6 a 12 meses.
- Deben tener la cabeza y cola pequeña en relación al resto del cuerpo (mayor proporción de carne)
- Deben estar sanos, sin parásitos ni malformaciones.
- Proporción de machos/hembras. La densidad de organismos en un estanque es de 1org/ m². La proporción de hembras y machos es de 3:1

4.1.-Fecundidad

En general, las especies de los géneros *Sarotherodon* y *Oreochromis*, producen un menor número de huevos y de mayor tamaño que las especies del género *Tilapia*. En el primer caso, la fecundidad varía entre pocos cientos y mil a dos mil huevecillos por desove, mientras que en el segundo caso la fecundidad puede alcanzar varios miles de huevecillos por desove. En condiciones de cautiverio todas las Tilapias tienden a producir un mayor número de huevecillos por desove que las poblaciones silvestres. Esto es una medida adaptativa para asegurar la sobrevivencia de la especie cuando las condiciones son adversas.

4.2.-Sexado

El sexado manual es relativamente sencillo aunque resulta muy laborioso, tardado y requiere cierta destreza por el personal que lo realiza. En muchas de las especies de *Tilapia* que se cultivan, ambos sexos pueden ser diferenciados a simple vista debido al desarrollo diferencial de la papila genital que presentan al alcanzar los 50 a 70 gr. En el caso del macho la papila genital posee solamente un orificio, mientras que la de la hembra posee dos y por lo general la papila misma es más pequeña.

El sexado debe realizarse cuidadosamente para evitar introducir hembras al cultivo y de esta manera prevenir su reproducción indeseada en los estanques. Es conveniente realizar esta operación tan pronto como sea posible para ahorrar espacio y no desperdiciar alimento que ocuparían y consumirían respectivamente las hembras. Puesto que el sexado no se puede efectuar con facilidad antes de que los alevines hayan alcanzado los cincuenta (50) gramos de peso, conviene prolongar la crianza de los juveniles hasta dicha talla, y en una misma operación efectuar el sexado y la siembra en los estanques de engorde. En la práctica es posible lograr que la población a engordar esté compuesta hasta por un 95% de machos. Los inconvenientes de este método radican en la posibilidad del error humano y en el desperdicio de las hembras.



Foto No. 7 Diferenciación de sexo en *Tilapias* (Foto ARAP)

A la izquierda se puede observar a un ejemplar macho el cual presenta la papila genital de forma alargada, la abertura del ano y el poro urinario. A la derecha una hembra con la papila genital de forma redondeada, la abertura del ano, el poro urinario y el oviducto.

4.3.-Tallas óptimas de reproducción

Se toman en consideración las siguientes características:

- Peso de 250 a 500 gr.
- Talla de 12 a 13 cm.
- Edad de 6 a 12 meses.

4.4.-Parámetros físicos y químicos óptimos para la reproducción

- Temperatura: 24° a 29°C
- Dióxido de carbono: 5 a 6 ppm.
- Salinidad: 20 ppm.
- Turbidez: 25 cm.
- pH 7 - 8
- Amonio: 0.1
- Nitritos: 4.6 a 5
- Alcalinidad y dureza: 80 a 100 mg de CaCO_3/l

4.5.-Reproducción artificial

4.5.1.-Reproducción selectiva e hibridación

a) Hibridación Interespecífica

Desde el punto de vista taxonómico, la producción interespecífica de híbridos es contradictoria con la definición clásica de especie: grupos de poblaciones que pueden reproducirse entre sí, pero que se aíslan reproductivamente de otros grupos.

Este aislamiento se puede deber a barreras de tipo fisiológico, de comportamiento y geográfico. Dicha contradicción se puede explicar en términos de los mecanismos de la determinación de sexos propios de la Tilapia. Esta explicación, sin embargo, rebasa el ámbito del presente documento. La hibridación interespecífica se basa en que la proporción de sexos de la progenie resultante se aleja considerablemente de la relación 1:1, normal en la reproducción intraespecífica, tendiendo a predominar el número de machos.

El objeto de la hibridación interespecífica es precisamente lograr que la progenie esté compuesta exclusivamente por organismos machos con lo cual se evita la reproducción por completo, logrando así obtener un mayor crecimiento de los individuos y por lo mismo una mayor productividad. Las cruzas más exitosas (> 97% de machos) se han realizado con progenitores genéticamente puros de distintas especies, cuando *O. niloticus* se emplea como hembra y *O. hornorum* como macho. Cabe resaltar, que la pureza genética es fundamental para lograr resultados positivos.

b) Hibridación Intraespecífica

Otro método genético para obtener híbridos machos consiste en revertir hormonalmente a un sexo, para emplearlo como progenitor y cruzarlo con organismos normales de la misma especie. De esta manera la progenie resulta también monosexada. Los híbridos de Tilapia, al igual que en la mayoría de los casos que se presentan tanto en el reino animal como vegetal, tienden a presentar lo que se denomina como vigor híbrido (heterosis). Este se refiere a las características que presenta la progenie híbrida, es decir, a una tasa de crecimiento más elevada y más eficiente conversión alimenticia, además de que en muchos casos tienden a ser más resistentes a diversos parámetros ambientales extremos que los progenitores de especies puras.

Cabe aquí destacar la importancia que ha adquirido la producción de un híbrido de Tilapia cuya coloración externa es roja. Este híbrido es producto de una selección genética a partir de hembras de *O. mossambicus*. Al cruzar estas hembras con machos de *O. Hornorum*, se obtiene un híbrido que posee una marcada heterosis de gran atractivo para el cultivo, particularmente debido a su alta tasa de crecimiento y a su gran resistencia a condiciones de elevada densidad poblacional, mala calidad de agua, etc.



Foto No. 8 Tilapia roja

Otra ventaja desde el punto de vista comercial, es su gran atractivo que le confiere la brillante coloración roja similar a la del pargo o huachinango, con el consiguiente elevado precio en el mercado. Las cruces más comunes para la obtención de híbridos son las siguientes:

Machos	Hembras	% de machos en F1
O. hornorum	O. niloticus	100
O. aureus	O. niloticus	100
O. niloticus	O. hornorum	75
O. hornorum	O. niloticus	80
O. aureus	O. mossambicus	75
O. hornorum	O. mossambicus	75
O. mossambicus	O. niloticus	80
O. niloticus	O. hornorum	75

4.6.-Época de reproducción

En Panamá, los peces se reproducen durante todo el año.

4.7.-Manejo de los alevines

Una vez eclosionados los pececillos, se los cría intensivamente para que se desarrollen rápidamente y homogéneamente antes de proceder a su engorda. Durante este período de crianza se efectúa también la reversión sexual, inducida hormonalmente para obtener poblaciones monosexadas de machos. Para ello se

Administra la hormona testosterona llamada 17 alfa metiltestosterona, vía oral, añadida al alimento durante 30 días.

Para la reproducción de *O. Aureus* necesita una temperatura superior a los 20°C, la cantidad óptima de oxígeno es de 5 a 6 ppm, un pH de 7 - 8 y la alcalinidad y dureza de 80 a 100mg de CaCO₃/l. *O. aureus* de incubación bucal no posee instalaciones específicas para su reproducción, esta se lleva a cabo en estanques elevados semi-rústicos (con paredes de concreto, fondo de tierra) y no se les coloca ningún tipo de nidos.



Fig. No. 9 Hembras en proceso de incubación bucal (izquierda) y alevines eclosionados aún en la fase de protección (derecha). Fotos cortesía de la Ing. América García

4.7.1.-Crianza de alevines

Una vez producidos los juveniles jóvenes, se les cría intensivamente para que se desarrollen rápidamente y homogéneamente antes de proceder a su engorde.

4.7.2.-Transporte de alevines y adultos para cría.

Si el transporte debe hacerse desde largas distancias, sería más factible que fuera por avión, aunque también se pueden transportar por tierra, pero entre menos tiempo tarde es mejor. Queda claro que para poder transportar cualquier organismo, se debe contar con suficiente aireación, y no deben excederse las densidades de manejo, ya que esto ocasionaría una mortalidad del 100%. Lo ideal es transportar, si son crías de 1.5-3 cm. en densidades de 5 o 6 por litro de agua.

- Otra solución sería transportar los reproductores, que es más fácil y mejor ya que las crías por su tamaño y debilidad son más propensas a morir cuando son muy manejadas, y los reproductores no, además de que la producción ya se realizaría en el lugar deseado, y ya se tendría una producción continua.
- Para el transporte de organismos grandes se pide lo mismo, que se cuente con suficiente aireación, oxígeno, y densidades de un (1) organismo por cada 10 litros.
- Otra ventaja sería que si se transportaran sólo reproductores, éstos serían sólo unos cuantos, dependiendo de la producción que se desee, en cambio si se transportan crías, éstas serían demasiadas y con bastantes bolsas que ocuparían mayor espacio y se tendría menor control de los parámetros y una alta mortalidad.

5.-PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA

En general la calidad del agua incluye todas las características químico- físicas que influyen en su uso benéfico. Específicamente en la piscicultura, cualquier característica del agua afecta de alguna forma la sobrevivencia, reproducción, crecimiento o manejo de peces. Existen muchos factores que inciden en la calidad del agua, pero solamente algunas tienen un papel importante en las cuales nos vamos a concentrar, especialmente en aquellas que podemos controlar a través de un manejo adecuado.

5.1.-Temperatura

Los peces son animales poiquilotermos (su temperatura corporal depende de la temperatura del medio) y altamente termófilos (dependientes y sensibles a los cambios de la temperatura).

El rango de temperatura para el cultivo de tilapias fluctúa entre 20 a 30°C, siendo la óptima, entre 25 y 30 grados centígrados.

Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica y, por ende, mayor consumo de oxígeno.

5.2.-pH

Es la concentración de iones de hidrógeno en el agua

- El rango óptimo está entre 6.5 a 9.0.
- Valores por encima de 9 o por debajo de 5, causan cambios de comportamiento en los peces como letárgica, inapetencia, retardan el crecimiento y retrasan la reproducción.
- Valores de pH cercanos a 5 producen mortalidad en un período de 3 a 5 horas, por fallas respiratorias; además, causan pérdidas de pigmentación e incremento en la secreción de mucus de piel.
- Cuando los niveles de pH ácidos se presentan, el ion Fe^{++} se vuelve soluble afectando las células de los arcos branquiales y disminuye los procesos de respiración, causando la muerte por falta de oxígeno.
- El pH en el agua fluctúa en un ciclo diurno, principalmente influenciada por la concentración de CO_2 , por la densidad del fitoplancton, la alcalinidad total y la dureza del agua. El pH para tilapia debe de ser neutro o muy cercano a él, con una dureza normalmente alta para proporcionar una segregación adecuada del mucus en la piel.

5.3.-Turbiedad:

Las mas importante es la transparencia y la coloración del agua. La luz es indispensable para que los organismos del fitoplancton puedan desarrollarse en el agua (producción primaria). Por tanto es necesario que el agua este lo más transparente posible.

Las aguas turbias que contienen materia en suspensión no son favorables a la piscicultura, de hecho no permite la penetración de la luz, lo que perjudica la producción de fitoplancton y por el otro lado el lodo que contiene puedes ser nocivo para los peces.

Las aguas de color claro o ligeramente verdes son propicias para la piscicultura. Cuando los estanques son bien alimentados o fertilizados, el agua se torna de un color verde oscuro lo que es una buena señal. Para medir la transparencia del agua en el estanque se utiliza el disco Secchi, y cuya lectura optima debe ser de 30 centímetros de visibilidad.



Foto No.10 Disco Secchi para medición de la transparencia

5.4.-Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es uno de los factores limitantes de calidad de agua en la piscicultura. La Tilapia puede vivir en condiciones ambientales adversas debido a que soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Ello se debe a la capacidad de su sangre a saturarse de oxígeno aún cuando la presión parcial de este último sea baja. Asimismo, la Tilapia tiene la facultad de reducir su consumo de oxígeno cuando la concentración en el medio es baja (inferior a 3 mg/l). Finalmente, cuando esta concentración disminuye aún más, su metabolismo se vuelve anaeróbico.

Los peces requieren concentraciones adecuadas para sobrevivir y crecer. Cuando las concentraciones de oxígeno disuelto son bajas los peces son más susceptibles a enfermedades. Para cultivos extensivos el mínimo de oxígeno debe ser 2-3 mg/l, siendo el óptimo de 5 mg/l, ya para cultivos intensivos el oxígeno debe estar arriba de 5 mg/l.

5.5.-Salinidad

Las Tilapias son peces de agua dulce que evolucionaron a partir de un antecesor marino, por lo tanto conservan en mayor o menor grado la capacidad de adaptarse a vivir en aguas saladas (eurihalinas).

5.6.-Equipo recomendado

En el mercado local existen casas comerciales que ofrecen una amplia gama de posibilidades de compra de equipos electrónicos de análisis de calidad de agua, en los cuales, los parámetros anteriormente determinados pueden ser detectados con un mínimo de adiestramiento. Es de esperar que los precios varíen de acuerdo a la capacidad de precisión de cada uno de ellos, para la determinación de los parámetros requeridos.

Siendo los estanques sistemas de confinamiento en tierra, donde la provisión de agua es mediante fuentes naturales principalmente, la calidad del agua debe ser monitoreada

periódicamente, con el ánimo de asegurar las condiciones físicas y químicas dentro de los rangos normales y favorables para las especies objeto de cultivo.



Foto No.11 Ejemplo de equipo de campo para el análisis de la calidad del agua.

Foto No.12 Otro ejemplo de equipo de campo para el análisis de la calidad del agua (Cortesía de Red ICA, Confederación Hidrográfica del Segura, MARM, España)



6.- PRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de tilapia varían desde sencillos a muy complejos, los sistemas de manejo sencillos se caracterizan por poco control sobre la calidad del agua, el valor nutricional del alimento y por producciones bajas. Los sistemas de cultivo tradicionales son: Extensivo, Semi-intensivo, Intensivo y Súper intensivo.

6.1.-Extensivo

Se caracteriza por un grado mínimo de modificación del medio ambiente, existiendo muy poco control sobre el mismo y la calidad y la cantidad de los insumos agregados para estimular, suplementar o reponer la cadena alimenticia.

El estanque tiene un sistema de drenaje, no hay control completo sobre el abastecimiento del agua, la tasa de siembra varía de 10,000 a 20,000 peces/ha; la productividad natural que es la base de la cadena alimenticia de la nutrición del pez, es estimulada sólo por los nutrientes contenidos en el agua que se usa para llenar el estanque o proveniente del suelo. Una práctica bastante común para la estimulación de la productividad primaria es mediante la fertilización orgánica de abonos animales y subproductos. Las producciones alcanzadas varían en torno a las 2 a 3 ton/ha/año.

6.2.-Semi-intensivo

En los sistemas semi-intensivos, se ha realizado una modificación significativa sobre el ambiente, se tiene control completo sobre el agua (recambios del 50 al 60% por semana), las especies cultivadas y las especies que se cosechan.

Este es el nivel más común de manejo para productores pequeños y medianos que no tienen recursos económicos para grandes inversiones y que cuentan con capital limitado y/o donde alimentos de buena calidad no son disponibles. Generalmente es un estanque de tierra que se puede llenar y drenar al gusto del productor, los insumos incluyen fertilizantes orgánicos e inorgánicos, alimentos suplementarios, sub-productos agrícolas (afrecho de trigo, semolina de arroz), maíz y/o algún alimento fabricado localmente.



Foto No.13 Módulo semi-intensivo de El Pajonal, Provincia de Coclé
(Foto de ARAP)

Las tasas de siembra en estos sistemas varían de 50,000 a 100,000 peces/Ha, generalmente la duración del ciclo de producción es de cinco (5) a seis (6) meses, desde sembrar el alevín de 5-20 gramos hasta la cosecha. El tamaño de los estanques es variado desde 2 ha hasta pocos metros cuadrados. Con producciones de 15 a 32 ton/ha/año.

6.3.-Intensivo

Se ha hecho una modificación sustantiva sobre el medio ambiente, con control completo sobre el agua, especies sembradas y cosechadas; se usa una tasa de siembra mayor, ejerciendo mayor control sobre la calidad de agua (ya sea a través de aireación de emergencia o con recambios diarios) y todo nutriente necesario para el crecimiento que

proviene del suministro de un alimento completo. En este sistema se pueden utilizar estanques de tierra, de concreto o jaulas flotantes.

6.3.1.-Estanques

Las densidades oscilan entre 100,000 a 300,000 peces/ha, se utiliza un alimento complementario de buena calidad, de 28 a 30% de proteína. El alimento se suministra a razón de 1.5-5% de la biomasa/día y generalmente la tasa máxima de alimentación no debe exceder los 80 a 120 Kg/ha/día.

Hay disponible aireación mecánica de emergencia que se inicia cuando la concentración de oxígeno disuelto baja hasta el 10% de saturación. La producción total varía de 5,000 a 12,000 Kg/ha.

6.3.2.-Jaulas

Las jaulas pueden ser de bajo volumen, o sea menos de 5 metros cúbicos o de volumen alto, mayor de 5 metros cúbicos; se pueden sembrar hasta 600 tilapias/m³ en las jaulas de volumen bajo y de 50-100 tilapias/m³ en las jaulas de volumen alto. Las producciones esperadas oscilan entre 50-300 Kg/m³; las de volumen bajo son más productivas debido a que hay mayor recambio de agua dentro de las jaulas, lo cual mantiene la calidad de la misma.



Foto No.14 Proyecto de cultivo en jaulas de Río Sereno, Renacimiento, Chiriquí.
(Cortesía de Lic. Ricardo Ríos)

6.4.-Superintensivo

En este sistema las densidades son superiores, en estanques deben hacerse recambios diarios de agua, de hasta un 100%/hora; también se utilizan aireadores mecánicos

(ejemplo. 8hp/1000m²). Los estanques son generalmente de concreto y de tipo “raceways” para que pueda darse un mejor intercambio de agua y una mayor oxigenación.

También pueden darse en jaulas, en las que se superan las densidades de 600 tilapias/m³. En ambos casos el pez depende exclusivamente del alimento artificial, por lo que, éste debe contener un alto porcentaje de proteína (30-40%). Las producciones oscilan entre los 90-300 ton/ha/año.

7.-ALIMENTACIÓN

La tilapia es un pez tropical que vive a niveles de temperatura altos, cuanto más elevada sea la temperatura del agua, el apetito tiende a incrementarse.

Los organismos naturales alimenticios encontrados en un estanque proveen nutrientes esenciales. En algunas ocasiones, este alimento natural no se encuentra disponible en suficiente cantidad para proveer de adecuada nutrición para que los peces crezcan. Cuando esto sucede, los peces se deben alimentar a intervalos regulares (por ejemplo, diariamente, semanalmente, etc.), con alimentos concentrados manufacturados. Durante el cultivo se recomienda alimentar por lo menos tres veces al día de preferencia 8:00 am, 12:00 pm y 4:00 pm

7.1.-Determinación de la relación alimenticia

La alimentación de las larvas de tilapia en sus primeros días de vida está garantizada por los nutrientes contenidos en el saco vitelino. Seguidamente, los organismos vivos son el alimento natural, los cuales, son producidos en el agua donde viven. Algunos ejemplos de alimentos naturales son el fitoplancton (plantas microscópicas), zooplancton (animales microscópicos) e insectos; la abundancia de estos organismos se incrementa con la fertilización.

También pueden utilizarse alimentos suplementarios, algunos ejemplos son las raciones comerciales (alimentos concentrados) para pollos y cerdos, salvado de arroz, desechos de cocina (no procesados), tortas de semillas oleaginosas, y otros productos y desechos agrícolas.



FOTO No.15 ALIMENTACIÓN

Si el alimento natural está totalmente ausente del estanque, se les debe proporcionar a los peces alimentos manufacturados (concentrados) nutricionalmente completos que contengan todos los requerimientos de vitaminas y nutrientes esenciales.

Una vez la larva ha absorbido del 60 % al 75% del saco vitelino, esta presenta mayor actividad y por lo tanto debe comenzar a suministrar el alimento. Iniciando con un 45% de proteína y finalizando la fase de engorde con un 28%.

La cantidad de alimento a proporcionar se calcula realizando muestreos de siembra cada 14 días, pesando un porcentaje de la población sembrada (1%-10%). Con esto logramos verificar el crecimiento diario, la conversión alimenticia y la determinación del costo de producción.

Para calcular la tasa de alimentación, se debe conocer el peso promedio de los organismos, el peso total de ellos al momento de dicho muestreo y alguna tabla de referencia. Luego se procede a ubicar el peso en esta tabla y referenciar el % de la biomasa sugerido para que nos de cómo resultado la cantidad de alimento en libras o kilos a suministrar por día. Las veces de alimento proporcionado en el día dependerán del sistema de cultivo y de la fase de producción.

TABLAS DE ALIMENTACIÓN (02 SUGERENCIAS)

TABLA #1

TABLA #2

PESO EN GRAMOS	%DE ALIMENTO DE LA BIOMASA TOTAL	PESO EN GRAMOS	EDAD EN SEMANAS	%DE ALIMENTO DE LA BIOMASA TOTAL
<10	5	1-10	2	15
25	4.5	11-35	4	10
50	3.7	36-75	6	5
75	3.4	76-125	8	3.5
100	3.2	126-180	10	2.8
150	3	181-230	12	2.5
200	2.8	231-260	14	2.3
250	2.5	261-290	16	2
300	2.3	291-345	18	1.8
400	2			
500	1.7			
600	1.4			

8.-PATOLOGÍAS COMUNES

La piscicultura es una actividad en condiciones de ofrecer una cantidad necesaria de proteína exigida por la sociedad. Entretanto, cuando se confina algún tipo de animal, en

relación a los peces u otro organismo acuático, ocurre la aparición de enfermedades, más que en ambientes naturales en la cual tiene poca o ninguna incidencia.

El estrés a que los peces son sometidos lleva a la manifestación de agentes patógenos, en especial, los llamados organismos facultativos o secundarios, que pertenecen al grupo de los parásitos, bacterias u hongos. Como existe una dificultad muy grande para tratar cualquier enfermedad en los peces en que esta se instala, se recomienda, en la piscicultura, adoptar medidas profilácticas para evitar la manifestación de varias patologías. En este sentido, ya está bastante asentada entre los piscicultores una fuerte relación existente entre técnicas correctas de manejo en la ausencia de enfermedades.

Por lo general en el cultivo de tilapia, debido a que las aguas que utilizan para cultivo contienen alto contenido de materia orgánica en suspensión, en la cual es propicia la proliferación de bacterias, hongos, etc., dichos patógenos pueden llegar a ocasionar mortalidades importantes en los organismos cultivados.

8.1.-Parásitos

Los peces en piscicultura pueden ser infectados por numerosas especies de parásitos que pueden salir en su superficie o en los órganos internos. Sus dimensiones varían de algún milésimo de milímetro hasta varios centímetros.

En la mayoría de los casos, más importante que la acción terapéutica será una profilaxis, debiendo el piscicultor tener una consciencia de que al alcanzar las cargas máximas de peces en un determinado medio, no siempre es la forma de conseguir una exploración más rentable.

Los parásitos encontrados en la tilapia son *Argulus*, *Ergosilius* y *Sernea*, los cuales se incrustan en la piel y tejido muscular, causando severas úlceras y lesiones, la cual no permite al pez alimentarse normalmente, afectando el crecimiento.



Foto No.16 *Argulus* sp. (Fuente: Aquavida.com)

Los signos de *Amyloodinium* son sutiles. Las dificultades respiratorias parecen ser uno de los signos más comunes. Otros síntomas son descenso o pérdida completa de apetito, comportamiento natatorio errático, y una cubierta polvosa o aterciopelada. Este parásito ha mostrado su preferencia para primero atacar el tejido de las agallas de los peces, así que una vez que se esparce por el cuerpo, se considera que el pez está muy infectado.

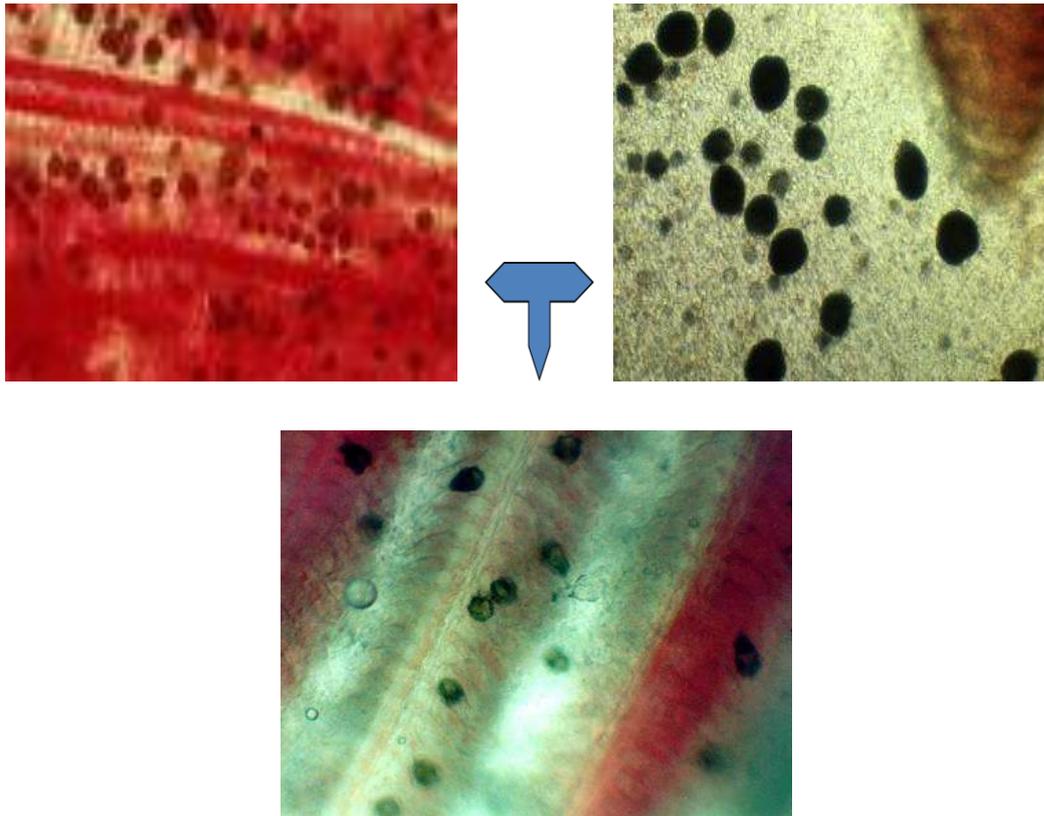


Fig No.17 *Amyloodinium* sp. (Foto cortesía Lic. Lorenzo Becerra)

8.2.-Hongos

Los hongos son importantes agentes patógenos para los peces. Los mismos manifiestan síntomas, pudiendo causar infecciones tegumentarias o branquiales, que son las más frecuentes e importantes. Aquellos de interés para la piscicultura pueden ser agentes patógenos primarios o secundarios.

La transmisión de los hongos ocurre a través de las esporas presentes en el agua. Esa transmisión es muchas veces facilitada por la mala calidad del agua, temperatura, prácticas inadecuadas de manejo, etc. El tratamiento de la micosis puede ser relativamente fácil para algunas especies, en cuanto para otras es muy difícil, hasta pudiendo no existir.

Las medidas profilácticas son de mayor importancia, pudiendo ser resumidas como sigue: Mantener una buena calidad del agua, Evitar la introducción de ejemplares infectados, Mantener bajas densidades poblaciones y Eliminar los peces muertos.

El buen manejo del estanque será aquel que, favorece un adecuado y rentable desarrollo de los peces, no permita o por lo menos minimice la proliferación de los organismos patógenos, ya que no existe duda al respecto de la fuerte relación existente entre las correctas técnicas de manejo y la ausencia de enfermedades.

Las especies de hongos que afectan son *Saprolegnia* y *Branchyomices*, los cuales pueden causar lesiones debido al alto contenido de materia orgánica, ataca las branquias dañando el sistema respiratorio y la piel.

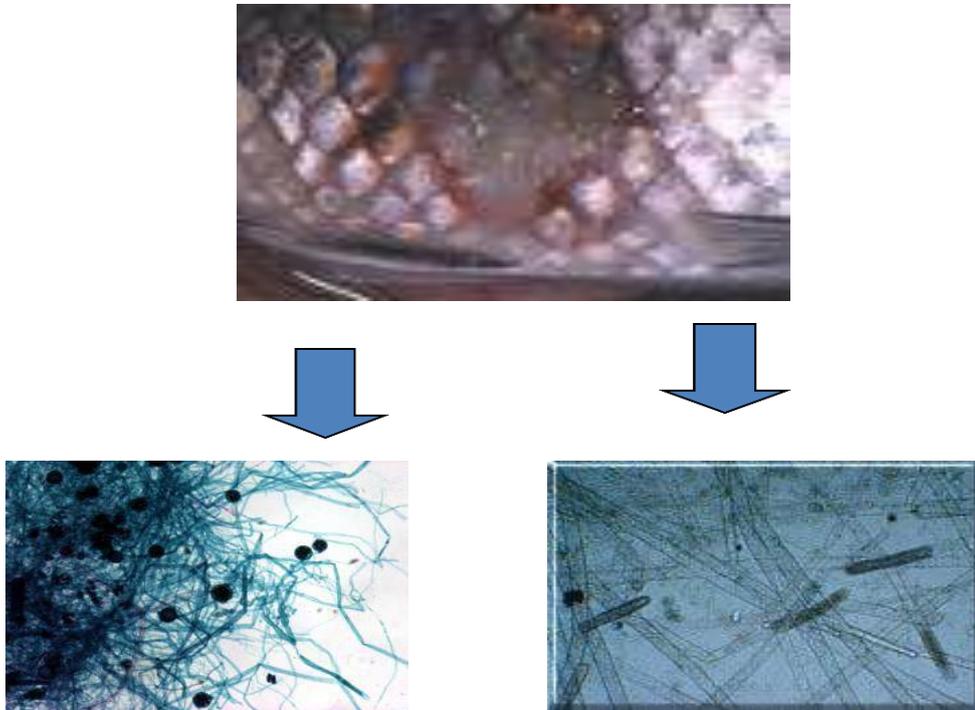


Foto No.18 *Saprolegnia* sp. es un patógeno oportunista de ovas y peces, invasor de heridas abrasiones. (Fotos cortesía Lic. Lorenzo Becerra)

8.3.-Bacterias

Las bacterias pueden provocar varias dolencias, que muchas veces causan grandes daños económicos en la piscicultura. Las tasas de mortalidad son muy elevadas, especialmente en situaciones de estrés de los hospederos. Muchas de estas bacterias son de tratamiento difícil y poco eficaz.

La mayor parte de las bacterias están compuestas de organismos que pertenecen a la comunidad bacteriana normal del agua, siendo encontradas en la superficie de los peces y en las branquias. Pero cuando los peces son sometidos a estrés, lo que ocurre frecuentemente en los proyectos de piscicultura, las bacterias adquieren una capacidad patógena importante, manifestada por sintomatología variada. Los síntomas más asociados con las enfermedades bacterianas son las lesiones en la piel y septicemia hemorrágica.

Una de las bacterias que atacan externamente es la estreptococosis, los cuales presentan exoftalmís, hemorragias oculares, hemorrágicas en la base de las aletas,

abdomen y ano. Algunos peces presentan zonas fluctuantes en la superficie corporal. La musculatura adyacente en casos crónicos toma una coloración café.

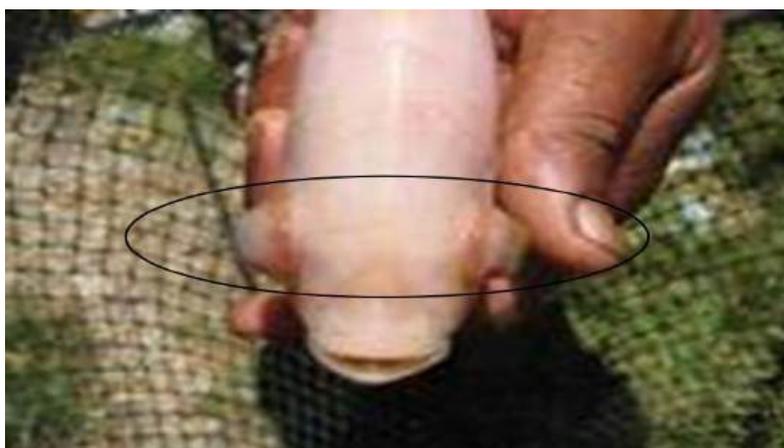
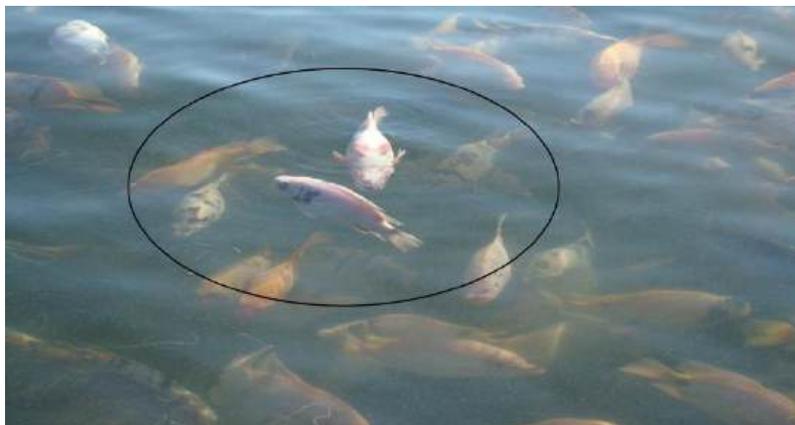


Foto No.19 *Streptococcosis*. (Foto cortesía de Lic. Lorenzo Becerra)



Foto No.20 Septicemia Hemorrágica. (Fuente: mundotilapia.es.tl)

9.- GUÍA DE MANEJO DE LOS MÓDULOS

El propósito de esta Guía, es ofrecer las bases y lineamientos de manejo y administración de los módulos para el cultivo de tilapias actualmente asistidos, como una forma de verificar, ajustar y definir una sola línea operativa que permita términos de referencia para la evaluación del desarrollo de los proyectos a corto y mediano plazo.

Pretende ser una herramienta de rápida referencia, dirigida principalmente a productores, regentes y técnicos de campo que conducen proyectos asociados al **“Programa de Masificación de la Acuicultura Rural”**, como un aporte al seguimiento unificado de criterios técnicos consensuados durante el desarrollo del **“Seminario-Taller sobre Metodologías de Manejo de Módulos para el Cultivo de Tilapias”**, celebrado en febrero de 2011, en las instalaciones del Instituto Nacional de Agricultura (INA) de Divisa, Provincia de Veraguas.

9.1.-Preparación de los estanques

Previo a la introducción de los organismos acuáticos sujetos a cultivo, debemos verificar la situación de los estanques, para garantizar que cumplan con las condiciones mínimas para la recepción de los éstos; esto incluye:

9.2.-Limpieza del estanque

Se debe garantizar la limpieza del estanque mediante la eliminación de sedimentos, malezas, reparación de drenajes, filtros, etc.

9.3.-Encalado

Consiste en agregar o esparcir sobre toda el área a inundar la cantidad de 22 libras de hidróxido de calcio por cada 100 metros cuadrados, para garantizar el mejoramiento de la acidez de los suelos y la eliminación de patógenos, competidores o plantas indeseables dentro del estanque. Se recomienda que el terreno este húmedo para que el producto aplicado tenga una mejor acción.

A falta de hidróxido de calcio, se puede permitir el secado del estanque mediante radiación solar, evitando la formación de rajaduras las cuales producen filtraciones que obstaculizan el llenado de los mismos.

La aplicación de cal se realizará a favor del viento, utilizando las protecciones personales recomendadas, como mascarillas y lente, para evitar irritaciones.

9.4.-Llenado de los estanques

El estanque será llenado después de dos o tres días de haber sido encalado. Se debe verificar cualquier filtración que pueda obstaculizar la retención del agua

9.5.-Fertilización

La fertilización de los estanques puede iniciarse inmediatamente después del llenado de los mismos durante 15 días.

9.5.1.-Química:

Utilizando abonos industriales como el 12-24-12, se debe agregar de 1.5 a 2 libras por cada 100 metros cuadrados de espejo de agua.

Si se utiliza urea, la concentración debe ser 150 kilogramos por hectárea (1.5 libras por cada 100 metros cuadrados) de espejo de agua.

Existen varios métodos de aplicación de los fertilizantes químicos en estanques piscícolas, sin embargo, para los efectos prácticos del Programa de Masificación se recomiendan los siguientes:

- Depositado en sacos de nylon: para este se utiliza un saco de nylon o de empacar cebollas, depositando dentro de la bolsa la cantidad requerida de fertilizante. Luego, la misma se cuelga de un palo sumergido en el agua por el lado del suministro del agua del estanque, quedando la bolsa 20 centímetros por debajo de la superficie del agua.
- Disuelto en agua: diluya el abono en un cubo de agua sobre y el fertilizante líquido se aplica sobre la superficie del estanque.

9.5.2.-Orgánica:

Basados en experiencias de manejo generales, se pueden asumir los siguientes volúmenes de fertilizantes orgánicos según la superficie de agua del estanque:

Fuente de provisión del fertilizante	Cantidad de excretas según No. de animales	Capacidad de fertilización aproximada
Ganado vacuno	Una vaca	Lo que excreta fertiliza 400 m ²
Aves (patos)	Un pato	Lo que excreta fertiliza 10 m ²
Gallinaza	N/A	Se recomienda de 35 lbs./100 m ² /mes
Cerdos	Un cerdo	Lo que excreta fertiliza 100 m ²
Ovinos/Caprinos	Una oveja/cabra	Lo que excreta fertiliza 50 m ²

Se puede aplicar la misma metodología de dilución de los estiércoles en el estanque, detallada en la dilución en el agua de los fertilizantes químicos

9.6.-Selección de reproductores

Los reproductores serán aportados por las estaciones acuícolas del país. Para ello se dispondrán especímenes entre los 200 a 250 gramos para ser entregados a los diferentes módulos y dependiendo de la biología de la especie elegida y la ubicación geográfica del proyecto.

Al término de 2 a 3 años, los lotes de reproductores serán reemplazados y los propietarios de los módulos deberán proveerse mediante compra de las generaciones subsiguientes.

9.6.1.-Reproducción

- **Ciclo de reproducción.**
 - Los reproductores serán colocados en los estanques de cría, en una relación de 1 macho por cada 3 hembras y a densidades de siembra de 1 pez por metro cuadrado.
 - Luego de 30 días se procederá con la colecta total de los alevines, los cuales serán trasladados al estanque de post-cría y los reproductores serán separados según sexos y colocados en jaulas de un metro cúbico en el estanque de ceba, cerca de la entrada de agua.
 - Los alevines trasladados se mantendrán en el estanque de post-cría hasta alcanzar la talla deseada (10 a 15 cms. de longitud total y peso de 15 gramos en adelante), para luego proceder al sexado o a la clasificación de tallas mediante el uso de tamices para posterior entrega a los proyectos satélites.

- **Manejo de los reproductores**

Los reproductores ingresarán por un tiempo de 30 días en el estanque de cría, y luego de reproducirse serán colectados y colocados en el estanque de ceba por sexo separados, en jaulas flotantes con capacidad de 1 metro cúbico.

Estos reproductores se mantendrán en descanso y se utilizarán nuevamente cuando las necesidades de alevines sean solicitadas por los productores del área.

- **Entrega de alevines a los estanque satélites**

A los estanques satélites se les entregarán alevines machos y hembras previa selección, tamizado u homogenización de las tallas, para ser levantados en los diferentes proyectos. Estos peces estarán dentro de un rango de 2 a 5 centímetros y pesos de 1 a 7 gramos, indistintamente del sexo de los mismos.

La primera siembra es gratuita para el productor satélite, sin embargo, la segunda, deberá ser pagada a un costo sugerido de 0.03 centavos de dólar por alevín. No obstante, el productor satélite podrá solicitar peces sexados del módulo y de mayor tamaño, siempre y cuando pague la diferencia por manejo de organismos mayores, en común acuerdo con el propietario del proyecto modular.

- **Alevines para los módulos**

Los alevines procedentes del estanque de cría, permanecerán en el estanque de post-cría hasta alcanzar tallas y pesos que permitan su diferenciación de sexos de forma manual (10 a 15 cms y peso de 15 gramos en adelante). Éstos son los peces que han de suplir las semillas del estanque de engorde del proyecto modular.

El manejo de las semillas debe ser en las horas más frescas del día, a fin de disminuir su maltrato y, de esta manera, evitar excesivas mortalidades.

9.7.-Densidades de siembra

- Cría

Un (1) pez por metro cuadrado

- Post cría

Toda la producción del ciclo.

- Ceba

La densidad de siembra sugerida es de 1 a 2 peces por metro cuadrado, sin embargo, dada las condiciones de suministro de agua constante y alimento suplementario, se podrá incrementar dichas densidades de siembra; la misma estará condicionada por la apreciación del técnico asesor.

9.8.- Alimentación

Guía opcional de aplicación de dos tablas de alimentación

TABLA No. 1

TABLA No. 2

PESO EN GRAMOS	%DE ALIMENTO DE LA BIOMASA TOTAL	PESO EN GRAMOS	EDAD EN SEMANAS	%DE ALIMENTO DE LA BIOMASA TOTAL
<10	5	1-10	2	15
25	4.5	11-35	4	10
50	3.7	36-75	6	5
75	3.4	76-125	8	3.5
100	3.2	126-180	10	2.8
150	3	181-230	12	2.5
200	2.8	231-260	14	2.3
250	2.5	261-290	16	2
300	2.3	291-345	18	1.8
400	2			
500	1.7			
600	1.4			

9.8.1.-Ración alternativa de alimentación:

1. 60 lbs. de pulidura de arroz.
2. 20 lbs. de harina de pescado.
3. 20 lbs. de harina de soya.
4. 50 gramos de PECUTRÍN por cada 100 libras de alimento.

Nota: En caso de no existir la disponibilidad de harina de pescado, se puede recurrir a sustitutos de contenido proteínicos similares en el mercado local

La alimentación debe ser cotejada con las mortalidades respectivas en cada fase de cultivo, dando como resultado:

- 10 % en la fase de levantamiento.
- 10% en el engorde.

El proyecto fomenta un ciclo de producción a través de la dotación de alimento para la producción de 1,000 a 1,500 libras de pescado, para el proyecto modular y 2,000 libras para 10 satélites por cada modulo.

Los mismos deberán ser administrados y suministrados por la Dirección General de Fomento, a las diferentes Regionales y éstas a los diferentes módulos y sus satélites.

9.9.-Muestreos

Se requiere un 5 al 10 % de la biomasa total de la población existente.

Para ello, se pesaran y tomarán los organismos y el peso promedio resultante será cotejado con la tabla de alimentación para el cálculo del alimento en los días posteriores.

Se requiere como mínimo un muestreo mensual para validar la información de crecimiento y engorde, así como los ajustes respectivos del proyecto.

Materiales y equipos:

- Atarraya de seis pies de largo, de tirantes, de nylon multifilamento y un cuarto de pulgada de luz de malla.
- Una pesa de 10 kgs. con precisión de un gramo.
- Tres cubos de cinco galones.
- Un ictiómetro o cinta de medir.
- Calculadora.
- Chayos y/o chinguillos.

9.10.-Cosecha

A partir del cuarto mes se inician las cosechas parciales, colectando los peces que vayan adquiriendo un peso entre los 150 a 200 gramos, hasta llegar al sexto mes con la cosecha total; tratar de extender el período de engorde y prolongar la cosecha puede arriesgar el punto de equilibrio económico que garantiza la continuidad y sostenibilidad de los proyectos.

Se debe considerar la evaluación del crecimiento de los peces de engorde y pre-cría mediante una muestra que sea estadísticamente significativa del total de la biomasa existente.

Para ello, se pesaran las muestras y se contarán los números de individuos por muestra. El peso total de la muestra se divide entre el número de individuos de cada muestra y se

obtiene el peso promedio. El peso promedio resultante será cotejado con la tabla de alimentación para el cálculo del alimento para los días posteriores.

Materiales y equipos:

- Redes de arrastre con bolsa, de 30 pies de largo por 6 pies de alto, de un cuarto de ojo de malla, sin nudo y de multifilamento, adecuada con boyas y plomos.
- Atarraya de seis pies de largo, de tirantes, de nylon multifilamento y un cuarto de pulgada de luz de malla.
- Pesa tipo reloj, colgante, de 40 libras de capacidad.
- Tres cubos de cinco galones por módulo.
- Un ictiómetro o cinta de medir.
- Calculadora.

9.10.1.-Manejo post cosecha

Aun cuando el proyecto considera como parte fundamental la seguridad alimentaria de los involucrados en el mismo, los detalles ofrecidos en el manual son puramente de tecnología de producción acuícola y no pretende la incursión en el campo de la comercialización, se recomienda un manejo post cosecha de forma tal que garantice un remanente para el autoconsumo familiar y otro para asegurar una venta local que genere fondos para la compra posterior de alimentos, los cuales asegurarán la vida activa y futura del proyecto.

En este sentido, existen tres puntos en la trayectoria del producto en que éste es objeto de comercio: En el mercado de producción, En el mercado de mayoreo y semi-mayoreo y En el mercado detallista. Este último pone los productos al alcance del consumidor o comprador. La compra venta de la producción de tilapia tiene lugar directamente entre los productores o pescadores y los introductores mayoristas, quienes acuden a los sitios de desembarque o a pie de granja y compran a los productores a precios muy bajos, ya que, en la mayoría de los casos, éstos no tienen alternativa de venta, principalmente por la falta de agresividad del pescador o por la falta de proceso de post-cosecha que otorgue mayor vida o mayor precio al producto. La tilapia es un producto con un amplio mercado, tanto en el interior del país como en el extranjero. La demanda comprende varias presentaciones, desde el pescado fresco entero, hasta el congelado, eviscerado, fileteado, ahumado y otras formas más elaboradas.

10.-RECOPIACION DE LA INFORMACIÓN DERIVADA DEL MANEJO DE LOS MÓDULOS

Toda la información que se derive de los manejos de los proyectos, debe ser ordenada y enviada a las Direcciones Regionales correspondientes, las que a su vez las enviarán a la Dirección General de Fomento, ubicada en la Sede Central de la ARAP. Se refiere a la información que se derive de los muestreos y cosechas respectivas, siembras de semillas, así como de las donaciones de alimentos, asuntos administrativos, etc., información que se registrará periódicamente en formatos previamente elaborados por la Dirección General de Fomento.

BIBLIOGRAFIA

- Arredondo J.L y Guzmán . An. Inst. Biol. Universidad Autónoma de México, *Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichilidae) introducidas en México*, Serie Zoología 1986.555-572.
- Castro-Escarpulli G, Aguilera-Arreola MG, Giono CS, Hernández-Rodríguez CH, et al *El género Aeromonas. ¿Un patógeno importante en México?* Enf Infec Microbiol 2002; 22 (4): 206-216
- *Cultivo de Machos de Tilapia Sexados a Mano*. Acuicultura y Aprovechamiento del Agua para el Desarrollo Rural. International Center of Aquaculture and Aquatic Environments Auburn University. Disponible en: <http://cals.arizona.edu/.../publications/Spanish WHAP/TIL6 MONOSEXO.pdf>
- *Cultivo de Tilapia*. Viceministerio de Pesquería. Dirección Nacional de Acuicultura y Produce, Ministerio de la Producción. Lima, Peru. Disponible en: http://www.produce.gob.pe/mipe/dna/doc/ctilapia_I.pdf
El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 1998. FAO 2004.
- María Auxiliadora Saavedra, *Manejo del Cultivo de la tilapia*”, Managua Nicaragua, agosto 2006. Inédito.
- Su-Hsien-Tsang, Quintanilla M., Aguillón C., *Manual de Reproducción y Cultivo de Tilapia*, Ministerio de Agricultura y Ganadería; Misión Técnica de Taiwán, Izalco, el Salvador, C.A, abril 2008.
- Alex Bocek, Editor. International Center for Aquaculture. Swingle Hall Auburn University, Alabama 36849-5419 USA.

- Manual de Crianza de la Tilapia. Alicorp nicovita. Av. Argentina 4695 Carmen de la Legua - Callao 3. Lima, Perú
- Carlos Espejo González Médico Veterinario Zootecnista Especialista. Acuicultura Msc. Nutrición Acuícola. Consultor A.S.A. Cultivo de Tilapia Roja en Roja Tecnología en Colombia.
- Ing. Agrónomo Jorge Aguirre. Manual para la Instalación y Manejo de Proyectos Acuícolas. MIDA. Panamá, 2005